

# **WYBRANE PROBLEMY HIGIENY I EKOLOGII CZŁOWIEKA**

**Pod redakcją  
dr hab. n. med. Emilii Kolarzyk**

## SPIS TREŚCI

WSTĘP	
Emilia Kolarzyk .....	4
I. STANOWISKO CZŁOWIEKA W PRZYRODZIE	
Emilia Kolarzyk .....	6
II. ŚRODOWISKOWE CZYNNIKI FIZYCZNE WPLYWAJĄCE NA ORGANIZM CZŁOWIEKA	
Jadwiga Helbin .....	18
1. HAŁAS .....	19
2. WIBRACJE .....	24
3. OŚWIETLENIE.....	31
4. POLE ELEKTROMAGNETYCZNE.....	35
5. INFRADŹWIĘKI I ULTRADŹWIĘKI.....	39
6. DZIAŁANIE PYŁÓW NA ORGANIZM CZŁOWIEKA .....	42
7. ELEMENTY BIOMETEOROLOGII I BIOKLIMATOLOGII .....	45
8. ZASADY ERGONOMII I PROFILAKTYKI PRZEMYSŁOWEJ .....	56
III. CZYNNIKI CHEMICZNE I BIOLOGICZNE OBECNE W ŻYWNOŚCI, GLEBIE, WODZIE, POWIETRZU ATMOSFERYCZNYM ŚRODOWISKA BYTOWANIA	
Artur Potocki .....	64
1. ŻYWNOŚĆ - SUBSTANCJE OBCE .....	64
2. ZANIECZYSZCZENIA GLEBY .....	71
3. WODA .....	72
4. ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO .....	84
IV. ŚRODOWISKO PRACY	
Emilia Kolarzyk .....	91
1. WARTOŚCI NORMATYWNE STĘŻEŃ I NATĘŻEŃ. CHOROBY ZAWODOWE.....	95
2. NOWOTWORY ZAWODOWE .....	99
V. MECHANIZMY BIOTRANSFORMACJI	
Emilia Kolarzyk .....	103
1. LOSY KSENOBIOTYKÓW W ORGANIZMIE .....	103
2. BIOMARKERY .....	111

VI. MECHANIZMY OBRONNE USTROJU	
Emilia Kolarzyk .....	118
1. ANATOMICZNE I FIZJOLOGICZNE MECHANIZMY OBRONNE .....	118
2. ODPORNOŚĆ IMMUNOLOGICZNA .....	120
3. CZYNNIKI MODYFIKUJĄCE ODPORNOŚĆ .....	125
VII. PROMOCJA ZDROWIA	
Emilia Kolarzyk .....	128
1. PROMOCJA ZDROWIA DZIECI I MŁODZIEŻY .....	133
2. PROMOCJA ZDROWIA WŚRÓD DOROSŁYCH .....	134
VII. ZACHOWANIA SPRZYJAJĄCE ZDROWIU W RÓŻNYCH OKRESACH ŻYCIA CZŁOWIEKA	
Katarzyna Miodońska .....	138
1. ZACHOWANIA SPRZYJAJĄCE ZDROWIU W OKRESIE CIĄŻY .....	138
2. ZACHOWANIA SPRZYJAJĄCE ZDROWIU W OKRESIE ROZWOJOWYM .....	141
VIII. CHOROBY ZWIĄZANE ZE SZKODLIWYM STYLEM ŻYCIA	
Katarzyna Miodońska.....	157
IX. ŻYWIENIE CZŁOWIEKA W PRAKTYCE PROMOCJI I OCHRONY ZDROWIA	
Krystyna Dłużniewska .....	168
1. WPROWADZENIE.....	168
2. OBSERWACJE WPŁYWU ŻYWIENIA NA ZDROWIE A WSPÓŁCZESNE CELE RACJONALNEGO ŻYWIENIA .....	169
3. ZAPOTRZEBOWANIE POKARMOWE .....	172
4. SKŁADNIKI POŻYWIENIA I ICH ROLA W ORGANIZMIE CZŁOWIEKA .....	182
5. SKŁADNIKI POKARMU O ZNACZENIU ENERGETYCZNYM I BUDULCOWYM .....	193
X. PRODUKTY SPOŻYWCZE JAKO ŹRÓDŁA SKŁADNIKÓW ODŻYWCZYCH	
Monika Adamska- Skuła.....	204
XI. METODY OCENY STANU ODŻYWIENIA CZŁOWIEKA.	
OCENA SPOSOBU ODŻYWIANIA	
Monika Adamska-Skuła.....	209

## WSTĘP

Skrypt ten - zgodnie z obowiązującym w Collegium Medicum UJ programem nauczania przeznaczony - jest dla studentów IV roku Wydziału Lekarskiego i IV roku Oddziału Stomatologii. Dotyczy wybranych zagadnień z ekologii człowieka i elementów higieny. Bardzo różne może być podejście do tych zagadnień. Obecnie ukazały się podręczniki "Medycyna zapobiegawcza i środowiskowa" pod redakcją Zbigniewa Jethona oraz "Podstawy higieny" pod redakcją Jerzego T. Marcinkowskiego.

Studenci IV roku studiów medycznych mają już solidną i szczegółową wiedzę na temat procesów biochemicznych i fizjo- oraz patofizjologicznych zachodzących w organizmie człowieka, znają prawa genetyki i znaczenie procesów dziedziczenia w rozwoju chorób o podłożu genetycznym oraz zapoznani są ze skomplikowanymi zagadnieniami immunologii.

Ekologia człowieka natomiast jest nauką interdyscyplinarną i syntetyzującą. Bowiem człowiek to nie tylko doskonały układ komórek, tkanek i narządów powiązanych ze sobą ścisłymi zależnościami fizyko-chemicznymi wraz z niezmiernie skomplikowaną i subtelną sferą psychiczną, ale także jednostka biologiczna. Tak pojmowany organizm ludzki stanowi tylko element biosfery i jest ściśle powiązany z otaczającym go środowiskiem. Homeostaza organizmu jest wobec tego uwarunkowana skomplikowaną "siecią" zależności reaktywnych oraz wymiany materii, energii i informacji z otoczeniem. W związku z tym wydało się celowe napisanie skryptu w konwencji, którą postaram się uzasadnić.

Pierwsza część poświęcona jest omówieniu stanowiska człowieka w przyrodzie oraz stosunku człowieka do otaczającej go Świata. Zależności człowieka od otoczenia mają charakter interakcji. Następuje antropogenizacja środowiska, ale człowiek pozostaje także pod wielorakim jego wpływem. Na człowieka oddziałują czynniki środowiskowe: czynniki fizyczne i klimatyczno-meteorologiczne, czynniki chemiczne znajdujące się jako zanieczyszczenia w żywności, glebie, wodzie oraz powietrzu. Przy rozpatrywaniu zanieczyszczeń znajdujących się w powietrzu, należy analizować nie tylko ekspozycję środowiskową związaną z miejscem zamieszkania, ale także ekspozycję w miejscu pracy. Rolę tych czynników w zakresie podstawowym, z uwzględnieniem ich biologicznego oddziaływania, staramy się przedstawić i omówić. Celem naszym jest również zwrócenie uwagi na daleko posuniętą zmienność odpowiedzi biologicznej w aspekcie indywidualnego osobnika oraz możliwość wykształcenia mechanizmów adaptacyjnych. Bowiem przy nieuchronności narażenia na czynniki środowiskowe nie możemy patrzeć na swoje zdrowie w aspektach katastroficznych. Stąd istnieje konieczność zapoznania się z takimi pojęciami jak NDS i NDN (najwyższe dopuszczalne stężenie i najwyższe dopuszczalne natężenie), bowiem z reguły dopiero przy przekroczeniu tych wartości możemy podejrzewać patologiczny wpływ na organizm człowieka.

Adept medycyny powinien umieć z etiologii choroby wykluczyć czynnik ekologiczny lub potwierdzić związek choroby z oddziaływaniem środowiska. Konieczna jest również znajomość: dróg wchłaniania się ksenobiotyków, losów ksenobiotyków w organizmie ludzkim oraz dróg wydalania endogennych metabolitów. Z reguły dochodzi do uruchomienia mechanizmów detoksykacji, ale może też dojść do wzmocnienia toksyczności ksenobiotyku w warunkach endogennych. W celu określenia rozmiaru oraz charakteru oddziaływania na ustrój człowieka konieczna jest znajomość i umiejętność zastosowania biomarkerów: ekspozycji, efektu i podatności. Aby zamknąć krąg wzajemnych interakcji nie sposób jest choćby w bardzo dużym skrócie nie wspomnieć o mechanizmach obronnych ustroju, zarówno

wrodzonych jak i nabytych oraz o bardzo zróżnicowanych reakcjach osobniczych na działanie ksenobiotyków.

Osobny rozdział skryptu poświęcony jest promocji zdrowia oraz podkreśleniu znaczenia zachowań prozdrowotnych i zdrowego stylu życia w różnych okresach ontogenezy oraz w odniesieniu do różnych grup społecznych. Konieczna jest również znajomość zasad medycyny prewencyjnej w aspekcie nie tylko do chorób w klasycznym rozumieniu, ale także do chorób związanych ze szkodliwym stylem życia wynikającym z uzależnień od alkoholu, nikotyny, leków, a ostatnio coraz częściej występującego uzależnienia od jedzenia (jedzenie napadowe, jedzenie nawykowe). Pokarm u części ludzi traci swoją podstawową funkcję odżywczą i przejmuje funkcję regulatora emocji i wewnętrznych stanów napięcia oraz staje się łatwo dostępnym i nadużywany środkiem, który pozwala sprostać trudnym sytuacjom stresogennym. W tej sytuacji szczególnego znaczenia nabiera fakt poznania zasad prawidłowego sposobu odżywiania się człowieka oraz poznania funkcji składników odżywczych w całokształcie procesów metabolicznych.

Ocena stanu odżywiania oraz sposobu żywienia od wielu lat jest wiodącą problematyką badawczą Zakładu. Badania związane z oceną stanu żywienia obejmowały gupy populacyjne we wszystkich przedziałach wieku - od niemowląt o ludzi staszych. W bieżącej problematyce dotyczącej wpływu sposobu odżywiania na stan zdrowia wciąż aktualne są problemy niedoborów pokarmowych oraz problemy związane z rolą czynników żywieniowych w etiologii metabolicznych, degeneracyjnych chorób w grupach populacji w wieku dojrzałym i podeszłym.

Znajomość zawartych w skrypcie wiadomości teoretycznych umożliwi bardziej efektywne uczestnictwo studentów w zajęciach ćwiczeniowych. Studenci będą nabywali więcej praktycznych umiejętności w zakresie działań związanych z ochroną i promocją zdrowia, obejmujących między innymi:

- postępowanie ochronne pracowników różnych działów przemysłu,
- ocena zapotrzebowania energetycznego osobnicza i grup ludności oraz proporcji składników odżywczych dobowej racji pokarmowej w postępowaniu, które ma na celu zapobieganie niedoborom i nadmiarom pokarmowym,
- kształtowanie trybu życia w rodzinie i ocena wpływu czynników środowiska domowego i szkolnego na rozwój dzieci i stan zdrowia całej rodziny

Ekologia jest nauką, w której problemy do dyskusji dyktuje również samo życie, bowiem zarówno otaczająca nas przyroda jak i rodzaj naszych z nią powiązań ulega ciągłym zmianom. Zajęcia z higieny i ekologii muszą służyć temu, aby rozumiejąc znaczenie i miejsce człowieka w przyrodzie kształtować tę koegzystencję w sposób coraz bardziej świadomy i rozumny, z korzyścią dla stanu zdrowia ludności.

## I. STANOWISKO CZŁOWIEKA W PRZYRODZIE

Przedstawiane i omawiane zagadnienia będą koncentrować się - na wykazujących między sobą ścisły związek - problemach higieny i ekologii człowieka.

Ekologia człowieka wyodrębniła się jako jeden z działów ekologii ogólnej.

Ekologia (oikos-dom, logos-nauka) jest nauką o strukturze i funkcjonowaniu przyrody. Ekologia zajmuje się całością zjawisk dotyczących wzajemnych zależności między organizmami a ich żywym i nieożywionym środowiskiem. Pojęcie ekologia zostało wprowadzone w roku 1869 przez Ernesta Haeckla. Od tego czasu zmieniło i rozszerzyło swój zakres.

Obecnie wyróżnia się kilka podstawowych działów:

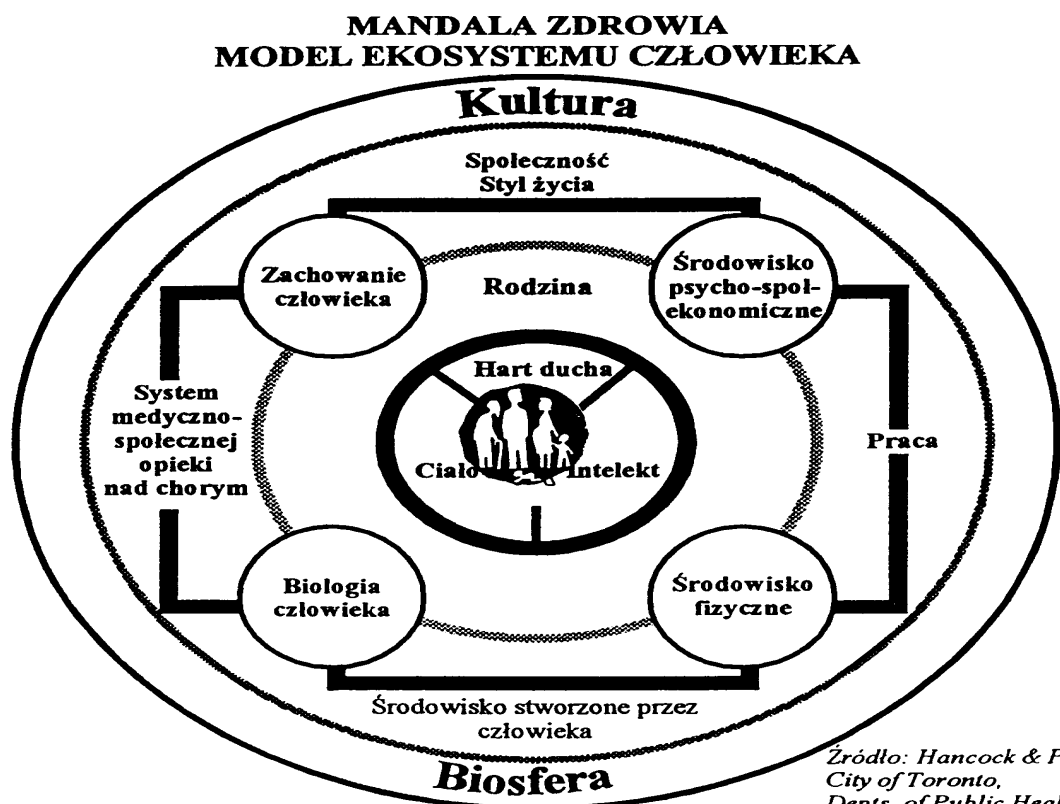
- autekologia: związki organizmu ze środowiskiem
- synekolgia: ekologia ekosystemów, zespołów i populacji
- sozologia: ochrona i kształtowanie środowiska
- **ekologia człowieka**: *zależności między człowiekiem i otaczającym go środowiskiem: fizycznym, biologicznym, socjoekonomicznym i kulturalnym, z uwzględnieniem wzajemnych relacji pomiędzy pojedynczymi ludźmi, grupami ludzi i grupami innych gatunków.*

Z ekologicznego punktu widzenia zjawiska zachodzące w przyrodzie należy rozpatrywać w skali ekosystemu.

**Ekosystemem** nazywamy zespół organizmów żywych tworzących biocenozę oraz wszystkie elementy środowiska nieożywionego, w których organizmy te bytują. Szereg przedstawiający wzrastające poziomy złożoności układów biologicznych w obrębie ekosystemu przedstawia się następująco:

cząstka nukleoproteidowa -> organellum -> komórka -> narząd -> organizm -> populacja -> biocenoza -> ekosystem -> biosfera.

Ekosystem człowieka trafnie przedstawia opracowany w Departamencie Zdrowia Publicznego w Toronto w Kanadzie w 1974r model znany pod nazwą "Mandala zdrowia"



Model ten wyraźnie odzwierciedla fakt, że człowiek od momentu poczęcia aż do późnej starości tworzy ze środowiskiem jedną całość. Zrozumienie wpływu szeroko rozumianego środowiska na ustrój człowieka jest podstawą sztuki medycznej. “Jeśli chcesz zachować zdrowie poznaj najpierw swoje środowisko, w którym żyjesz i pracujesz” - to stwierdzenie zostało sformułowane przez Hipokratesa (460-377 p.n.e.). Założenia zdrowotne medycyny Hipokratesa obejmowały dwa zasadnicze problemy:

- zastosowanie odpowiedniego żywienia (dietetyki)
- gimnastyka, ruch i racjonalny odpoczynek.

Założenia te do dnia dzisiejszego nic nie straciły na aktualności.

Z pojęciem zdrowia od najdawniejszych czasów było łączone pojęcie **higieny**. Hygeia - w mitologii greckiej była boginią zdrowia; początkowo była uznawana jako opiekunka zdrowia fizycznego, później uznawano ją także jako opiekunkę zdrowia psychicznego.

Obecnie przyjmowana **definicja zdrowia** również obejmuje wiele aspektów.

Zgodnie z definicją Światowej Organizacji Zdrowia - *\*zdrowie jest pełnym dobrostanem fizycznym, psychicznym i społecznym, a nie wyłącznie brakiem choroby lub niedomagania.*

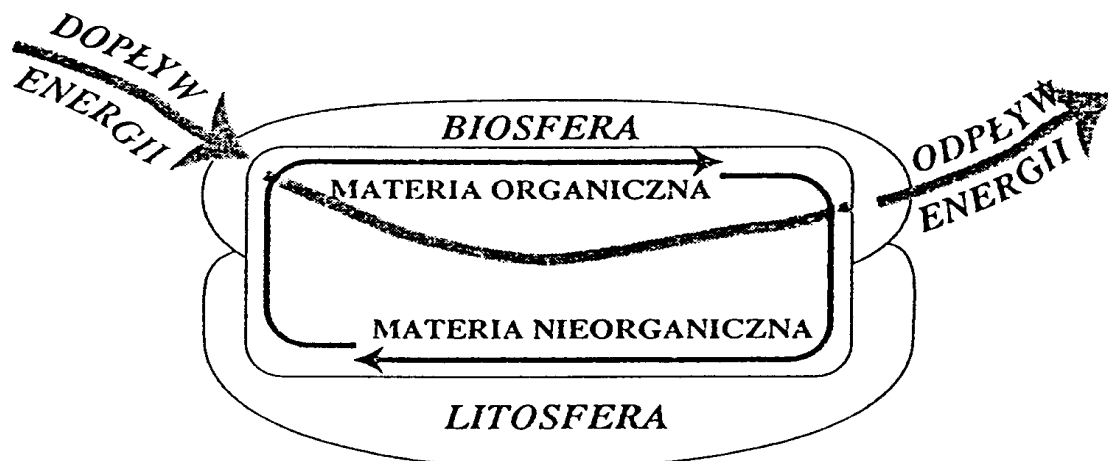
Marcin Kasprzak, wybitny polski higienista dodał do tej definicji następuny człon:

*\*zdrowie jest to taki stopień biologicznego przystosowania się, jaki jest osiągalny dla danej jednostki w najkorzystniejszych warunkach.*

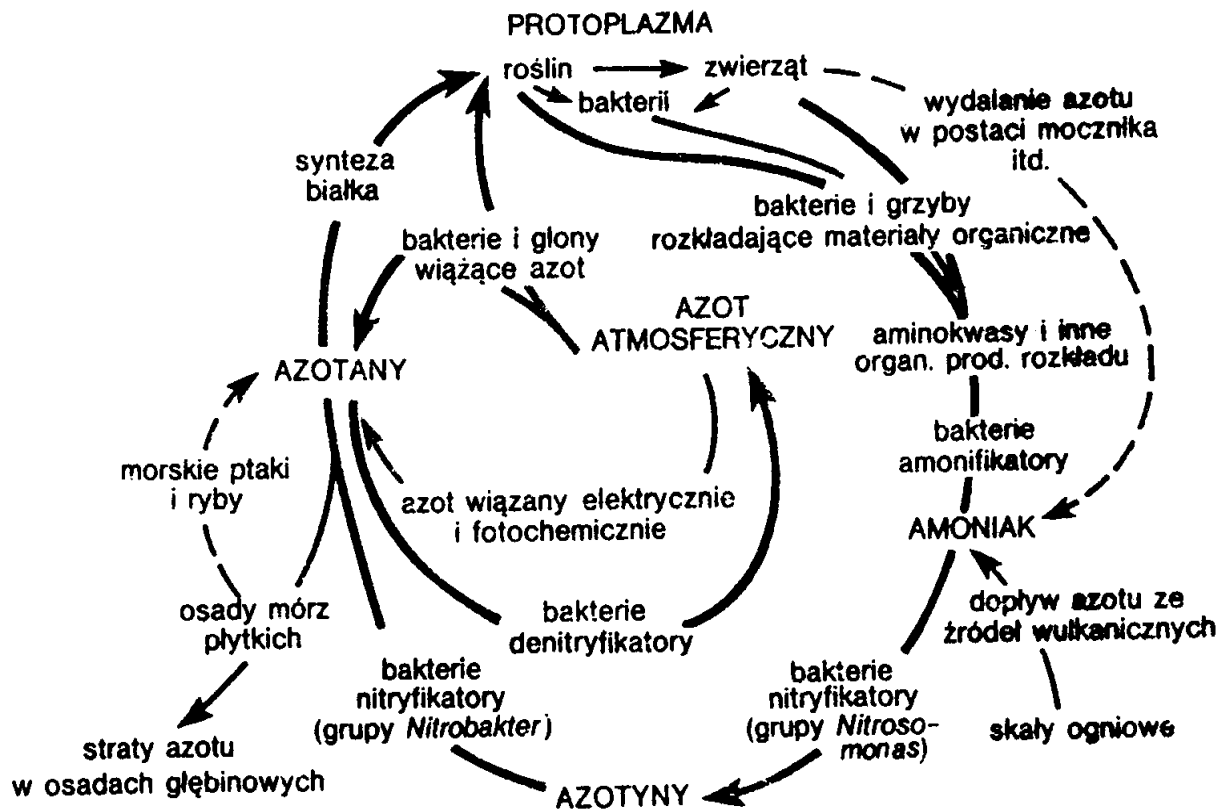
Według propozycji Jana Kostrzewskiego *\*zdrowie społeczeństwa ludzkiego jest to nie tylko brak chorób oraz dobry stan zdrowia fizycznego, psychicznego i społecznego jednostek składających się na dane społeczeństwo, ale również harmonijny rozwój naturalny ludności oraz takie warunki otoczenia, które sprzyjają zdrowiu ludności.*

We wszystkich definicjach i modelach człowiek zajmuje centralne miejsce, ale równocześnie podkreślane są wzajemne interakcje: człowiek oddziałuje na środowisko, środowisko oddziałuje na człowieka. Z drugiej strony zarówno człowiek jak i wszystkie układy żywe w otaczającym go świecie są podporządkowane prawom fizyki i chemii. Wszystkim przejawom życia towarzyszą zawsze przemiany materii i energii, przy czym należy przypomnieć podstawowe prawo:

w ekosystemie materia krąży, a energia przepływa.



Jako przykład krążenia materii można przytoczyć cykl krążenia azotu w przyrodzie.



**Obieg azotu w przyrodzie (wg Oduma)**

Cykl krążenia azotu jest powszechnie znany, omawiany już w szkole średniej. Obecnie celowym wydaje się zwrócenie uwagi na dwa aspekty:

1. Każde ogniwo cyklu sprzężone jest z funkcjonowaniem innej istoty żywej, a wszystkie pozostają ze sobą w ścisłych wieloaspektowych związkach, przy czym człowiek pozostaje z nimi w ścisłej zależności
2. Człowiek próbuje ingerować w cykle zachodzące w przyrodzie

Azot, mimo że stanowi 78% składu powietrza jest praktycznie nieprzyswajalny dla organizmów wyższych. Wbudowanie azotu w protoplazmę organizmów żywych wymaga dużych nakładów energii i wyspecjalizowanego układu enzymatycznego. Zdolność taką mają tylko niektóre bakterie i sinice. Są to wolno żyjące w glebie bakterie tlenowe: *Azotobacter* oraz beztlenowe: *Clostridium* oraz sinice z grupy *Nostoc*. Natomiast w symbiozie z korzeniami roślin motylkowych zdolność przyswajania azotu mają bakterie brodawkowe z rodzaju *Rhizobium*. Organizmy te posiadają specyficzny kompleks enzymów wiążących i redukujących azot, kodowanych przez zespół 17 genów wiązania wolnego azotu (*nif*). U bakterii z rodzaju *Rhizobium* oprócz zespołu *nif* występuje jeszcze zespół genowy *nod*, na który składają się geny uczestniczące w procesach rozpoznawania i "brodawkowania." Poza bakteryjnymi zespołami *nif* i *nod* w biologicznym wiązaniu azotu uczestniczy co najmniej około 20 genów roślinnych. Produkty tych genów są niezbędne dla funkcjonowania bakteryjnych enzymów wiązania azotu. Tak np. białko roślinne indukowane w czasie symbiozy - leghemoglobina, zapewnia anerobowe środowisko bakteryjnej nitrogenazie, która jest kluczowym enzymem wiązania i redukcji azotu. Człowiek rozważa możliwości skutecznego i biologicznie opłacalnego przeniesienia zespołu *nif* poza naturalne



układy symbiotyczne. Trzeba jednak także uwzględniać konieczność przeniesienia niektórych - współdziałających w tym procesie - genów roślin motylkowych.. Inną trudną do pokonania barierą byłyby wysokie wymagania energetyczne biologicznego wiązania azotu. Jest to jeden z najkosztowniejszych w tym względzie procesów w przyrodzie. Rośliny motylkowe zostały do tego przystosowane ewolucyjnie. Znacznie bardziej realne są możliwości genetycznego "ulepszania" bakterii symbiotycznych. Wprowadzenie do nich dodatkowych genów mogłoby poprawić bilans energetyczny i wydajność wiązania azotu. Interesujące wydają się być projekty ingerowania inżynierii genetycznej w procesy, w których regulacja aktywności genów zachodzi poprzez światło. Wiadomo, że niektóre rośliny odznaczają się szczególnie wydajną asymilacją dwutlenku węgla. Jest ona związana z aktywnością karboksylazy rybulozodifosforanu, kluczowego enzymu na drodze powstawania węglowodanów. Wymiana lub modyfikacja genów kodujących obie podjednostki karboksylazy może wytworzyć enzym o zwiększonej wydajności wiązania dwutlenku węgla. W podobny sposób, poprzez modyfikację odpowiednich enzymów i białek, podejmowane są próby zintensyfikowania przepływu elektronów przez fotosystemy, dzięki czemu rośliny wydajniej mogłyby wykorzystywać energię słoneczną.

Człowiek próbuje ulepszać i modyfikować zachodzące w przyrodzie w sposób naturalny cykle biogeochemiczne. Człowiek uruchomił nowe cykle obiegu i prawie wszystkie poznane dotąd na Ziemi pierwiastki wykorzystuje do swych celów. Obiegi pierwiastków, wywołane działalnością człowieka, mają charakter acykliczny. W związku z tym nie następuje naturalne odnawianie się ich zasobów i powstają deficyty surowcowe. Zakłócenie cykli naturalnych pierwiastków, które mają istotne znaczenie dla gospodarki biosfery może doprowadzić do zakłócenia równowagi biocenotycznej.

W przyrodzie istnieje bowiem doskonała harmonia. Każdy organizm łańcucha troficznego spełnia określoną i niezastąpioną rolę. Najmniejszy organizm żywy ma swoje miejsce w ekosystemie i tworzy integralną część środowiska w którym żyjemy. Środowisko tworzą wszystkie otaczające nas, wzajemnie powiązane elementy, takie jak: warunki geologiczne, hydrologiczne, atmosferyczne i przyrodnicze. Wszystkie części planety Ziemi pozostają w systematycznych związkach: podłoże geologiczne, atmosfera i klimat, rośliny i zwierzęta. Jest również oczywiste, że Ziemia zależy od Słońca jako źródła energii i od Księżyca wywołującego pływy: ten system jest układem otwartym i stanowi tylko część całego kosmosu. System światowy (pod względem wieloczynnikowych i wzajemnych zależności niezliczonego mnóstwa składników stanowiących całość) można porównać do osobniczego organizmu. Istnieją bowiem daleko idące analogie. W organizmie ludzkim również istnieje wielowymiarowa zależność pomiędzy poszczególnymi komórkami oraz pomiędzy narządami i organami zbudowanymi z tych komórek. Zaburzenie homeostazy ustrojowej na poziomie którejkolwiek zależności doprowadza do upośledzenia funkcji życiowych naszego organizmu. Jeśli przez analogię spojrzymy w ten sposób na planetę, to będziemy ostrożniej ingerować i dłużej zastanawiać się przed dokonaniem dużych i fundamentalnych zmian poszczególnych składników ekosystemu. Naturalne składniki ekosystemu można scharakteryzować w oparciu o następujący podział:

Niewyczerpalne	Wyczerpalne, ale odnawialne	Wyczerpalne i nie do zastąpienia
Całkowita ilość:	woda nadająca się do użycia	gleba
atmosfery	roślinność	niektóre minerały
wody	zwierzęta	rzadkie gatunki
skał	populacje ludzkie	niektóre ekosystemy
energii słonecznej	niektóre minerały gleby	krajobraz naturalny

niektóre ekosystemy

większość zasobów wody  
gruntowej

Środowisko w którym żyjemy i otaczający nas krajobraz kształtuje się pod wpływem naturalnych czynników przyrodniczych i czynników antropogenicznych -ludzkich. W związku z tym krajobraz dzielimy na trzy zasadnicze typy: **naturalny, antropogeny i zdewastowany**.

**Krajobraz naturalny** - typ układu przestrzennego, który funkcjonuje bez pomocy czynnika antropogenicznego i w którym działają mechanizmy samoregulujące i utrzymywana jest homeostaza biocenotyczna.

**Krajobraz antropogeny** - krajobraz zmodyfikowany działalnością człowieka: istnieje konieczność częściowej regulacji zewnętrznej, gdyż zdolność do samoregulacji została zakłócona.

**Krajobraz zdewastowany** -zahamowanie lub upośledzenie niektórych procesów życiowych i samoregulujących; wymaga on odbudowy warunków niezbędnych do istnienia układów żywych. W takim krajobrazie dominują elementy wprowadzone przez człowieka, natomiast ekosystemy naturalne ulegają degradacji.

W Polsce krajobraz naturalny występuje zaledwie na kilku procentach powierzchni kraju (3-5%). Większość naszego krajobrazu to typ antropogeny - obejmuje on prawie 90% powierzchni; pozostałe kilka procent powierzchni to krajobraz zdewastowany. Krajobrazem najbardziej wartościowym jest krajobraz naturalny - bogaty w formy życiowe i zróżnicowany przestrzennie. Krajobraz antropogeny różnicuje się na wiele form. Są to uprawy leśne- niestety głównie monokulturowe, uprawy rolne i ogrodnicze, tereny zurbanizowane miast, miasteczek i osiedli wiejskich. Krajobraz zdewastowany to np: obszary martwych drzewostanów Gór Izerskich, Masywu Śnieżnika, lasów w otoczeniu puławskich Azotów; obszary zwałowania odpadów stałych na terenach przemysłowych Górnego i Dolnego Śląska, Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego, a także obszaru wydobywania siarki w województwie tarnobrzeskim i węgla brunatnego w okolicach Bełchatowa.

Człowiek nie żyje w próżni, lecz w określonym krajobrazie; oddycha powietrzem oraz pije wodę o określonych wartościach i parametrach, spożywa pokarm wytworzony w tych a nie innych warunkach. Warunki te, w dużym stopniu kształtują stan fizyczny i psychiczny człowieka. "Chory lub martwy" krajobraz nie może oddziaływać dodatnio na zdrowie człowieka. Ochrona krajobrazu jest nakazem chwili i niezbędnym warunkiem ochrony zdrowia.

Niepokoje napawa to, że do nagromadzenia różnych toksycznych substancji doszło nie tylko na obszarach uprzemysłowionych, ale także na terenach wiejskich. Wiąże się to z chemizacją rolnictwa, stosowaniem nawozów sztucznych i środków ochrony roślin. Chemizacji ulega również najbliższe mikrośrodowisko życia człowieka, jakim jest jego mieszkanie. Człowiek przestaje być bezpieczny zdrowotnie nawet we własnym domu. Skale problemu odzwierciedla fakt, że ostatnio został nawet utworzony i powszechnie zaakceptowany termin "zespół chorych domów".

W Polsce świadomość zagrożeń, a w związku z tym działalność na rzecz ochrony środowiska pojawiła się na przełomie XIX i XX wieku. Był to tzw. **okres konserwatorski**. Przygotowano wówczas wykazy rzadkich gatunków roślin i zwierząt oraz różnych unikalnych wytworów przyrody domagając się ich ochrony. Najważniejszym wydarzeniem z tego okresu było utworzenie w 1928 roku przez Profesora Władysława Szafera Ligi Ochrony Przyrody. Za wyższą formę działań na rzecz ochrony przyrody można uznać **kierunek biocenotyczny**. Zaczęto tworzyć parki narodowe, rezerваты przyrody i parki krajobrazowe. W tych pozbawionych ingerencji człowieka obszarach, przyroda rządziła się i rządzi swoimi prawami. Organizmy autotroficzne asymilują dwutlenek węgla, a zwracają tlen do atmosfery.

Wiążą energię słoneczną, umożliwiając w sposób bezodpadowy jej zamianę na energię chemiczną pożywienia, wiążą azot z powietrza atmosferycznego, zatrzymują wodę z opadów regulując stosunki wodne w glebie, stabilizują odpływ wody rzekami, wytwarzają specyficzny mikroklimat. Wytworzona przez przyrodę homeostaza biocenotyczna w obrębie parków narodowych czy rezerwatów przyrody niestety naruszana jest przez zagrożenia środowiskowe z terenów przyległych. Bowiem gazy toksyczne oraz pyły rozprzestrzeniają się na obszary znajdujące się w dużej odległości od źródeł emisji. Analogiczne zależności występują w skali ogólnosiwiatowej.

**Problem zagrożeń środowiska naturalnego w skali globu został po raz pierwszy zasygnalizowany w 1967 roku na XXIII Sesji Zgromadzenia Ogólnego ONZ.**

*“Po raz pierwszy w historii ludzkości zaistniał kryzys o zasięgu ogólnosiwiatowym, obejmujący zarówno kraje rozwinięte jak i rozwijające się. Nie ulega wątpliwości, że jeżeli ten proces będzie kontynuowany - przyszłe życie na Ziemi zostanie zagrożone”.*

Doprowadziło to do przygotowania przez Sekretarza Generalnego U'Thanta raportu **“Człowiek i środowisko” ogłoszonego 26 maja 1969 roku**. Była to data przełomowa, bowiem dopiero wówczas uświadomiono sobie zagrożenia egzystencji nie tylko dla wielu gatunków roślin i zwierząt, ale przede wszystkim dla samego człowieka. Zdano sobie również sprawę, że konieczne jest ustalenie wspólnej polityki międzynarodowej.

\* Zaowocowało to zorganizowaniem I Konferencji poświęconej Środowisku Człowieka.

5 lipca 1972 roku na tej Konferencji spotkali się w Sztokholmie delegaci ze 113 krajów. Największym osiągnięciem Konferencji było zwrócenie uwagi światowej opinii publicznej, że era niczym nie ograniczonego korzystania z dóbr środowiska dobiega końca. Sztokholmski Plan Działania stanowił podstawę wspólnej międzynarodowej polityki wobec środowiska., a Komisja Ochrony Środowiska ONZ wprowadziła działania prawne i edukacyjne. Hasło Konferencji **“Ziemia jest jedna”** stało się hasłem międzynarodowych działań w obronie środowiska.

\*\*W 1973 roku powstał program UNESCO **“Człowiek i biosfera”**, a 70 naukowców i przemysłowców skupionych w tzw “Klubie Rzymskim” w kolejnych raportach wskazywali na wyczerpywanie się zasobów naturalnych i nagromadzanie toksycznych odpadów zagrażających katastrofą lokalną lub globalną.

\*\*\*W 1987 roku przedstawiono raport dotyczący nowej polityki

**zrównoważonego harmonijnego rozwoju ( sustainable development).**

Zwrócono wówczas uwagę, że należy tak gospodarować Planetą i jej zasobami - w myśl wcześniej przyjętej zasady, że Ziemia jest jedna - aby minimalizować degradację środowiska, gdyż usuwanie skutków zniszczeń jest znacznie trudniejsze i kosztowniejsze niż rozsądne zapobieganie. Koncepcja ta obejmuje zarówno kraje rozwinięte jak i rozwijające się, przy czym szczególnie zwraca się uwagę na fakt, że musi to być rozwój, który zaspokajając potrzeby współczesnych pokoleń nie ograniczy możliwości ich realizacji przez przyszłe pokolenia

\*\*\*\*3-14 czerwca 1992 roku odbyła się Konferencja ONZ **“Ekologia i Rozwój”**. Ekologiczny “Szczyt Ziemi” zakończył się podpisaniem tzw. Deklaracji z Rio - jest to swoisty kodeks “praw i obowiązków” człowieka wobec środowiska. Zobowiązano się do międzynarodowej współpracy na rzecz ochrony i racjonalnego użytkowania ekosystemów leśnych, szczególnie w aspekcie ochrony i stabilizacji klimatu ziemi. Kraje bogate zobowiązały się pomóc krajom biednym przy wdrażaniu technologii przyjaznych dla środowiska.

W dokumencie **“Agenda 2000”** (lipiec 1997) Komisja Europejska zapowiedziała ustanowienie nowego mechanizmu finansowego przeznaczonego na wspieranie krajów stowarzyszonych Europy Środkowej i Wschodniej w procesie dostosowywania ich systemów prawnych i gospodarki do standardów Unii Europejskiej. W kolejnym dokumencie

**“Partnerstwo dla Członkostwa”** (1998) Komisja określiła wielkość pomocy i zasady, na jakich będzie ona przyznawana. Od 2000 r. zacznie funkcjonować nowy fundusz wspólnotowy ISPA (Instrument for Structural Policies for Pre-Accession)

W obydwu wymienionych dokumentach zadaniami priorytetowymi dla **naszego kraju** są przedsięwzięcia z zakresu dostosowania infrastruktury wodnokanalizacyjnej, ochrony powietrza i gospodarki odpadami do wymogów stawianych przez dyrektywy UE. Obecnie Komisja Europejska skłania się do preferowania zadań związanych z ochroną powietrza, w drugiej kolejności - gospodarki odpadami, a w trzeciej - gospodarki wodno-ściekowej.

**Polska włączyła się w międzynarodowe działania na rzecz ochrony przyrody poprzez stworzenie polityki tzw. ekorozwoju.** *Przez ekorozwój rozumie się podporządkowanie potrzeb oraz aspiracji społeczeństwa i państwa możliwościom jakie daje środowisko w którym żyjemy. Odejście od wąsko rozumianej ochrony środowiska powinno przynieść korzyści w wymiarze społecznym i środowiskowym.*

**Ochrona środowiska** - w obecnym rozumieniu to kompleksowe działania obejmujące między innymi monitorowanie zanieczyszczeń środowiska, opracowywanie podstaw ochrony środowiska (przepisy prawne, normy techniczne i higieniczne) z uwzględnieniem procesów szacowania ryzyka, sterowania ryzykiem i informacji o ryzyku. Dąży się również do podniesienia tzw. świadomości ekologicznej i wykazania ścisłych zależności pomiędzy stanem środowiska i stanem zdrowotnym społeczeństwa. Świadomość tych zależności stanowi indukcyjny bodziec do samoorganizacji społeczeństwa w celu obrony, ale równocześnie poprawy środowiska nas otaczającego. Jako przykład nowego rozumowania może służyć stwierdzenie z Deklaracji Ideowej Polskiego Klubu Ekologicznego działającego w Krakowie od 1981 roku: “Człowiek ma prawo do korzystania z wartości środowiska naturalnego, ma prawo do godziwych warunków bytu w nieskażonym środowisku, ale w związku z tym ma obowiązek ochrony tego środowiska. Człowiek ponosi odpowiedzialność za stan środowiska wobec obecnych i przyszłych pokoleń”.

Organizacji działających na rzecz ochrony środowiska jest obecnie w Polsce dużo i nie sposób o nich wszystkich w tym miejscu wspomnieć. Słowa deklaracji przytoczone zostały dla zwrócenia uwagi na zawarte w niej wskazania co do naszych obowiązków wobec przyrody: kształcenie świadomości oraz odpowiedzialnej postawy wobec środowiska. Otaczający świat musi być ujmowany możliwie całościowo, a w dziedzinie gospodarki musi być odrzucona zasada maksymalnego zysku i korzyści, jakie chciałoby się uzyskać z przyrody. Równocześnie muszą być odrzucone przestarzałe, niebezpieczne dla środowiska technologie przemysłowe. Działania państwa muszą iść w kierunku czynnej ochrony środowiska (budowa oczyszczalni i filtrów) i ochrony przyrody (tworzenie parków narodowych i krajobrazowych)

Warta podkreślenia jest również **polityka zagraniczna Polski w aspekcie ochrony środowiska**. Ważną dla Polski inicjatywą międzynarodową jest grupa zadaniowa do opracowania programu oczyszczania Bałtyku. W aspekcie czystości wód Bałtyku określana jest rankingowa lista najważniejszych inwestycji dla dorzecza Wisły i Odry. Polska jest również sygnatariuszem konwencji Ramsar dotyczącej ochrony obszarów bagiennych.

Na uwagę zasługuje także poprawa współpracy oraz bardziej ścisłe kontakty z państwami sąsiadującymi z Polską. Rozwiązano problemy sporne z naszymi południowymi sąsiadami. Doprowadzono do zaniechania budowy koksowni w Stonawie i do wypłaty odszkodowania za zanieczyszczenie Odry mazutem w 1987 roku. Wystąpiono do EWG, Niemiec i Banku Światowego o wspólne działania zmierzające do redukcji zanieczyszczeń w tzw. czarnym trójkącie u zbiegu granic Czech, Niemiec i Polski. Wspólnie z Niemcami (poprzez specjalnie utworzone grupy robocze) opracowywane są projekty np. budowy oczyszczalni ścieków w Świnoujściu czy elektrociepłowni w Gliwicach. Podjęte są też inicjatywy w celu zakazu

”importu” produktów odpadowych. Rozszerzono również współpracę z naszymi wschodnimi sąsiadami: Litwą, Białorusią i Ukrainą.

Wydaje się, że coraz bardziej powszechna staje się świadomość, że degradacja środowiska jest wielokrotnie droższa niż środki jej zapobiegania lub neutralizacji. Obecnie ingerencja człowieka w procesy zachodzące w środowisku stała się nieodwracalnym faktem, przy czym z całą satysfakcją trzeba podkreślić, że **wzrosła świadomość i odpowiedzialność** nie tylko wąskiej grupy ludzi profesjonalnie związanych z ekologią, ale również całego społeczeństwa. Konsekwencje takiego podejścia już przybrały wymierne rezultaty. Ilość nie oczyszczonych ścieków spuszczonej do wód powierzchniowych spadła w ostatnim dziesięcioleciu o połowę. Wody podziemne są prawie w ogóle nie skażone w porównaniu z niektórymi państwami Unii. Zasadnicze dostosowanie do wymogów unijnych zapewni Polsce przygotowywana obecnie ustawa o ochronie środowiska i nowe prawo wodne. Zostaną one przekazane Sejmowi do końca roku 1999 i najpóźniej do początku 2001r zostaną uchwalone.

### **Problemy inżynierii genetycznej i biotechnologii**

Zupełnie nowym zagadnieniem ostatnich lat jest ingerencja człowieka w materiał genetyczny organizmów żywych i rozwój inżynierii genetycznej i biotechnologii.

Człowiek już od bardzo dawna stosował różnorodne celowe zabiegi, zmierzające do uzyskania użytecznych, żywych organizmów lub produktów z nich pochodzących. Konkretnie i wymierne dla potrzeb rolnictwa, przemysłu i medycyny korzyści przyniosło ostatnich piętnaście lat. Od 1984 roku opanowano produkcję i wprowadzono na rynek uzyskane metodami rekombinacyjnymi: insulinę ludzką, somatostatynę, hormon wzrostu człowieka, interferony alfa, beta i gamma człowieka. W opracowaniu (na większym lub mniejszym stopniu zaawansowania) znajdują się technologie produkcji lub otrzymywania na skalę laboratoryjną szczepionek przeciwko malarii, wściekliźnie, różyczce. Drożdże produkują szczepionki przeciw wirusowemu zapaleniu wątroby typu B (testy przedkliniczne przeprowadzono na początku lat 90-tych). Prowadzi się również badania nad wykorzystaniem bakterii lub drożdży do syntezy szczepionek chroniących przed AIDS. Metodami inżynierii genetycznej przygotować można różnorodne zestawy diagnostyczne, m.in. do diagnozy takich chorób genetycznych jak fenylketonuria, płasowica Huntingtona, anemia sierpowata, alfa i beta talasemie, a także można produkować białka terapeutyczne, np. czynnik VIII krwi konieczny przy leczeniu hemofilii lub aktywatory plazminogenu stosowane przy likwidacji zakrzepów krwi.

Przewiduje się stosowanie zrekombinowanych mikroorganizmów jako mikroreaktorów fermentacyjnych w przemyśle chemicznym i rolno-spożywczym lub jako producentów enzymów prowadzących procesy fermentacyjne do uzyskania etanolu, butanolu, kwasów organicznych, wytwarzania aminokwasów - dodatków do pasz (metionina, lizyna tryptofan). Przygotowywane są technologie pozwalające na stosowanie zrekombinowanych mikroorganizmów w procesach uzyskiwania z ubogich rud metali: żelaza, uranu, miedzi, platyny, a także usuwania z nich zanieczyszczeń siarkowych. W procesach wydobywania ropy naftowej mikroorganizmy mogą być stosowane do upłynniania stałych, bitumicznych i asfaltowych frakcji złoża. Wreszcie przy oczyszczaniu ścieków, przede wszystkim przemysłowych, przewiduje się wprowadzenie takich zrekombinowanych mikroorganizmów, które rozkładać mogą toksyczne, praktycznie niezniszczalne innymi metodami związki chemiczne (niektóre herbicydy, produkty petrochemii oraz przemysłu metalurgicznego). Na opór napotyka wprowadzenie zrekombinowanych organizmów do biosfery (przemysł wydobywczy, rolnictwo, ochrona środowiska) ze względu na obawy o ich dalsze losy i ewentualne naruszenie równowagi ekologicznej przez nowe, skonstruowane in vitro szczepy mikroorganizmów.

Najwięcej kontrowersji budzi jednak żywność uzyskana z udziałem organizmów zmodyfikowanych genetycznie lub same organizmy zmodyfikowane genetycznie służące jako żywność. **Organizmy modyfikowane genetycznie** lub inaczej zwane **organizmami transgenicznymi** są to organizmy wyższe, którym wprowadzono obcy, nowy gen, przekazywany następnym pokoleniom zgodnie z prawami dziedziczenia. Struktura genomu tych organizmów została zmieniona przez usunięcie lub zmianę jednego lub więcej genów, albo w drodze hodowli organizmów hybrydowych - realizowanej z wykorzystaniem techniki inżynierii genetycznej. Ingerencja w materiał genetyczny może polegać na: wprowadzeniu genu kodującego pożądaną cechę lub unieczynnienie genu kodującego niepożądaną cechę. Istnieje niebezpieczeństwo, że wraz z wprowadzeniem nowej, ściśle zdefiniowanej cechy zostanie wprowadzona niepożądana cecha lub dojdzie do ekspresji genów obecnych w materiale genetycznym gospodarza, które dotychczas pozostawały latentne (uśpione). Teoretycznie może dojść również do transferu genów z organizmów modyfikowanych genetycznie lub produktów pochodzących od tych organizmów do mikroflory zasiedlającej przewód pokarmowy, co w konsekwencji mogłoby niekorzystnie odbijać się na zdrowiu człowieka. Żywność uzyskana z udziałem organizmów zmodyfikowanych genetycznie lub same organizmy zmodyfikowane genetycznie służące jako żywność powinny być oceniane poprzez porównanie z odpowiednimi produktami konwencjonalnymi, dla których istnieją standardy bezpieczeństwa. np. jeśli poddano modyfikacji genetycznej ziemniak, należy sprawdzić czy modyfikacja ta nie wpłynęła na poziom **solaniny**, która normalnie w ziemniaku występuje w znikomych ilościach. Podobnie trzeba postąpić, gdyby do jakiejś rośliny wprowadzono gen pochodzący od ziemniaka, wtedy również istnieje konieczność udowodnienia, że wraz z tym genem nie została przekazana cecha warunkująca produkcję solaniny.

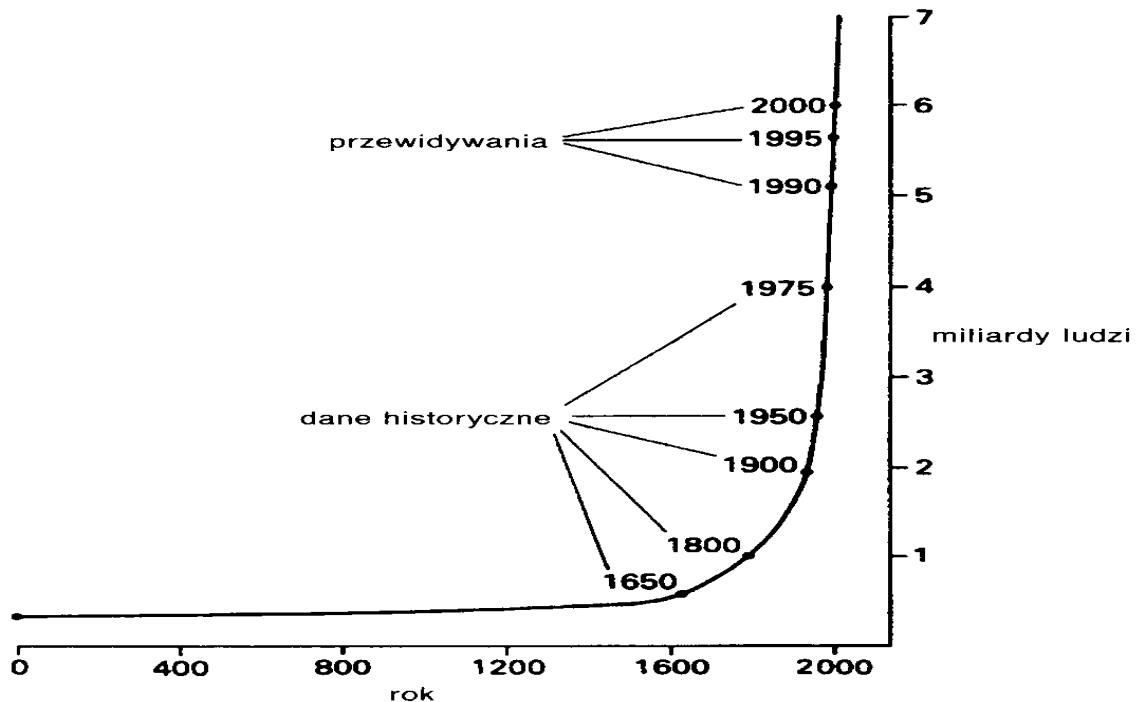
Na obecnym etapie zaawansowania biotechnologii i inżynierii genetycznej należy brać pod uwagę produkty wytwarzane przez zmodyfikowane organizmy stosowane bezpośrednio w żywieniu ludzi (np. olej sojowy o korzystniejszym składzie kwasów tłuszczowych) oraz produkty wytwarzane przez zmodyfikowane organizmy jako dodatki do żywności ( np. kwas cytrynowy, mlekowy), czy też mające wartość użyteczną w przemyśle spożywczym (np. enzymy). Mogą to też być same organizmy zmodyfikowane genetycznie np. drożdże stosowane w przemyśle spożywczym lub też organizmy transgeniczne stosowane bezpośrednio w żywieniu ludzi np. ziemniaki z cechą oporności na stonkę lub soja oporna na niektóre herbicydy. Transgeniczne pomidory o przedłużonej trwałości przechowywania sprzedaje się w USA od 1994 roku. Transgeniczne ziemniaki produkują albuminę typu HSA-białko odpowiedzialne za prawidłowe ciśnienie osmotyczne naszej krwi.

Większość prac nad otrzymaniem nowych roślin skupia się na nadaniu im odporności na szkodniki (zredukowanie stosowania pestycydów) lub poprawie wartości odżywczej i zdrowotnej produktu. Tak więc produkty inżynierii genetycznej mogą przynieść ogromne korzyści. Jednak - jak w każdym przypadku gdy dochodzi do interwencji człowieka w procesy biologiczne - muszą to być działania ze wszech miar odpowiedzialne i nie stwarzające niebezpieczeństwa dla ludzi. Muszą być uregulowania prawne dotyczące:

- wymagań, jakim powinny odpowiadać wnioski o wydanie zezwoleń na wprowadzenie organizmów modyfikowanych genetycznie do środowiska i do obrotu
- wymagań, jakim powinna odpowiadać ocena zagrożeń dla środowiska i zdrowia ludzi i zakresu niezbędnych badań
- wymagań dotyczących oznakowania i pakowania organizmów modyfikowanych genetycznie wprowadzanych do obrotu.

Problemy związane z żywnością nabierają szczególnego znaczenia wobec faktu szybkiego wzrostu liczebności populacji ludzkiej. Przewidywania ONZ wskazują, że liczba

ludności Świata w 2000 roku może osiągnąć 6,3 miliardów ( $\pm 6\%$ ). Stanowi to 50% wzrost w stosunku do 4 miliardów ludzi żyjących na Ziemi w 1978 r.



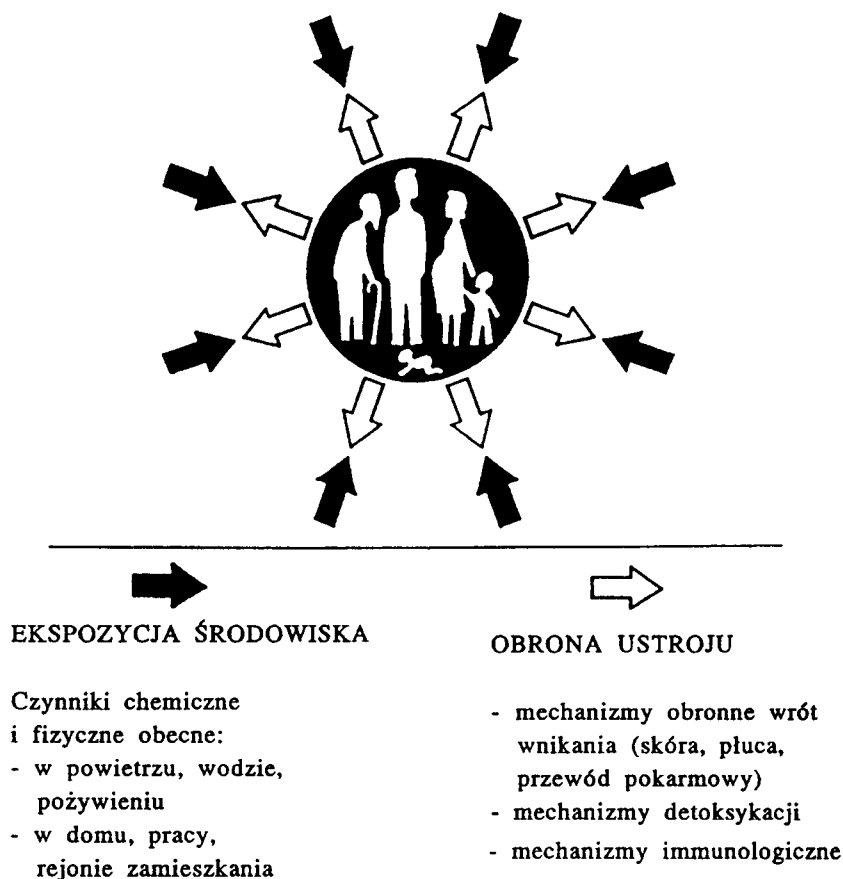
Wyżywienie ludności w skali całego globu ziemskiego stanowi jedno z większych wyzwań końca XX i początku XXI wieku.

## LITERATURA

- Al Gore, Ziemia na krawędzi. wyd. Ethos, Warszawa 1996  
 Campbell B. Ekologia człowieka. PWN, 1995  
 Kalinowska A. Ekologia -wybór przyszłości. Editions Spotkania, 1992  
 Ludwicki J.K. " Organizmy modyfikowane genetycznie (GMO) -aspekty toksykologiczne"  
 Roczn. PZH 1998, 49, 253-263  
 Lasota Z. Biologia Molekularna - informacja genetyczna . Praca zbiorowa PWN Warszawa 1989  
 Wydział Ochrony Środowiska Urząd Wojewódzki w Krakowie - Informator comiesięczny o poziomie zanieczyszczeń powietrza w Krakowie.

Między środowiskiem a organizmem człowieka istnieje dynamiczna równowaga. Każdy organizm musi zaadaptować się do zmieniających się ciągle warunków środowiska zewnętrznego, jednocześnie utrzymując stałość swojego środowiska wewnętrznego. Zarówno poszczególne komórki naszego organizmu jak i całe układy oraz narządy uczestniczą w utrzymaniu homeostazy. Na poziomie komórkowym o homeostazie mówimy wówczas, gdy utrzymana jest równowaga pomiędzy proliferacją i śmiercią komórki. Homeostaza na poziomie narządowym ma miejsce wtedy, gdy mimo działania potencjalnie toksycznych, egzogennych czynników nie dochodzi do zaburzenia procesów biochemicznych oraz funkcji fizjologicznych ustroju.

Człowiek w ciągu całego swojego życia osobniczego narażony jest na działanie zanieczyszczeń obecnych w żywności, wodzie, glebie i w powietrzu (miejsca zamieszkania, domu i pracy). Na organizm człowieka oddziałują czynniki chemiczne, fizyczne i biologiczne. Różne są drogi przedostawania się ksenobiotyków do organizmu człowieka oraz różne losy w obrębie organizmu. Człowiek nie pozostaje bezbronny na oddziaływanie czynników egzogennych. W zależności od rodzaju i natury tych czynników wykształciły się różne mechanizmy obronne.





Rycina ta obrazuje zagadnienia, które zostaną omówione i analizowane w dalszej części skryptu:

# Źródła i rodzaje oddziaływań czynników egzogennych na organizm człowieka:

- \* czynniki fizyczne i meteorologiczne
- \* czynniki chemiczne i biologiczne obecne w:
  - żywności
  - glebie
  - wodzie
  - powietrzu atmosferycznym środowiska bytowania
  - powietrzu atmosferycznym środowiska pracy

# Mechanizmy biotransformacji ksenobiotyków

# Mechanizmy obronne ustroju

# Możliwości udziału człowieka w aktywnym i świadomym kształtowaniu swojego zdrowia poprzez prawidłowe odżywianie się i umiejętność postępowania w różnych fizjologicznie ważnych okresach ontogenezy

# Żywnienie człowieka

Należy zwrócić uwagę na fakt, że celowo została umieszczona w naszym skrypcie rycina identyczna z prezentowaną w Podstawach Epidemiologii Prof. W. Jędrychowskiego. Bowiem ekologia i higiena bardzo ściśle łączy się z epidemiologią oraz medycyną zapobiegawczą i środowiskową. Pozostaje również w ścisłych związkach z fizjologią, biochemią, genetyką i ewolucjonizmem. Dopiero wówczas, gdy potrafimy zintegrować zagadnienia poszczególnych dyscyplin naukowych będziemy w stanie rozwiązać problemy związane z funkcjonowaniem człowieka w przyrodzie.

## II. ŚRODOWISKOWE CZYNNIKI FIZYCZNE WPLYWAJĄCE NA ORGANIZM CZŁOWIEKA

Człowiek jest nieustannie narażony na działanie czynników fizycznych i chemicznych – naturalnych i wytwarzanych sztucznie. W wielu przypadkach są one niezauważalne lub nie powodują patologicznych reakcji organizmu. Wraz z rozwojem techniki zwiększa się jednak ich natężenie, przez to także oddziaływanie na organizm staje się wyraźniejsze.

**W środowisku pracy wyróżniamy czynniki:**

- niebezpieczne – których oddziaływanie na człowieka pracującego prowadzi lub może prowadzić do urazu lub zatrucia
- szkodliwe – których oddziaływanie prowadzi lub może prowadzić do schorzenia pracownika lub jego potomstwa

Do wyżej wymienionych czynników fizycznych zalicza się:

- hałas
- oświetlenie
- infradźwięki
- ultradźwięki
- wibracje
- pył przemysłowy
- temperaturę powietrza
- wilgotność powietrza
- ruch powietrza
- jonizację powietrza
- promieniowanie jonizujące
- promieniowanie laserowe
- promieniowanie nadfioletowe
- promieniowanie podczerwone
- pole elektromagnetyczne
- nieważkość
- ciśnienie

Oprócz czynników fizycznych wyróżniamy szereg czynników chemicznych, biologicznych i psychofizycznych wpływających na zdrowie człowieka.

## 1. HAŁAS

**Hałasem** nazywamy wszelkie niepożądane, nieprzyjemne i dokuczliwe lub szkodliwe dźwięki ( drgania ośrodka sprężystego ), które oddziałują za pośrednictwem powietrza na narząd słuchu i inne zmysły i elementy organizmu człowieka.

Fale dźwiękowe są podłużnymi falami mechanicznymi rozchodzącymi się w trzech ośrodkach: w ciałach stałych, cieczech i gazach. Fale dźwiękowe to fale, które wywołują wrażenie słyszenia w działaniu na ludzkie ucho i mózg.

### **Hałas dzieli się na:**

- szkodliwy – wywołuje trwale skutki w organizmie człowieka
- uciążliwy – nie wywołuje trwałych skutków w organizmie człowieka, utrudnia jednak wykonywanie określonych czynności

### **Wyróżniamy trzy zakresy fal ze względu na zakres częstotliwości:**

- hałas słyszalny – hałas w którego widmie występują składowe o częstotliwościach słyszalnych od 16 Hz do 21000 Hz
- hałas infradźwiękowy ( poddźwiękowy ) – hałas w którego widmie występują składowe o częstotliwościach infradźwiękowych od 2 do 16 Hz i częstotliwościach słyszalnych do 50 Hz
- hałas ultradźwiękowy – hałas w którego widmie występują składowe o częstotliwościach słyszalnych i ultradźwiękowych od 10 do 100 kHz

### **Hałas słyszalny.**

Fale słyszalne powstają w wyniku drgań strun, słupów powietrza, drgań różnych płyt i membran. Wszystkie te elementy drgające na przemian zgęszczają i rozrzedzają powietrze. Zgęszczanie następuje w czasie ruchu do przodu, rozrzedzanie w czasie ruchu do tyłu. Powietrze przenosi te zaburzenia na duże odległości od źródła w postaci fali. Fale te po dotarciu do ucha ludzkiego wywołują wrażenie dźwięku. Fale, które są w przybliżeniu periodyczne dostarczają wrażenia przyjemnych. Dźwięki o widmie liniowym, dla których kształt fali nie jest periodyczny, są słyszalne jako szумы.

### **Hałas infradźwiękowy.**

Na stanowiskach pracy jest charakteryzowany za pomocą poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach oktaowych o częstotliwościach środkowych 8, 16 i 31,5 Hz. Poziom ciśnienia akustycznego na stanowiskach pracy odniesiony do 8-godzinnej ekspozycji na hałas infradźwiękowy w ciągu doby nie może przekraczać wartości podanych w poniższej tabeli.

Tabela 1.

Dopuszczalne i maksymalne poziomy ciśnienia akustycznego przy częstotliwości 8, 16 i 31,5 Hz dla hałasu infradźwiękowego (wg Dołęgowskiego, Janczała, "Praktyczny poradnik dla służb bhp")

częstotliwość	Dopuszczalny poziom ciśnienia akustycznego [dB]	Maksymalny dopuszczalny poziom ciśnienia akustycznego [dB]
8, 16	110	137
31.5	105	132

### Hałas ultradźwiękowy.

Jest on charakteryzowany przez poziom ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80 i 100 kHz.

Poziom ciśnienia akustycznego na stanowiskach pracy odniesiony do 8-godzinnej ekspozycji na ten rodzaj hałasu w ciągu doby nie może przekraczać poniższych wartości:

Tabela 2.

Dopuszczalne i maksymalne poziomy ciśnienia akustycznego przy odpowiednich częstotliwościach dla hałasu ultradźwiękowego (wg Dołęgowskiego, Janczała, "Praktyczny poradnik dla służb bhp")

częstotliwość	Dopuszczalny poziom ciśnienia akustycznego [dB]	Maksymalny dopuszczalny poziom ciśnienia akustycznego [dB]
10,0	80	100
12,5	80	100
16,0	80	100
20,0	90	110
25,0	105	125
31,5; 40; 50; 63; 80; 100	110	130

### Hałas w środowisku pracy jest charakteryzowany przez:

1. poziom ekspozycji na hałas, który jest odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy i odpowiadającą mu ekspozycję dzienną lub poziom ekspozycji na hałas odniesiony do tygodnia pracy i odpowiadającą mu ekspozycję tygodniową (wyjątkowo w przypadku hałasu oddziałującego na organizm człowieka w sposób nierównomierny w poszczególnych dniach w tygodniu)
2. maksymalny poziom dźwięku
3. szczytowy poziom dźwięku

Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy nie powinien przekraczać wartości 85 dB, a odpowiadająca mu ekspozycja dzienna nie powinna przekraczać  $3,64 \cdot 10^3$  Pa·s, natomiast poziom ekspozycji na hałas odniesiony do tygodnia pracy nie powinien przekraczać 85 dB, a odpowiadająca mu ekspozycja tygodniowa  $18,2 \cdot 10^3$  Pa·s.

Maksymalny poziom dźwięku nie powinien być większy niż 115 dB, a szczytowy poziom dźwięku nie powinien przekraczać wartości 135 dB.

Jeżeli w zakładach pracy jest nie możliwe ze względów technologicznych zmniejszenie powyższych parametrów hałasu pracownicy powinni stosować ochronniki słuchu odpowiednie do wysokości natężenia hałasu.

### Wielkości charakteryzujące zjawiska akustyczne:

- prędkość rozchodzenia się fali akustycznej (prędkość dźwięku) – prędkość rozprzestrzeniania się zaburzenia równowagi ośrodka
- okres drgań akustycznych – najmniejszy przedział czasu, po którym powtarza się ten sam stan obserwowanego zjawiska (drgania lub zaburzenia)
- faza drgań akustycznych – wielkość wyznaczająca odchylenie drgającej cząstki w danym punkcie i w danej chwili od średniego położenia cząstki

- częstotliwość drgań akustycznych ( częstotliwość dźwięku ) – to liczba okresów drgań w jednostce czasu
- długość fali akustycznej – odległość między dwoma kolejnymi punktami, mierzona w kierunku rozchodzenia się zaburzenia, w którym drgania mają tę samą fazę

#### **Cechy fizyczne fal dźwiękowych:**

- moc akustyczna – ilość energii emitowana przez źródło w jednostce czasu [ W ]-wat
- natężenie dźwięku – ilość energii przepływającej w jednostce czasu przez 1 m<sup>2</sup> powierzchni [ W/m<sup>2</sup> ]
- częstotliwość drgań – różnica między ciśnieniem statycznym a ciśnieniem w danej chwili (w czasie zakłócenia ) [N/m<sup>2</sup> ]
- widmo akustyczne – zależność między natężeniem dźwięku lub ciśnieniem akustycznym a częstotliwością drgań mechanicznych
- miara głośności – bel – dźwięk o natężeniu 10 – krotnie większym niż próg słyszalności, 2 bele – dźwięk o natężeniu 100 – krotnie większym niż próg słyszalności. Decybel – dźwięk o natężeniu 10 – krotnie mniejszym od bel
- poziom mocy akustycznej – podstawowa wielkość charakteryzująca emisję hałasu z jego źródła; stosowana do oceny hałasu maszyn
- próg słyszalności – najmniejsze natężenie fali (lub najmniejsze ciśnienie akustyczne) potrzebne do wywołania wrażenia dźwiękowego
- próg bólu – natężenie fali dźwiękowej przy którym zaczynamy odczuwać ból (Największą wrażliwość wykazuje ucho ludzkie przy częstotliwości 1 – 6 kHz, najmniejszą przy tonach niskich )

#### **Szkodliwe działanie hałasu zależy od:**

- czasu działania hałasu
- charakteru hałasu
- osobniczej wrażliwości na działanie hałasu
- poziomu natężenia ( ciśnienia ) akustycznego
- udziału częstotliwości drgań w widmie hałasu

Przy jednakowym poziomie i czasie trwania hałas jest tym bardziej szkodliwy, im w węższym paśmie częstotliwości występuje. Szkodliwość hałasu zależy też od tego, w jakiej części widma znajdują się jego wartości szczytowe.

#### **Wpływ hałasu na organizm człowieka:**

##### **Szkodliwe działanie hałasu na organizm człowieka polega na:**

1. uszkodzeniu narządu słuchu
2. pozasłuchowym działaniu hałasu na organizm czyli na podstawowe układy, narządy i zmysły człowieka

**ad.1.** Uszkodzenie narządu słuchu może występować w postaci osłabienia słuchu lub głuchoty. Wielkość uszkodzeń zależy od: natężenia dźwięku, częstotliwości, czasu pracy, wrażliwości osobniczej, wieku pracownika.

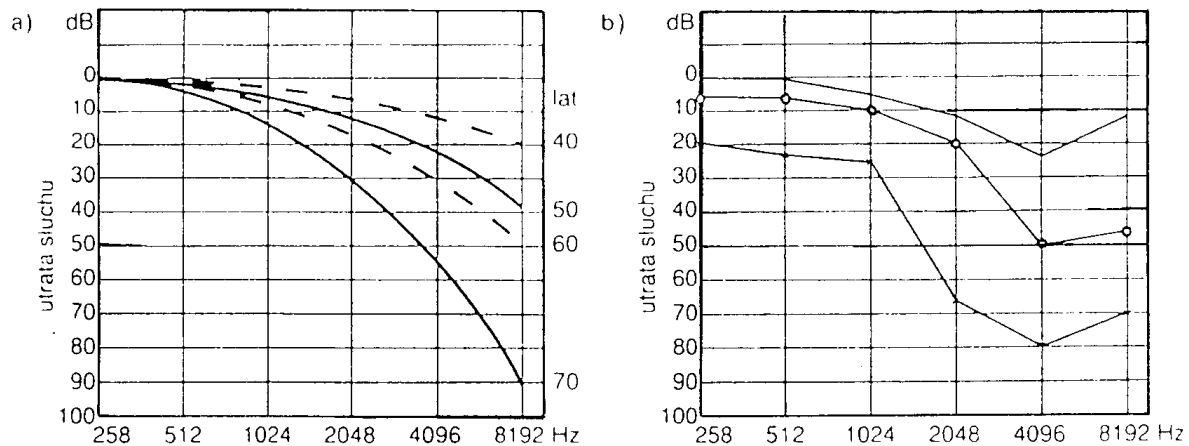
Uszkodzenie słuchu spowodowane hałasem cechuje się tym, że najbardziej osłabiona lub całkowicie zniesiona jest percepcja przy 4000 Hz.

Na przykład starcze osłabienie słuchu różni się od uszkodzenia spowodowanego hałasem tym, że zaczyna się już od 45 roku życia i obejmuje częstotliwości najwyższe. Powyższe uszkodzenia słuchu można rozróżnić wykonując badanie audiometryczne.

Żeby ocenić jakościowo i ilościowo słuch należy zapewnić określone warunki badania (pomieszczenie izolowane akustycznie, ściany pokryte od wewnątrz materiałem porowatym o dużej chłonności akustycznej). Dzięki temu fale akustyczne są dobrze pochłaniane i skraca się czas pogłosu we wnętrzu kabiny.

Audiometr jest urządzeniem elektroakustycznym, który generuje sygnały powtarzalne pod względem jakościowym i ilościowym. Są one przekazywane do narządu słuchu człowieka za pomocą słuchawek i odbierane są jako wrażenie dźwiękowe. Zakres częstotliwości objętych pomiarem wynosi najczęściej od 125 do 8000 Hz. Natężenie dźwięku można zmienić od 10 dB do 90 – 100 dB. Regulacja natężenia może być płynna lub skokowa, zależnie od typu aparatu.

W audiometrii bardzo ważne jest “zagłuszenie” ucha nie badanego. Wyłączenie wykonuje się tzw. “białym szumem”, który jest mieszaniną wielu częstotliwości podawanych z takim samym natężeniem. Progiem słyszenia dla człowieka nazywa się moment, w którym badany sygnalizuje, że słyszał nadawany ton. Wyniki nanosi się na siatkę audiogramu.



Rys.1 Porównanie audiogramu w przypadku starczego osłabienia słuchu (a) z audiogramem pracownika, u którego stwierdza się osłabienie słuchu spowodowane hałasem (b) (wg Marcinkowskiego “Podstawy higieny”)

W Polsce w hałasie ( $> 90$  dB) pracuje około 0,5 mln ludzi, z których rocznie 8,5 tys. ulega zawodowym uszkodzeniom słuchu.

Badania audiometryczne ujawniają rozwój trwałego ubytku słuchu. Średni trwały ubytek słuchu wynoszący 30 dB przy częstotliwości 1000, 2000 i 4000 Hz po stronie ucha za pomocą którego lepiej słyszymy i po uwzględnieniu fizjologicznego ubytku związanego z wiekiem, stanowi tzw. **ubytek krytyczny**. Jest on kryterium rozpoznania i orzeczenia zawodowego uszkodzenia słuchu jako choroby zawodowej.

#### Skutki wpływu hałasu:

- uszkodzenie struktur anatomicznych narządu słuchu powodujące niedosłuch aż do całkowitej głuchoty ( $130 - 140$  dB)

- upośledzenie sprawności słuchu bez widocznych uszkodzeń elementów anatomicznych narządu będące wynikiem długotrwałego przebywania w hałasie o poziomie dźwięku 80 dB, powodującego stan przeciążenia narządów słuchu ( spadek ostrości słyszenia )

**ad. 2. Niekorzystne działanie hałasu zależy od:**

- nastawienia człowieka do hałasu w jakim pracuje
- obciążenia pracą umysłową
- stopnia trudności wykonywanych czynności
- konieczności koncentracji

Wykazano, że uchwytnie zaburzenia funkcji fizjologicznych organizmu występują po przekroczeniu poziomu ciśnienia akustycznego 75 dB. Silne bodźce akustyczne o poziomie ciśnienia akustycznego powyżej 110 – 120 dB wpływają na funkcje narządów zmysłu wywołując np. zaburzenia widzenia, równowagi i dotyku. Przebywanie w hałasie zmniejsza możliwość skupienia uwagi człowieka, co prowadzi do upośledzenia sprawności wykonywanych prac umysłowych o 60 %, a fizycznych o 30 %.

Hałas powoduje zaburzenia funkcjonalne związane z upośledzeniem regulacji wegetatywnej określane jako działanie pozasłuchowe hałasu.

Objawy pozasłuchowego działania hałasu: zmiana rytmu oddychania i tętna, zmiana ciśnienia krwi, zmiana perystaltyki jelit, nasilenie choroby wrzodowej, zaburzenia w gospodarce wodno-elektrolitowej, spadek poziomu glukozy we krwi.

Sposoby porozumiewania się w różnych poziomach dźwięku:

0 – 30 dB	- szeptem
30 – 55 dB	- głosem normalnym
60 – 75 dB	- głosem podniesionym
80 – 95 dB	- rozmowa jest utrudniona
95 – 100 dB	- krzykiem
powyżej 100 dB	- niemożliwe porozumienie

**Hałas powoduje:**

- stres
- szkodliwe działanie na ośrodkowy układ nerwowy
- utrudnienie wypoczynku, nauki, pracy umysłowej, snu
- zmęczenie, depresje, obniżenie sprawności umysłowej, zwiększoną drażliwość, pobudliwość
- pogorszenie wzroku
- pogorszenie adaptacji do ciemności i spostrzegania barw

Pod wpływem pracy w hałasie rozwija się **zespół rzekomo nerwiczny**.

Objawy zespołu rzekomo nerwowego to: bóle głowy, bezsenność, drażliwość, kołatanie serca, biegunka, ubytek masy ciała, brak apetytu. Po ustąpieniu hałasu dolegliwości powyższe znikają. Jeżeli pracownik narażony jest stale na hałas, to z czasem pojawiają się zaburzenia wegetatywne. Nasilają się objawy wielu chorób ( nerwicy, choroby wrzodowej, nadciśnienia tętniczego ).

**Metody pomiarów hałasu:**

- bezpośrednie – stosuje się dozymetry hałasu lub całkujące mierniki poziomu dźwięku

- pośrednie – stosuje się zwykle mierniki poziomu dźwięku z jednoczesnym określeniem czasu trwania dźwięku
- przez umieszczenie mikrofonu , który powinien być umieszczony w miejscu gdzie znajduje się głowa pracownika; pomiar powinien być wykonany podczas jego nieobecności; mikrofon musi być umieszczony w odległości większej niż 1 m od ściany; 1,2 m nad podłogą; 1,5 m od okien )

#### **Sposoby ograniczania narażenia na hałas:**

- stosowanie mało hałaśliwych procesów technologicznych
- mechanizacja i automatyzacja procesów technologicznych
- właściwe zaplanowanie zakładu pracy
- stosowanie środków ochrony przeciwdźwiękowej
- stosowanie środków ochrony przeciwwibracyjnej
- indywidualne ochrony słuchu ( wata szklana, tłumiki wewnętrzne i zewnętrzne, hełmy ochronne )
- profilaktyczna działalność służby zdrowia: wstępna selekcja i odsunięcie od pracy osób nadwrażliwych na hałas, osób ze schorzeniami słuchu, ośrodkowego układu nerwowego, z nadciśnieniem; audiometryczne badania okresowe, oświata zdrowotna ( uświadamianie pracowników o istniejącym zagrożeniu oraz konieczności stosowania ochron słuchu )

#### **Ocena stopnia hałasu:**

1° hałasu ( 30 - 65 fonów ) – psychiczne reakcje człowieka przy braku reakcji fizjologicznych

2° hałasu ( 65 – 90 fonów ) – zmiany psychiczne i reakcje układu wegetatywnego

3° hałasu ( 90 – 120 fonów ) – zmiany psychiczne, reakcje układu wegetatywnego i inne niespecyficzne objawy kliniczne

4° hałasu ( > 120 fonów ) – bezpośrednie działanie dźwięku przez skórę na komórki nerwowe

## **2. WIBRACJE**

**Wibracje** to drgania mechaniczne przekazywane z ciała stałego bezpośrednio na poszczególne tkanki lub cały organizm. Wibracje są drganiami cyklicznymi o częstotliwości większej niż 0,5 Hz.

Wibracja jako czynnik fizyczny środowiska jest rozpowszechniona w przyrodzie i wszystkie żyjące organizmy często spotykają się z jej działaniem.

Rozwój techniki i mechanizacji w XX wieku dał możliwość korzystania ze swoich zdobyczy, ale także zmusił człowieka do przebywania w środowisku wibracyjnym wytworzonym przez urządzenia i maszyny techniczne jak również pojazdy.

Z biegiem czasu u ludzi narażonych na działanie drgań mechanicznych pojawiły się zmiany organiczne i czynnościowe wywołane działaniem wibracji. Pojawiła się tzw. choroba wibracyjna ( choroba zawodowa ), nastąpiły zmiany w układzie nerwowym, naczyniowym i ruchowym.

Człowiek jest narażony na dwa rodzaje wibracji:

1. wibrację ogólną
2. wibrację miejscową

Podział ten wynika z działania na ustrój człowieka, w zależności od miejsca wnikania energii wibracyjnej.

**Wibracja miejscowa** to drgania przenoszone na organizm człowieka z urządzenia (narzędzia ręczne ) przez kończyny górne lub inne ograniczone powierzchnie ciała.



**Wibracja ogólna** dotyczy drgań przenoszonych z podłoża np. podłogi, platformy drgającej lub z innych urządzeń przez kończyny dolne, mięśnie i kości miednicy, czyli drgań przenoszonych na człowieka stojącego, siedzącego lub leżącego.

#### **ad.1. Wibracja ogólna.**

Drgania te występują w środkach transportu i w pobliżu pracujących ciężkich maszyn. Wibracja ogólna powoduje rezonans narządów wewnętrznych. Przy dużych natężeniach mogą wystąpić mechaniczne uszkodzenia narządów, przy niskich – zaburzenia ich czynności.

Ten rodzaj wibracji powoduje głównie zaburzenia w ośrodkowym i obwodowym układzie nerwowym, w przewodzie pokarmowym, w narządzie słuchu i równowagi, narządzie ruchu (w odcinku lędźwiowym kręgosłupa), jak również zaburzenia ogólnoustrojowe w zakresie gospodarki białkowej, tłuszczowej, węglowodanowej, wodno-elektrolitowej i witaminowej.

Objawy wibracji ogólnej: osłabienie, łatwe męczenie się, zawroty głowy, zaburzenia snu, bóle w różnych częściach ciała, utrudnione oddychanie, wzmożone napięcie mięśni, obkurczanie naczyń krwionośnych, utrudnienie koncentracji i podzielności uwagi, zmniejszenie ostrości widzenia, zwężenie pola widzenia dla barwy czerwonej i zielonej. Objawy te są charakterystyczne dla zespołu rzekomo-nerwicowego.

Chorobą wywołaną przez wibrację ogólną jest **kinetoza** (choroba lokomocyjna = choroba ruchu = choroba morska = choroba powietrzna). Występuje ona podczas podróży statkiem, samolotem, samochodem. Patogenne częstotliwości to częstotliwości poniżej 0,5 Hz (0,3 Hz). Objawami kinetozy są: nudności, wymioty, błądliwość skóry (twarzy). Profilaktycznie stosuje się zmniejszenie oddziaływania energii wibracyjnej, odwrócenie uwagi chorego od jego objawów i podanie środków antycholinergiczych.

Rozpoznanie zespołu wibracyjnego spowodowane wibracją ogólną jest bardzo trudne, natomiast działania lecznicze sprowadza się do odsunięcia człowieka od pracy w warunkach szkodliwych spowodowanych wibracją i na leczeniu objawowym.

#### **ad.2. Wibracja miejscowa.**

Na ten rodzaj wibracji narażeni są ludzie pracujący z narzędziami pneumatycznymi, wiertarkami, piłami elektrycznymi. Długotrwałe narażenie na wibrację miejscową może doprowadzić do choroby zwanej **zespołem wibracyjnym**.

Zespół wibracyjny jest to zespół objawów ze strony układu nerwowego, kostno-stawowego i naczyniowego spowodowanych szkodliwym działaniem wibracji.

Od 1968 roku zespół ten przyjęto w Polsce do jednej z chorób zawodowych.

Podział zespołu wibracyjnego:

1. wywołany miejscowym działaniem drgań mechanicznych:

- postać naczyniowa
- postać naczyniowo-nerwowa
- postać kostna
- postać kostno-stawowa
- postaci mieszane: naczyniowo-kostna, naczyniowo-kostno-stawowa, naczyniowo-nerwowo-kostno-stawowa

2. wywołany ogólnym działaniem drgań mechanicznych:

- postać naczyniowa
- postać naczyniowo-nerwowa
- postać kostno-stawowa

Objawy zespołu wibracyjnego najczęściej ujawniają się po 3 – 5 latach pracy w narażeniu na wibrację, chociaż zdarzają się także już po kilku miesiącach. Jest to uzależnione przede wszystkim od wrażliwości człowieka.

Przyjmuje się, że powyżej częstotliwości drgań 30 – 35 Hz występują zmiany naczyniowe, a poniżej ujawniają się objawy ze strony układu kostno-stawowego. Przy jednej i drugiej postaci mogą wystąpić objawy ze strony układu nerwowego.

### **Postać naczyniowa zespołu wibracyjnego i naczyniowo-nerwowa:**

Obraz kliniczny ( 3 okresy ):

1. okres zwiastunów – pojawiają się drętwienia, mrowienia występujące przy gorszym ukrwieniu kończyny; czasami stwierdza się nieznaczne oziębienie rąk i pocenie; mogą pojawiać się również bóle rąk. Najczęściej próg czucia wibracji jest powyżej 80 – 85 dB, ale nie przekracza 90 dB. Objawy chorobowe mają tu charakter czynnościowy. Zdarza się, że u niektórych osób pracujących z narzędziami drgającymi dolegliwości te po kilku miesiącach ustępują, mimo dalszej pracy w takim środowisku.
2. okres zmian wczesnych
  - bardziej nasilone i rozległe bóle, mrowienia, drętwienia
  - bóle spoczynkowe ( tępe, rozlane, głuche )
  - nadwrażliwość na działanie chłodu
  - okresowe bóle i zawroty głowy, kłujące bóle w okolicy serca, przyspieszenie akcji serca, nadpobudliwość, ogólne osłabienie
  - skóra rąk staje się czerwonosinawa, czasami marmurkowata, bardziej wilgotna i chłodna
  - temperatura skóry palców rąk obniża się ( poniżej 25°C )
  - osłabienie czucia bólu i temperatury
  - czucie wibracji ulega wyraźnemu osłabieniu i próg czucia podnosi się do 100 dB
  - przewodnictwo nerwowe może być nieznacznie zwolnione
3. okres zmian zaawansowanych
  - wyżej wymienione objawy ulegają znacznemu nasileniu
  - pojawiają się zmiany troficzne w skórze rąk
  - akroparestezje i bóle występują też w czasie pracy
  - może zaniknąć tętno na jednej z tętnic promieniowych
  - osłabienie siły rąk i czucia
  - zanik mięśni międzykostnych śródreżcza

Jeżeli rozpozna się zespół wibracyjny w tym okresie, wtedy lekarze orzekają o inwalidztwie. Leczenie tego zespołu jest objawowe. Stosuje się zabiegi fizykoterapeutyczne (ciepło, masaż podwodny); podaje się leki rozszerzające naczynia obwodowe (oprócz III okresu zespołu wibracyjnego). Oprócz leczenia ważny jest dobór pracowników na danym stanowisku jak i profilaktyka techniczna, czyli udoskonalenie narzędzi pracy.

### **Postać kostno-stawowa zespołu wibracyjnego:**

Obraz kliniczny:

- zmiany w zakresie stawów i kości nadgarstka, kości promieniowej i łokciowej oraz stawu łokciowego, rzadziej w stawach barkowo-obojęzycznych
- w późniejszym okresie pojawiają się zmiany radiologiczne, które mają postać zróżnicowaną: torbiele, martwica jałowa, zmiany zwyrodnieniowe, zwapnienia więzadeł i przyczepów ścięgien, odczyny okostnowe, ograniczony zanik kostny
- uszkodzenie naczyń krwionośnych włosowatych, przerwanie ich ciągłości, powstawanie w nich zatorów
- uszkodzenie elastycznych struktur ścięgien, więzadeł, torebek stawowych

- w obrębie stawów może dojść do zapalenia torebek maziowych, pochewek ścięgnistych, zapalenia okołostawowego

Diagnostyka postaci kostno-stawowej zespołu wibracyjnego polega głównie na badaniu radiologicznym. W leczeniu stosuje się fizykoterapię i balneoterapię, a czasem leczenie operacyjne.

Ważna jest profilaktyka, która polega na: udoskonaleniu narzędzi wibrujących, częstej kontroli lekarskiej ludzi narażonych na wibrację, wczesnym odizolowaniu ich od miejsca narażenia, skróceniu czasu pracy w danych szkodliwych warunkach.

### **Zespół wibracyjny wywołany działaniem drgań mechanicznych:**

Obraz kliniczny:

- najczęściej obserwuje się zespół nerwiczny (przejawia się nadmierną męczliwością, zawrotami głowy, zaburzeniami snu)
- zaburzenia w pracy wielu narządów i układów (ośrodkowy i obwodowy układ nerwowy, przewód pokarmowy, układ kostno-stawowy)
- działanie drgań może zmieniać gospodarkę białkową, węglowodanową, wodno-elektrolitową, witaminową
- zaburzenia hormonalne
- zaburzenie funkcjonowania narządów zmysłów

Drgania mechaniczne o niskiej częstotliwości pobudzają różne zakończenia nerwowe. Rezonans narządów zależy od ich masy i sprężystości zawieszenia, dlatego narządy o różnej masie będą posiadały różne częstotliwości rezonansowe.

Tabela 3.

Częstotliwości rezonansowe niektórych narządów i części ciała człowieka (wg Jurczaka M.E. "Wpływ wibracji na ustój")

Narządy i części ciała	Częstotliwości rezonansowe niektórych narządów i części ciała człowieka [Hz]
Głowa	5 – 25
Szczeka	6 – 8
Krtień-tchawica-oskrzela	12 – 16
Narządy klatki piersiowej	5 – 9
Kończyny górne	3
Narządy jamy brzusznej	4,5 – 10
Pęcherz moczowy	10 – 18
Prostnica	10,5 – 16
Miednica	5 – 9
Umięśnienie	13 – 20
Kończyny dolne	5

Krótkie działanie wibracji na organizm ma charakter stresowy i wywołuje reakcję, która przebiega w charakterystyczny sposób dla odruchów obronnych przy pobudzeniu układu wegetatywnego.

Reakcja organizmu człowieka zależy od parametrów bodźca wibracyjnego, jego czasu działania na organizm.

**Reakcje organizmu na działanie wibracji dzielimy na:**

1. reakcje subiektywne
2. zaburzenie funkcji psychosomatycznych
3. zaburzenia fizjologiczne ustroju

Powyższe typy reakcji człowieka na działanie wibracji określają jego zdolność do wykonania danego zadania w środowisku wibracyjnym.

#### ad. 1.

Najsilniej wyrażone reakcje subiektywne stwierdzono u ludzi poddanych działaniu niskich częstotliwości wibracji w granicach od 2 – 20 Hz.

Częstotliwością rezonansową dla narządów jamy brzusznej przy pozycji pionowej i przy odprężonych mięśniach jamy brzusznej jest częstotliwość 3 Hz, natomiast największe objawy subiektywne w postaci bólów brzucha występują przy częstotliwości 5 – 10 Hz.

Przy częstotliwościach do 10 Hz występują dolegliwości głównie na skutek reakcji narządów klatki piersiowej i jamy brzusznej, a przy częstotliwości 10 – 20 Hz na skutek reakcji układu mięśniowo-szkieletowego, struktur głowy i szyi.

Tabela 4.

Reakcje subiektywne człowieka przy działaniu wibracji ogólnej 1 – 20 Hz (wg Jurczaka M.E. “Wpływ wibracji na ustrój” )

Objawy ze strony narządów i innych części ciała człowieka poddanych wibracji	Zakresy częstotliwości uznane jako dokuczliwe [Hz]	Zakresy częstotliwości w których reakcje są bardzo intensywne [Hz]
Ogólne złe samopoczucie	1 – 20	4,5 – 9
Zawroty głowy	9 – 20	13 – 20
Silne drgania szczęki	6 – 8	-
Bezdech	-	1 – 3
Zaburzenia oddychania	4 – 8	-
Ból brzucha	4 – 14	4,5 – 10
Silny wzrost napięcia mięśniowego	10 – 20	13 – 20
Ból klatki piersiowej	4- 11	5 – 7
Ból lędźwiowo-krzyżowy	6,5 – 20	8 – 12
Parcie na mocz	9 – 20	10 – 18
Parcie na kał	9 - 20	10,5 - 16

#### ad. 2.

Przekroczenie amplitudy powyżej 0,0125 cala (3,175 mm) przy niskich częstotliwościach wibracji do 20 Hz wywołuje bardzo poważne zaburzenia funkcji psychosomatycznych.

Dla częstotliwości powyżej 20 Hz przy kilkakrotnie mniejszych amplitudach obserwuje się natężenie stopnia zaburzeń psychosomatycznych.

Zakres częstotliwości 35 – 250 Hz doprowadza do skurczu naczyniowego. Częstotliwości 100 – 150 Hz są najbardziej niebezpieczne. Poniżej 35 i powyżej 250 Hz skurcz naczyń pojawia się rzadko. Przy częstotliwościach do 35 Hz następuje atonia naczyń, a powyżej 400 Hz pojawia się specyficzny zespół chorobowy tzw. “pieczenia-palenia”, który polega na bardzo dokuczliwych piekących bólach.

Tabela 5.

Działanie biologiczne wibracji na organizm (wg Jurczaka M.E. "Wpływ wibracji na ustrój")

Zakres częstotliwości	Efekt
< 16 Hz	Głównym parametrem determinującym jest przyspieszenie drgań. - drgania poszczególnych narządów układów lub części ciała - reakcje przedsionkowe
25 Hz	- częstotliwości percepowane przez ustrój jeszcze jako pojedyncze wstrząsy - zmiany w układzie ruchu
35 Hz	- choroba wibracyjna ( zespół wielopostaciowy ) - rzadko występuje skurcz naczyń
50 Hz	- choroba wibracyjna z wystąpieniem skurczu naczyniowego
250 Hz	- graniczna wartość częstotliwości dla wystąpienia skurczu naczyniowego - rzadko występuje choroba wibracyjna
> 16000 Hz ( zakres ultradźwiękowy )	- transformacja energii mechanicznej w energię cieplną, efekt bakteriobójczy, wzrost temperatury - wpływa na ośrodkowy układ nerwowy

Jeżeli wibracja o dużej wartości energetycznej działa na człowieka bardzo krótko, to wpływa ona tylko na wywołanie stresu.

### ad. 3.

Wielkość reakcji fizjologicznych zależy od intensywności wibracji i od charakteru dodatkowego bodźca obciążeniowego ( ciepło, zimno, niedotlenienie, obniżenie ciśnienia atmosferycznego, przyspieszenie, zwiększony wysiłek statyczny, gazy, promieniowanie jonizujące, substancje toksyczne ).

Stopień nasilenia skurczu naczyń włosowatych i obniżenie czucia wibracji są większe przy temperaturze 5°C, niż przy 14°C.

Wpływ zimna i wibracji wywołuje u pracowników zmniejszenie siły mięśniowej i obniżenie temperatury skóry, w porównaniu do pracy w okresie letnim.

Długotrwałe działanie wibracji na kończyny górne i działanie zimna pogłębia skłonność do skurczu naczyń skóry, oraz do szybkiego pojawienia się choroby wibracyjnej.

U ludzi pracujących w wysokiej temperaturze i w środowisku wibracyjnym wykazano, że choroba wibracyjna rozwija się bardzo powoli (w czasie jednoczesnego działania ciepła i wibracji nie dochodzi do skurczu naczyń ).

Współdziałanie wibracji z niedotlenieniem wywołuje duże zmiany w ośrodkowym układzie nerwowym, stan bardzo silnego pobudzenia układu współczulno-nadnerczowego.

### CHOROBA WIBRACYJNA.

Tabela 6.

Typowe objawy choroby wibracyjnej w poszczególnych zakresach częstotliwości (wg Jurczaka M.E. "Wpływ wibracji na ustrój")

Typowe objawy	Częstotliwość wibracji w Hz
Zmiany morfologiczne i czynnościowe w układzie ruchu	< 30
Zaburzenia naczynio-ruchowe	35 – 250
Dominowanie objawów bólowych (ból piekący w kończynach górnych)	< 333

Tabela 7.

Klasyfikacja choroby wibracyjnej wg zespołów chorobowych (wg Jurczaka M.E. "Wpływ wibracji na ustrój")

Zespół chorobowy	Charakter działającej wibracji
Zespół dystonii naczyniowej	Wibracja o niskiej częstotliwości, rzadziej o średnich częstotliwościach
Zespół naczynioskurczowy	Wibracja o wysokiej częstotliwości
Zespół wegetatywnego zapalenia wielonerwowego	Wibracja o niskich i średnich częstotliwościach
Zespół wegetatywnego zapalenia mięśni i powięzi	Wibracja i niskich częstotliwościach z jednoczesnym znacznym wysiłkiem mięśniowym
Zespół zapalenia nerwów	Wibracja o niskich częstotliwościach z jednoczesnym występowaniem udaru powrotnego
Zespół międzymózgowy z zaburzeniami krążeniowymi	Wibracja o wysokich częstotliwościach
Zespół przedsionkowy	Wibracja o niskich częstotliwościach

Tabela 8.

Najczęściej zgłaszane skargi i występowanie objawów obiektywnych przy działaniu wibracji ogólnej o niskich częstotliwościach (wg Jurczaka M.E. "Wpływ wibracji na ustrój")

Skargi ludzi	Objawy obiektywne
Bóle i zawroty głowy	Zaburzenia czynności narządu przedsionkowego

Nudności, wymioty na czczo	Nieżyty żołądka z niedokwasotą
Bóle w okolicach podżebrowych i w okolicach żołądka	Bóle w zakresie splotu słonecznego
Bóle w krzyżu i wzdłuż nerwu kulszowego	Zapalenie korzonków nerwowych
Bóle w dole brzucha, częste parcie na pęcherz moczowy	Dyskopatia kręgów lędźwiowych
Zaburzenia cyklu miesięczkowego; impotencja	Zaostrzenie procesów zapalnych w narządach rodnych

### 3. OŚWIETLENIE

**Oświetlenie** to padanie światła na dany obiekt. Z fizycznego punktu widzenia przez pojęcie “oświetlenie” rozumie się natężenie oświetlenia.

Oko odbiera wrażenia świetlne dzięki wrażliwości światłoczułych elementów rozmieszczonych w siatkówce. Wrażenie świetlne powstaje wtedy, gdy na siatkówkę oka pada energia promienista o długości fali 380 – 760 nm (  $1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$  ). Promieniowanie o powyższej długości fali to promieniowanie widzialne.

W pomieszczeniach, w których człowiek pracuje powinno być zapewnione oświetlenie naturalne (słońce). Jeżeli jest to niemożliwe wtedy musi być dobre oświetlenie sztuczne (boczne lub górne). Powinno ono być dostosowane do rodzaju prac i ich dokładności.

Naturalny system oświetleniowy to bezpośrednie promieniowanie optyczne, którego źródłem są: słońce, nieboskłon, księżyc, planety, gwiazdy.

Słońce jest centralnym ciałem naszego układu planetarnego, które ogrzewa i oświetla Ziemię. Stanowi źródło energii wysyłanej na Ziemię. Pomimo, że Ziemia znajduje się w odległości średnio 150 mln km, oświetlenie słoneczne na Ziemi przy prostym padaniu promieni jest równoważne oświetleniu 900 stuwatowych żarówek umieszczonych w odległości 1 m.

Na moc promieniowania dochodzącego do wybranego punktu Ziemi wpływa elewacja słońca czyli:

- pora roku ( zmiana odległości od słońca )
- pora dnia ( zmiana grubości warstwy atmosferycznej, przez którą przechodzi promieniowanie optyczne )
- szerokość geograficzna ( różny kąt padania promieniowania na powierzchnię poziomą )
- stan atmosfery ( niebo czyste, zamglone, zachmurzone )

Rozróżniamy trzy typy oświetlenia w zależności od umieszczenia w pomieszczeniu otworów świetlnych: boczne, górne, mieszane.

Sztuczny system oświetleniowy to: żarówki, świetlówki, lampy sodowe, rtęciowe, łukowe.

Stosowanie świetlówek wiąże się z możliwością wystąpienia zjawiska stroboskopowego. Polega ono na tym, że obserwator ma wrażenie dwojenia, bezruchu lub ruchu w kierunku przeciwnym przedmiotów poruszających się cyklicznie.

#### **Rozróżniamy oświetlenie:**

- ogólne ( pośrednie ) – odbite od sufitu i rozproszone. Lampy nisko zawieszone i nie osłonięte mogą powodować zjawisko olśnienia. Jest to zjawisko wywołane przez bodźce świetlne o dużej wartości w stosunku do możliwości adaptacyjnych oka
- miejscowe ( bezpośrednie ) – oświetlenie niektórych części przestrzeni
- kombinowane ( złożone ) – składa się z oświetlenia ogólnego i miejscowego

#### **Najmniejsze dopuszczalne natężenia oświetlenia:**

10 lx – najmniejsze dopuszczalne natężenia oświetlenia; możliwa ogólna orientacja w pomieszczeniach

20 lx – piwnice, strychy

50 lx – krótkotrwałe przebywanie połączone z wykonywaniem prostych czynności  
 100 lx – prace nieciężkie i czynności dorywcze przy ograniczonych wymaganiach wzrokowych ( jadalnie, świetlice, aule )  
 300 lx – prace przy przeciętnych wymaganiach wzrokowych ( łatwe prace biurowe, sale szkolne )  
 500 lx – praca przy dużych wymaganiach wzroku ( prace ślusarskie, szycie )  
 750 lx – długotrwała i natężona praca wzrokowa ( prace kreślarskie )  
 1000 lx – długotrwała i wyjątkowo wyteżona praca wzrokowa ( montaż najmniejszych elementów elektronicznych, oświetlenie pola operacyjnego )

#### **Podstawowe pojęcia i jednostki świetlne:**

- strumień świetlny – ilość energii promienistej, jaką źródło światła wysyła w jednostce czasu w postaci promieniowania widzialnego [lm]-lumen
- jasność (blask) – stosunek natężenia światła wysyłanego w danym kierunku do pola powierzchni świecącej [sb]-stilb
- natężenie oświetlenia – ilość światła padającego na daną powierzchnię (stosunek strumienia świetlnego do powierzchni, na jaką strumień pada) [lx]-luks
- natężenie źródła światła – ilość energii świetlnej wysyłanej przez źródło światła w ciągu 1 sekundy [cd]-kandela

#### **Dokładność widzenia (zdolność do rozróżniania przedmiotów ) zależy od:**

- wielkości oglądanego przedmiotu
- jego odległości od oka
- jakości wzroku
- położenia przedmiotu w polu widzenia
- natężenia oświetlenia powierzchni oglądanego przedmiotu
- kontrastowości przedmiotów
- warunków oświetlenia

#### **Rodzaje zagrożeń związane z promieniowaniem optycznym:**

1. promieniowanie nadfioletowe ( UV )
2. promieniowanie widzialne
3. promieniowanie podczerwone( IR )

##### **ad.1 Promieniowanie nadfioletowe**

Jest to część widma fal elektromagnetycznych.

Narażenie pracowników na to promieniowanie charakteryzowane jest przez wartości skuteczne napromienienia erytemalnego (wywołującego rumień skóry) i koniunktywalnego (wywołującego zapalenie spojówki lub rogówki oka).

Najwyższa dopuszczalna wartość skuteczna napromienienia koniunktywalnego w ciągu 8-godzinnego wymiaru czasu pracy wynosi  $30 \text{ J/m}^2$  w przypadku narażenia nie powtarzającego się w następnym dniu, a  $18 \text{ J/m}^2$  w przypadku ekspozycji powtarzających się w kolejnych dniach, natomiast dla napromienienia erytemalnego wynosi  $30 \text{ J/m}^2$  bez względu na powtarzalność ekspozycji.

Promieniowanie nadfioletowe dzieli się na trzy zakresy:

- zakres A ( nadfiolet A ) – ( UV-A ) – o długości fali od 315 – 390 nm – przenika przez naskórek, wywołuje pigmentację skóry
- zakres B ( nadfiolet B ) – ( UV-B ) – o długości fali od 280 – 315 nm – wywołuje rumień skóry, używany w terapii świetlnej do leczenia krzywicy
- zakres C ( nadfiolet C ) – ( UV-C ) – o długości fali od 180 – 280 nm – mniej przenikliwy, pochłaniany przez naskórek, stosowany do wyjaławiania ( boksy w szpitalach, narzędzia



medyczne, żywność), do leczenia chorób skóry, ma działanie bakteriobójcze. Przenikliwość promieniowania UV jest niewielka. Głównym źródłem promieniowania UV jest słońce, a także gazowe lampy wyładowcze, lampy fluorescencyjne, kwarcowe, palniki acetylenowo-tlenowe, fluorowodorowe, plazmowe i tlenowo-wodorowe.

Działanie promieniowania UV w zależności od pochłoniętej dawki:

a) korzystne:

- produkcja witaminy D (przemiana w skórze 7-dehydrocholesterolu w cholekalcyferol)
- wzrost stężenia melaniny
- wzrost ukrwienia skóry
- szybszy wzrost naskórka

b) szkodliwe:

- ostre lub przewlekłe objawy ze strony narządu wzroku:
  - zapalenie spojówek
  - uszkodzenie nabłonka rogówki
  - długotrwałe działanie UV powoduje powstanie skrzydlika, zaćmy, zmian nowotworowych
- ostre objawy skórne:
  - rumień
  - pęcherze
  - zniszczenie powierzchni naskórka z wtórną infekcją
  - oparzenia termiczne I i II stopnia
  - przyspieszenie starzenia się skóry
  - nowotwory skóry

Ochrona przed promieniowaniem UV to przede wszystkim filtry przeciwsłoneczne w kremach i szklach okularów.

Zastosowanie promieniowania UV w medycynie:

UV-A i UV-B – w leczeniu łuszczycy, fototerapia noworodka, stymulacja syntezy witaminy D<sub>3</sub>

UV-A – polimeryzacja materiałów dentystycznych

UV-C – do sterylizacji szkła

## **ad.2 Promieniowanie widzialne**

Obejmuje zakres od 380 – 760 nm. Źródłem promieniowania widzialnego jest energia słoneczna oraz urządzenia oświetlenia sztucznego. Oko ludzkie jest najwrażliwsze przy długości fali 555 nm. Przy tej długości światło ma kolor żółtozielony.

Działanie promieniowania widzialnego:

- jako inicjator u roślin procesu fotosyntezy
- synchronizator okołodobowych cykli fizjologicznych
- wywołuje wrażenie światła działające na narząd wzroku

Szkodliwe działanie promieniowania widzialnego dotyczy tylko oka ludzkiego. Jest ono przystosowane do odbioru obrazów o małych i dużych jaskrawościach, ale musi być do tego odbioru zaadaptowane.

Nagła zmiana jaskrawości obrazu jest szkodliwa. Powoduje ona uszkodzenie siatkówki oka.

Również szkodliwe są częste zmiany jaskrawości powierzchni, które obserwujemy. Częsta zmiana tych warunków wywołuje nadmierną pracę oka, co powoduje zmęczenie wzroku, a następnie zmęczenie całego organizmu.

Jeżeli w polu widzenia pojawi się powierzchnia lub punkt świetlny o dużej jaskrawości, to przyczyni się to do wywołania olśnienia, a następnie do zmęczenia oka.

Szkodliwe jest również tętnienie światła (wpływa na zmianę samopoczucia człowieka).

### ad.3 Promieniowanie podczerwone

Jednym z głównych źródeł promieniowania jest energia słoneczna. W promieniowaniu słonecznym około 54 % energii przypada na to promieniowanie. Narażenie pracowników na promieniowanie podczerwone charakteryzowane jest przez wartości średnie i najwyższe chwilowe natężenia napromienienia oczu i skóry, odniesione do temperatury 20°C.

Średnie natężenie napromienienia jest to iloraz napromienienia oczu lub skóry w czasie ekspozycji i czasu trwania tej ekspozycji.

$$E_{\text{sr.}} = N / t ; \quad \text{gdzie: } E_{\text{sr.}} - \text{średnie natężenie napromienienia w W/m}^2$$

$$N - \text{napromienienie w J/m}^2$$

$$T - \text{czas trwania ekspozycji w s.}$$

Najwyższe chwilowe natężenie napromienienia jest to największa chwilowa wartość natężenia napromienienia występująca podczas ekspozycji, która trwa nie dłużej niż 60s.

Najwyższe dopuszczalne średnie natężenia napromienienia wynosi dla oka – 150 W/m<sup>2</sup>, dla skóry – 700 W/m<sup>2</sup>.

Najwyższe dopuszczalne chwilowe natężenie napromienienia oka i skóry oblicza się wg wzoru:

$$E = a \cdot t^{-1/2} \quad \text{gdzie: } E - \text{najwyższe chwilowe natężenie napromienienia w W/m}^2$$

$$t - \text{czas ekspozycji [s] ( przy czym } < 60 \text{ s )}$$

$$a - \text{stała ( dla oka wynosi } 1200 \text{ W} \cdot \text{s}^{1/2} \cdot \text{m}^{-2} \text{ ; dla skóry } 5600 \text{ W} \cdot \text{s}^{1/2} \cdot \text{m}^{-2} \text{ )}$$

Źródła promieniowania podczerwonego można podzielić pod względem fizycznym na cztery grupy:

- źródła promieniowania temperaturowego ( cieplnego ), w których promieniowanie powstaje jako skutek spalania się lub ogrzewania ciał do określonej temperatury ( lampy żarowe, pręcikowe )
- lampy gazowe ( jarzeniowe ) – lampy do wyładowań elektrycznych w gazach ( cezowe i kryptonowe )
- źródła mieszane ( lampy łukowe )
- lasery

Wpływ promieniowania na organizm zależy od:

- długości fali
- natężenia
- wielkości napromieniowanej powierzchni

Promieniowanie podczerwone jest głównym czynnikiem w zaburzeniach termoregulacji organizmu. Wpływa to ujemnie na układ sercowo-naczyniowy i przyspiesza starzenie się organizmu.

Promieniowanie podczerwone ( IR ) – ( 180- 360 nm ) - dzieli się na trzy zakresy:

- zakres A ( IR-A ) ( krótkofalowy )
- zakres B ( IR-B ) ( średniodługościowy ) – pochłaniany przez zewnętrzne warstwy skóry
- zakres C ( IR-C ) ( długofalowy ) – pochłaniany przez skórę do głębszych warstw i tkanki podskórnej

Podział ten wynika z różnej głębokości wnikania w głąb ciała IR-C----kilkanaście cm; IR-B-- --1 – 2 cm; IR-A----zatrzymuje się na powierzchni.

Około 95 % promieniowania IR zostaje pochłonięte przez ludzką skórę. Ilość wniknięcia tego promieniowania zależy od: grubości, koloru, stopnia zawilgocenia skóry oraz od długości promieniowania.

Działanie promieniowania IR:

a) szkodliwe:

- wzrost temperatury skóry:
- rumień ciepły ( miejscowy odczyn na skórze pojawiający się zaraz po napromieniowaniu i znikający bez pozostawienia śladów )
- rumień fotochemiczny ( przebarwienia ciepłne )
- szkodliwe działanie na oczy ( szczególnie niebezpieczny zakres bliski około 760 nm )
- IR-A i IR-B – prowadzi do zmętnienia soczewki oka ( katarakta ), a następnie do zmętnienia jądra soczewki ( zaćma ) ( działanie około 10 – 20 lat )
- IR-B i IR-C – wywołuje zmiany w postaci zapalenia spojówek i uszkodzenia nabłonka rogówki
- Oglądanie silnych źródeł światła ( świecące nie osłonięte żarówki o dużej mocy ) – powoduje termiczne uszkodzenie oka, którego głównym objawem jest mroczek centralny)
- ogólne działanie promieniowania IR:
- zmniejszenie ciśnienia krwi
- tachykardia
- oparzenia skóry ( rumień skóry i obrzęk )

b) korzystne:

- leczenie nerwobóli
- leczenie zapalenia zatok obocznych nosa
- leczenie chorób stawów

Wykorzystanie promieniowania IR:

- w diagnostyce raka płuc
- w diagnostyce chorób sutka u kobiet
- do oceny stanu układu krążenia
- do oceny rozległości niektórych procesów zapalnych

#### 4. POLE ELEKTROMAGNETYCZNE

**Pole elektromagnetyczne** obejmuje promieniowanie elektromagnetyczne o częstotliwości mniejszej niż 300 GHz.

W skład jego wchodzi fale radiowe, które obejmują zarówno bardzo niskie częstotliwości dochodzące do około 30 kHz, jak i mikrofae w granicach około 300 MHz – 300 GHz. Powyżej 300 GHz rozciąga się pasmo promieniowania podczerwonego (około 300 GHz – 30 THz), widzialnego (około 30 THz –  $3 \cdot 10^3$  THz) oraz promieniowania nadfioletowego, promieniowania X i promieniowania gamma, których graniczne wartości mieszczą się odpowiednio w przedziałach:  $3 \cdot 10^3$  –  $3 \cdot 10^6$  THz,  $3 \cdot 10^4$  –  $3 \cdot 10^7$  THz,  $3 \cdot 10^6$  –  $3 \cdot 10^9$  THz.

Fale o bardzo niskiej częstotliwości ( < 30 kHz ) są wytwarzane przez linie energetyczne oraz monitory, mikrofae przez kuchnie mikrofalowe i radary. Zakresy te wchodzi w skład fal radiowych, których fale o częstotliwościach pośrednich w stosunku do powyższych od 30 kHz do 300 MHz są emitowane przez radio, telewizję i telefony komórkowe.

Oddziaływanie fali elektromagnetycznej na organizmy żywe zależy od: częstotliwości i mocy fali, czasu ekspozycji, odległości od źródła pola.

Fale elektromagnetyczne otaczają nas z każdej strony. Wytwarzane są one przez różne urządzenia domowe, przemysłowe, telefony komórkowe, stacje rozdzielcze, transformatory,

energetyczne linie przesyłowe, środki lokomocyjne, stacje radiowe, okablowanie domów oraz przez nas samych. Fala elektromagnetyczna, przechodząc przez ciało człowieka oddaje mu część swojej energii, może ulec załamaniu, a jej część ulega odbiciu przez tkanki. Fale długie o niskiej częstotliwości wnikają głęboko do wnętrza organizmu, zanim ich energia zostanie pochłonięta. Wszystkie fale nakładają się na siebie, interferują ze sobą, załamują się lub wzmacniają na niektórych przeszkodach. Tworzą przez to skomplikowany rozkład energii. O właściwościach ciała człowieka decyduje głównie woda stanowiąca około 65 % jego masy, która powoduje silne tłumienie rozchodzących się fal. Dlatego tkanki o dużym uwodnieniu (krew, tkanka łączna, mózgowa, mięśniowa) przejmują energię znacznie silniej niż tkanki o małej zawartości wody (tkanka kostna, tłuszczowa). Wnikanie fal do wnętrza organizmu człowieka wiąże się ściśle z ich częstotliwością i dla fal o częstotliwości 1, 50, 100 MHz głębokość wnikania wynosi odpowiednio 75, 10, 7 cm (a dla tkanek z małą zawartością wody wartości te wzrastają 4 – 10 krotnie).

W życiu codziennym najczęściej stykamy się z polem elektromagnetycznym o niskiej częstotliwości. Każde urządzenie zasilane prądem z sieci wytwarza w czasie pracy pole o częstotliwości 50 Hz. Niektóre z nich np. telewizory, komputery czy kuchenki mikrofalowe emitują dodatkowo pola o znacznie większych częstotliwościach. W jeszcze innych natężenie pól magnetycznych może być zwielokrotnione z powodu obecności silnika np. w odkurzaczu, suszarce, czy golarce. Wszystkie te pola współistnieją w naszych mieszkaniach. Odbijają się od ścian i metalowych przedmiotów, ulegają miejscowemu wzmocnieniu lub osłabieniu. Zwykle ich natężenia są niewielkie, a o sile ich biologicznego oddziaływania decyduje wtedy odległość od źródła pola. Przyjmuje się, że długotrwałe przebywanie w polu magnetycznym o natężeniu przekraczającym 3 – 10 mG (niższe od okolic narażonych na energetyczne linie przesyłowe i niektóre urządzenia domowe), może być czynnikiem, który zwiększa możliwość zachorowania na niektóre typy nowotworów. Również w codziennym życiu stykamy się z różnego rodzaju polami radio- i mikrofalowymi, ale ich natężenia także są niewielkie.

Im dalej będziemy przebywać od urządzenia emitującego fale elektromagnetyczne tym natężenie promieniowania pola magnetycznego będzie mniejsze.

W odległości 15 cm od urządzeń domowych wytwarzających w czasie pracy pole o częstotliwości 50 Hz, największe natężenie pola magnetycznego wytwarzają: odkurzacz (100 – 700 mG), suszarka do włosów (300 – 700 mG), mikser (30 – 600 mG), golarzka elektryczna (100 – 600 mG) i kuchenka mikrofalowa (100 – 300 mG). Pozostałe urządzenia domowe w tej odległości mają natężenie poniżej 200 mG (np. wiertarka 100 – 200 mG, malakser 20 – 130 mG, młynek do kawy 30 – 100 mG, pralka automatyczna 20 – 130 mG, młynek do kawy 30 – 100 mG, pralka automatyczna 20 – 100 mG, lodówka 5 – 50 mG, komputer 20 – 50 mG, żelazko i telewizor kolorowy poniżej 20 mG, natomiast magnetowid i magnetofon poniżej 5 mG).

W odległości 30 cm natężenia pól magnetycznych dla wszystkich powyższych urządzeń są mniejsze niż 100 mG, jedynie odkurzacz emituje natężenie od 20 – 200 mG. Najmniejsze natężenie wykazuje magnetowid, magnetofon (około 1 mG), telewizor (2 – 7 mG), pralka (7 – 0 mG) i komputer (5 – 10 mG).

W odległości 60 i 120 cm natężenie ich jest minimalne.

Wokół linii przesyłowych wytwarzających pole magnetyczne 50 Hz, natężenie pola magnetycznego również maleje ze wzrostem odległości od nich (np. w oddaleniu 10, 20, 40 m od linii przesyłowych 220 kV, natężenie pola magnetycznego przewodów wynosi odpowiednio: 250, 100 i < 12 mG, a linii 400 kV: 300 – 350, 150 i < 40 mG).

W otoczeniu źródeł pól magnetycznych stałych i o częstotliwości przemysłowej 50 Hz wyróżnia się następujące strefy oddziaływania pola:

1. strefę niebezpieczną, w której przebywanie pracowników jest zabronione
2. strefę zagrożenia, w której dopuszczalny czas przebywania pracowników zależy od natężenia działającego pola
3. strefę bezpieczną, w której przebywanie pracowników jest dozwolone bez ograniczeń czasowych

**ad.1.** Za strefę niebezpieczną uważa się obszar, w którym natężenie pola magnetycznego stałego przekracza 80 kA/m ( co odpowiada indukcji magnetycznej około 100 mT ), a pola magnetycznego o częstotliwości przemysłowej 50 Hz – 4 kA/m .

Gdy narażenie dotyczy wyłącznie kończyn ( od stóp do kolan i od dłoni do łokci ), granice strefy niebezpiecznej podane powyżej podwyższają się 5-krotnie.

**ad.2.** Za strefę zagrożenia uważa się obszar, w którym natężenie pola (H) zawiera się w granicach:

- dla pola magnetycznego stałego:  $8 \text{ kA/m} < H < 80 \text{ kA/m}$
- dla pola magnetycznego o częstotliwości przemysłowej 50 Hz:  $0,4 \text{ kA/m} < H < 4 \text{ kA/m}$

Dopuszczalne narażenie na wpływ pól magnetycznych określone jest wyrażeniem:

$$D = H^2 t_{(b)}, \quad \text{gdzie: } H - \text{natężenie pola magnetycznego działające na pracownika w czasie } t, \text{ przy czym } t_{(b)} < 8h$$

- dla pól magnetycznych stałych  $D < 512 \text{ ( kA/m )}^2 h$
- dla pól magnetycznych o częstotliwości przemysłowej 50 Hz  $D < 1,28 \text{ ( kA/m )}^2 h$

Jeżeli narażenie w tej strefie dotyczy tylko kończyn ( od stóp do kolan i od dłoni do łokci ) powyższe wartości rosną 25-krotnie.

**ad.3.** Za strefę bezpieczną uważa się obszar, w którym natężenie pola magnetycznego stałego jest mniejsze od 8 kA/m, a pola magnetycznego o częstotliwości przemysłowej 50 Hz – mniejsze od 0,4 kA/m.

### **Pole elektromagnetyczne o niskiej częstotliwości.**

Źródłem są napowietrzne linie przemysłowe wysokiego napięcia, stacje rozdzielcze, urządzenia elektryczne, nadajniki radiowe i telewizyjne. Składowa elektryczna skupia się głównie na powierzchni ciała tworząc prądy zmienne ( prądy Foucoult ) od kilku do kilkudziesięciu  $\mu A$ , zależnie od natężenia pola. Składowa magnetyczna swobodnie wnika do wnętrza człowieka.

Działanie pola elektromagnetycznego powoduje:

- okresowe wahania ciepłoty ciała i poziomu elektrolitów
- bóle i zawroty głowy
- zaburzenia snu i pamięci
- zmiany w połączeniach interneuronalnych kory mózgu
- zwolnienie rytmu serca i spadek ciśnienia tętniczego krwi

### **Fale radiowe i fale mikrofalowe.**

Źródłem ich są urządzenia radiowe i telekomunikacyjne, sieć radiowa i telewizyjna, niektóre urządzenia przemysłowe i domowe ( kuchenki mikrofalowe, radio, telewizor). W krajach zachodnich producenci mikrofal ograniczają emisję mikrofal do  $10 \text{ W/m}^2$  w odległości 5 cm od obudowy nowego urządzenia i do  $50 \text{ W/m}^2$  w sprzęcie już używanym. Polska norma wynosi  $0,00025 \text{ mW/cm}^2$ . W świetle aktualnej wiedzy o działaniu mikrofal można przyjąć, że polskie normy są zbyt rygorystyczne, a kuchenki mikrofalowe można uznać za bezpieczne. Jednak podczas ich pracy ze względów bezpieczeństwa nie należy się do nich przybliżać.

Mikrofały wywołują zmiany czynnościowe i organiczne w różnych narządach i układach, przede wszystkim w układzie nerwowym. Promieniowanie to niekorzystnie działa na czynności tarczycy, gonad, nadnerczy.

Podstawą postępowania lekarskiego jest przerwanie narażenia zawodowego. Koniecznością są badania lekarskie ludzi zatrudnionych, a w tym badania neurologiczne i EEG.

Działanie powyższych fal powoduje:

- efekt termiczny
- zmiany bioelektryczne, metaboliczne i strukturalne w tkance nerwowej
- uszkodzenie oczu ( rogówka i soczewka wrażliwa jest na częstotliwość 2 – 35 GHz; może wystąpić katarakta przy krótkotrwałym promieniowaniu o wartości 200 mW/cm<sup>2</sup>)
- zmiany w układzie krwiotwórczym i immunologicznym
- zaburzenia syntezy hemoglobiny i erytropoezy
- aberracje chromosomalne i zaburzenia podziałów mitotycznych komórek somatycznych
- zaburzenia dojrzewania komórek rozrodczych

Objawy powyższych zaburzeń:

- ogólne osłabienie
- szybkie męczenie się
- zaburzenia pamięci i snu, problemy z koncentracją
- wzmożona częstość bólów i zawrotów głowy
- wrażenia słuchowe w postaci gwizdów i dzwonienia
- bóle gałek ocznych
- wypadanie włosów
- zaburzenia w pracy serca

Efekty termiczne fal radiowych i mikrofalowych:

- zaćma soczewki
- wady wrodzone
- reakcje hormonalne ( wzrost kortykosteronu )
- upośledzenie wykonywania czynności wyuczonych
- uruchomienie mechanizmów termoregulacyjnych
- wrażenia słuchowe
- zmiany zapisu EEG
- wzrost przepuszczalności bariery krew – mózg

Efekty nietermiczne działania fal radiowych i mikrofalowych na komórki i struktury subkomórkowe:

### **I. efekty prawdopodobne, potwierdzone:**

\* zmiana przepuszczalności błony komórkowej oraz transportu błonowego:

- wzrost wypływu jonów wapnia
- zmiana transportu jonów sodu i wapnia

\* efekty wtórne do zaburzeń transportu błonowego:

- zmiany metabolizmu energetycznego komórki
- zmiany czynności proliferacyjnej i sekrecyjnej komórek

### **II. efekty możliwe, wymagające potwierdzenia:**

- hamowanie czynności komórek układu odpornościowego
- synergizm działania z promotorami karcinogenezy
- stymulacja sekrecji neurotransmiterów układu wegetatywnego
- zmiany przewodnictwa nerwowego

### **III. efekty wątpliwe, mało prawdopodobne:**

- uszkodzenie strukturalne komórek
- mutacje genowe, aberracje chromosomalne
- bezpośredni wpływ na proliferację komórek

Inne kierunki działania pól elektromagnetycznych:

- działanie rezonansowe na cząsteczki białek
- polaryzacja cząsteczek, drobnych zawiesin i komórek w płynach ustrojowych

- zmiana przepuszczalności błon komórkowych
- objawy pobudzenia układu przywspółczulnego
- wzrost potliwości
- zaburzenia pobudzenia i hamowania w centralnym systemie nerwowym będące przyczyną stanów nerwicowych
  - natężenie powyżej  $100 \text{ W/cm}^2$  powoduje zaburzenie laktacji u samic, degenerację nabłonka nasiennego i zaburzenia spermatogenezy
  - niejednoznaczne zmiany (wzrost lub spadek) ilości leukocytów, zmiany czasów krzepnięcia i krwawienia

Działanie pulsującego pola elektromagnetycznego na ustrój:

- stymulacja syntezy prostaglandyn
- stymulacja syntezy kolagenu
- wzrost syntezy i uwalniania kortykosteronu

Nowością techniczną, która zarówno w kraju jak i za granicą zrobiła oszałamiającą karierę jest **telefon komórkowy**. Podczas pracy takiego aparatu wokół jego anteny pojawia się pole elektromagnetyczne o częstotliwości odpowiadającej zakresowi pracy nadajnika (częstotliwości pracy stacji bazowej). W czasie pracy telefon komórkowy wytwarza strumień energii o gęstości od  $2,75 \text{ W/m}^2$  do  $7,5 \text{ W/m}^2$  na poziomie głowy i oczu użytkownika. Wg polskich kryteriów są to wartości znaczne. Dopuszczalny czas przebywania w takich polach wynosi do 4,23 godziny na dobę.

Podczas korzystania z telefonu komórkowego 70 % emitowanej energii kieruje się do głowy, części ciała najbardziej wyczułonej na pola elektromagnetyczne. W czasopiśmie „Samo Zdrowie” w artykule „Komórki a ciśnienie” stwierdzono, że telefony komórkowe mogą wpływać na ciśnienie tętnicze krwi. Wykazano to na kilkunastu ochotnikach z Freiburga, że używanie telefonów komórkowych przez 35 minut w ciągu doby zwiększa ciśnienie krwi ochotników o 5 – 10 mmHg. Częstotliwości wykorzystywane w telefonii komórkowej mogą mieć wpływ na przepływ jonów wapnia w organizmie, produkcję melatoniny (wg Rzeczypospolitej „Telefonia komórkowa: promieniowanie elektromagnetyczne” – 1997r.). Szczególnie wrażliwe są oczy i ośrodkowy układ nerwowy. Amerykańscy uczeni z Royal Adelaide Hospital przeprowadzili badania na myszach i sugerują, że istnieje związek między używaniem telefonów komórkowych a chorobami nowotworowymi. Twierdzą oni, że fale radiowe wysyłane przez telefon komórkowy powodują uszkodzenia w DNA znajdującym się w komórkach mózgu. Bezprzewodowy telefon powoduje podgrzanie ciała użytkownika. Soczewka oka przewodzi ciepło, które wytwarza pole elektromagnetyczne, lecz nie może go odprowadzić. Już przy 30 – 40 watach temperatura soczewki oka może wzrastać o 2 stopnie na minutę. Przy 44 stopniach może dojść do zaćmy. Poza soczewką oka najbardziej narażony na tego typu promieniowanie jest ośrodkowy układ nerwowy.

Na świecie jest prowadzonych wiele badań dotyczących wpływu telefonów komórkowych na organizm człowieka. Opublikowany ostatnio raport amerykańskiej Narodowej Rady Ochrony przed Promieniowaniem i Pomiaru Promieniowań jest alarmujący i wynika z niego, że nawet słabe pola elektromagnetyczne, jeśli działają przez dłuższy czas, mogą powodować powstawanie nowotworów (Nieznany Świat – „Skażeni elektrosmogiem” – 1998r.).

## 5. INFRADŹWIĘKI I ULTRADŹWIĘKI

**Infradźwięki** to drgania akustyczne o częstotliwościach niższych od słyszalnych przez człowieka (poniżej 16 Hz). Jedynym sposobem ochrony przed nimi jest ich unikanie lub niedopuszczenie do ich powstawania. Źródłem ultradźwięków mogą być czynniki naturalne

(wodospady, wiatry, burze, trzęsienia ziemi, erupcje wulkanów ) i sztuczne ( eksplozja materiałów wybuchowych, środki transportu ). Infradźwięki są pochłaniane przez ciało i mogą wywołać rezonans narządów wewnętrznych. Stosuje się je do wyznaczania miejsc wybuchów, badania warstw atmosfery, badania środowisk wodnych.

Skutki działania infradźwięków w różnych poziomach natężenia:

- poniżej 120 dB – efekty słabo poznane, raczej nie szkodliwe
- 120 – 140 dB – zakłócają procesy fizjologiczne ( zaburzenie rytmu serca, obniżenie ciśnienia tętniczego, osłabienie, strach )
- 140 – 160 dB – rezonans narządów wewnętrznych może wywołać ich mechaniczne, nieodwracalne uszkodzenie
- 160 i więcej dB – zgon

**Ultradźwięki** to mechaniczne zjawiska falowe (drgania akustyczne), których częstotliwość jest większa niż górna granica słyszalności ucha ludzkiego (powyżej 21 kHz). Ich własności zależą od ich częstości drgań i energii. Źródłem ultradźwięków są urządzenia stosowane przy produkcji emulsji m.in. w przemyśle fotograficznym, farmaceutycznym, fizykoterapii, diagnostyce medycznej.

Ultradźwięki o częstości drgań 20 – 100 kHz w pomieszczeniu wytwarza się za pomocą syren lub generatorów aerodynamicznych. Ultradźwięki o tej częstości drgań są bardzo szkodliwe dla zdrowia ( zawarte w hałasach wielu maszyn ). W powietrzu ultradźwięki ulegają silnemu pochłanianiu, tym silniejszemu, im wyższa jest częstość drgań. Z tego powodu średnie i wysokie ultradźwięki w powietrzu odgrywają małą rolę. W cieczach ultradźwięki wytwarza się za pomocą piszczałek pływowych. Niskie i średnie ultradźwięki (do częstości drgań 300 ... 500 kHz ) wytwarzają w cieczy zjawisko kawitacji – tworzenia się pęcherzyków napełnionych parą nasyconą lub rozpuszczonymi w cieczy gazami. Mają duże znaczenie i zastosowanie. W przemyśle stosuje się duże moce do spawania mas plastycznych, metali, sterylizacji i suszenia produktów spożywczych. Małe moce stosuje się przede wszystkim w medycynie w ultrasonografii. Stosowane w diagnostyce medycznej moce nie wywołują szkodliwych efektów dla zdrowia.

Ultradźwięki w małych dawkach pobudzają, w silnych hamują, a w bardzo silnych porażają czynności życiowe komórki.

**Skutki działania ultradźwięków w różnych poziomach natężenia:**

- natężenie małe –  $0,1 \text{ mW/cm}^2$  -  $1 \text{ mW/cm}^2$  – przyspiesza przemianę materii, niewielkie nagrzanie i mikromasaż tkanek, stosowane w USG i terapii ultradźwiękowej
- natężenie średnie –  $1 \text{ mW/cm}^2$  –  $10 \text{ mW/cm}^2$  – powoduje odwracalne zmiany, głównie w tkance nerwowej
- natężenie duże –  $10 \text{ mW/cm}^2$  –  $100 \text{ mW/cm}^2$  – powoduje zmiany nieodwracalne, prowadzące do całkowitego zniszczenia tkanki, stosowane w chirurgii ultradźwiękowej

Działanie lecznicze ultradźwięków polega na: działaniu przeciwbólowym, zmniejszaniu napięcia mięśni, rozszerzaniu naczyń krwionośnych, hamowaniu procesów zapalnych, przyspieszaniu wchłaniania tkankowego, wyzwalaniu mediatorów aktywnych biologicznie, działaniu na wegetatywny układ nerwowy, leczeniu choroby zwyrodnieniowej stawów, leczeniu zapaleń okołostawowych, leczeniu nerwobóli, leczeniu zespołów bólowych kręgosłupa.

Pod wpływem ultradźwięków może dojść do następujących procesów



fizykochemicznych: depolimeryzacji dużych biomolekuł (polisacharydów, białek), zjawiska tiksotropii, wzrostu przewodnictwa elektrycznego, katalizowania reakcji chemicznych, przesunięcia pH w stronę zasadową, wzrostu dyfuzji, tworzenia emulsji, tworzenia makrorodników.

### **Skutki biologiczne działania ultradźwięków:**

- duże natężenia (ponad  $30 \text{ kW/m}^2$ ) powodują uszkodzenia komórek, tkanek, narządów; niekiedy wykorzystywane są w terapii
- w diagnostyce używane są ultradźwięki o mniejszych natężeniach, ale o wyższych częstotliwościach
- w przemyśle stosuje się ultradźwięki o niskich częstotliwościach ( $< 100 \text{ kHz}$ ), które są niebezpieczne dla zdrowia szczególnie przez kontakt z wodą
- wpływ na komórkę:
  - małe i średnie natężenia powodują zaburzenia cytoplazmy, zwiększenie przepuszczalności błony komórkowej
  - duże natężenia prowadzą do deformacji jąder, przerwania błony komórkowej (np. pantofelki ulegają natychmiastowemu rozpadowi)
- wpływ na tkanki i narządy:
  - w tkankach dochodzi do zmian fizycznych i chemicznych, zmienia się pH w kierunku zasadowym, zaburzenie równowagi jonowej, osmotycznej, koloidalnej, obniżenie aktywności enzymów
  - rozpad większych cząsteczek (np. białek) i powstanie innych
  - przeciwbólowy, przeciwskurczowy, przeciwzapalny
  - na skórze powstają oparzenia
  - w kościach powodują przegrzanie okostnej, odwapnienia, niebezpieczne działanie na strefy wzrostowe kości u płodów (wady wrodzone szkieletu)
  - we krwi – zaburzenia biochemiczne (zmniejszenie stężenia glukozy)
  - w układzie krążenia – rozszerzanie naczyń, co prowadzi do przegrzania tkanek; skurcze naczyń m.in. wieńcowych
  - w ośrodkowym układzie nerwowym – wzrost temperatury; duże natężenia wywołują ogniska martwicy i porażenia rdzeniowe
  - w stanach zapalnych nerwów i w nerwobólach stwierdza się korzystne działanie lecznicze, a większe natężenia prowadzą do zaburzeń czucia i porażenia nerwów
- działanie na gruczoły wydzielania wewnętrznego:
  - powodują zaburzenia hormonalne np. cyklu miesięczkowego u kobiet
  - duże natężenia powodują zmiany zwyrodnieniowe narządów
  - uszkodzenie narządów zmysłów np. oka
  - pobudzają nowotwory do szybkiego rozwoju

Leczenie zaburzeń wywołanych ultradźwiękami uzależnione jest od charakteru i rozległości odchylenia w stanie zdrowia. Profilaktyka techniczna polega na hermetyzacji urządzeń, automatyzacji procesów technologicznych i odpowiedniej ekranizacji.

### **Zastosowanie ultradźwięków w medycynie:**

1. w terapii:
  - w chorobach narządu ruchu i tkanki łącznej oraz nerwów obwodowych
  - przeciwwskazane jest leczenie ultradźwiękami kobiet w ciąży, w stanach nowotworowych, chorobach gorączkowych, gruźlicy, u dzieci i młodzieży
2. w diagnostyce:

- wykorzystuje się zjawisko odbicia impulsów ultradźwiękowych od powierzchni rozgraniczających ośrodki różniące się wartością impedancji akustycznej
- metody te umożliwiają wykrycie nawet małych zmian w tkankach (miękkich), które są niewidoczne na zdjęciach rentgenowskich
- 3. inne zastosowanie:
  - do inaktywacji bakterii do produkcji szczepionek
  - do rozpylania leków podawanych w postaci inhalacji (aerozole)
  - do sporządzania emulsji
  - do homogenizacji tkanek (w badaniach biochemicznych)
  - do budowy przyrządów dla orientacji niewidomych, mikroskopu ultradźwiękowego

**Promieniowanie jonizujące (PJ)** – to fale elektromagnetyczne lub cząsteczki materialne posiadające energię, która potrzebna jest do zjonizowania atomów lub cząsteczek. Źródła promieniowania jonizującego dzieli się na naturalne i sztuczne (naturalne: promieniowanie kosmiczne, promieniowanie ze skorupy ziemskiej, od pierwiastków promieniotwórczych; sztuczne: reaktory atomowe, izotopy promieniotwórcze).

Wpływ promieniowania jonizującego na narządy:

1. układ krwionośny: zanikają komórki krwiotwórcze w szpiku
- Przy dużej dawce PJ następuje aplazja szpiku: ciała czerwone – anemia z objawami niedotlenienia narządów, ciała białe – leukopenia lub całkowity zanik białych ciałek powodujący infekcje, zmniejszenie odporności organizmu, trombocyty – skaza krwotoczna
2. układ krążenia: serce – ogniska mikrozawałów, zaburzenia przewodnictwa, uszkodzenia ścian naczyń, zwiększenie przepuszczalności błon komórkowych
  3. układ oddechowy: zapalenie płuc, zwłóknienie płuc
  4. układ pokarmowy: uszkodzenia błon śluzowych (martwice, nadżerki, owrzodzenia), wywołujące bóle, skurcze jelitowe, biegunkę (następstwem może być perforacja i dostanie się mas pokarmowych do jamy otrzewnej, zaburzenia resorpcji i perystaltyki jelit)
  5. skóra: martwice, przerosty, czasami nowotwory, zaburzenia pracy gruczołów, wypadanie włosów
  6. gruczoły wydzielania wewnętrznego: zmiany zwyrodnieniowe w tarczycy, nadnerczach, przysadce oraz zaburzenia funkcji gruczołów rozrodczych czego efektem może być zaburzenie cyklu płciowego u kobiet, działanie na gruczoły, sterylizacja lub mutacje w komórkach rozrodczych
  7. układ moczowy: zwyrodnienia w nerkach, upośledzenie funkcji nerek
  8. narządy ruchu: uszkodzenie chrząstki stawowej, hamujące działanie na strefy wzrostu w kościach głównie u dzieci, odwapnienia kości
  9. oko: działanie na soczewkę (zaćma), uszkodzenie rogówki
  10. centralny system nerwowy (martwica komórek nerwowych wskutek uszkodzenia naczyń krwionośnych)

## 6. DZIAŁANIE PYŁÓW NA ORGANIZM CZŁOWIEKA

**Pyły** są to cząstki ciała stałego zawarte w powietrzu. Ze względu na zachowanie pod wpływem siły grawitacji rozróżniamy:

- pył **opadający**, czyli taki który ulega sedymentacji
- pył **zawieszony**, który nie ulega opadaniu. (największe znaczenie dla zdrowia człowieka ma pył zawieszony o rozmiarach od 0,1 – 100  $\mu\text{m}$ . Tego typu cząstki występują w

typowym pyłe przemysłowym).

Źródła zapylenia:

- naturalne ( powstają w wyniku wietrzenia skał, wybuchów wulkanów )
- sztuczne ( spowodowane działalnością człowieka, w tym pyły przemysłowe )

Podział pyłów przemysłowych można przeprowadzić według różnych kryteriów:

1.Podział pyłów w zależności od pochodzenia fazy rozproszonej:

- organiczne – pochodzenia zwierzęcego, roślinnego i chemicznego
- nieorganiczne – mineralne, metaliczne
- mieszane

2.Podział pyłów w zależności od ich właściwości biologicznych:

- **pyły o działaniu drażniącym** ( węgiel, żelazo, szkło, aluminium, związki baru )
  - nie powodują w zasadzie rozrostu tkanki łącznej włóknistej w płucach
  - mogą być przyczyną słabego odczynu fibroblastycznego podczas długotrwałego narażenia
  - doprowadzają do zmian czynnościowych układu oddechowego niewielkiego stopnia
- **pyły o działaniu zwłókniającym** ( krystaliczne formy dwutlenku krzemu – kwarc, krystobalit oraz niektóre krzemiany – azbest, talk, kaolin, pył z kopalni węgla lub rudy żelaza )
  - \* powodują odczyn wytwórczy ze strony tkanki łącznej włóknistej prowadzący do uszkodzenia anatomicznego i czynnościowego układu oddechowego, a w konsekwencji także układu krążenia
  - \* zwiększają predyspozycje płuc do chorób o charakterze infekcyjnym, a niektóre z nich mogą być przyczyną nowotworów układu oddechowego
- **pyły o działaniu alergizującym:**
  - pochodzenia organicznego – bawełna, wełna, konopie, len, pyły sierści, jedwab, surowe owoce, sporysz, puder ryżowy, pył mąki
  - pochodzenia chemicznego – leki, pyły niektórych metali (chromu, kobaltu i niklu ) wywołują:
    - \* schorzenia alergiczne, w tym astmę oskrzelową, gorączkę włóknarzy i odlewników, gorączkę poniedziałkową
    - \* zwiększają predyspozycje do chorób infekcyjnych
    - \* uszkadzają anatomicznie i czynnościowo narząd oddechowy i układ krążenia
- **pyły o działaniu toksycznym** – pyły zawierające: ołów, siarkę, związki chromu, środki owadobójcze
  - \* mogą prowadzić do zatruc ostrych i przewlekłych o różnym stopniu nasilenia objawów

Działanie pyłów na organizm może odbywać się drogą:

- skórą (pyły lipofilne) – powodują podrażnienie, świąd, zatkanie ujść gruczołów potowych, łojowych)
- przez układ oddechowy – jest to najczęściej spotykana droga działania pyłu. W zależności od wielkości cząsteczki pyłu różne jest ich miejsce osadzania się i biologicznego oddziaływania na drogi oddechowe
- cząstki o średnicy powyżej 10  $\mu\text{m}$  (pyły cementu, baru, żelaza, gipsu) – zatrzymywane są głównie w jamie nosowo-gardłowej; powodują mechaniczne uszkodzenie śluzówki
- cząstki o średnicy do 1  $\mu\text{m}$ . Około 5% dochodzi do pęcherzyków płucnych, reszta osadzana jest w oskrzelach sprzyjając rozwojowi drobnoustrojów chorobotwórczych
- cząstki o średnicy poniżej 0,5  $\mu\text{m}$  – osadzane są w pęcherzykach płucnych – frakcja respirabilna o największym znaczeniu chorobotwórczym

Działanie chorobotwórcze pyłów związane jest nie tylko z wielkością cząstek, ale także z

długością czasu ekspozycji i stężeniem pyłu. W celu określenia wartości limitujących, których przekroczenie stwarza niebezpieczeństwo uszkodzenia chorobowego zostały określone najwyższe dopuszczalne stężenia (NDS).

Określając NDS dla dużej grupy pyłów ważnym parametrem jest zawartość wolnej krystalicznej krzemionki w pyłe całkowitym i respirabilnym.

Zawartość wolnej krystalicznej krzemionki w pyłach :

- od 70 % - 100 % (w pyłach kwarcu, krzemienia, piasku kwarcowego, kwarcytu, piaskowca kwarcytowego, łupków kwarcytowych)
- od 10 % do 70 % (w pyłach granitu, łupków mikowych, surowca skaleniowego, mułowca, iłu, łupków ogniotrwałych, magnezytu, gipsu, węgla brunatnego, popiołu węgla kamiennego, wapienia, dolomitu, boksytu )
- poniżej 10 % (w pyłach cegły magnezytowej, cementu, karborundu, szkła krzemionkowego, wełny szklanej)

Dla pyłów azbestu (grupa uwodnionych krzemianów mających postać włóknistą) przy określeniu NDS brany jest pod uwagę rodzaj azbestu oraz długość jego włókien.

Osoby najbardziej narażone na działanie pyłów z zawartością wolnej krystalicznej krzemionki i krzemianów to: górnicy, pracownicy kamieniołomów, pracownicy fabryk porcelany, szkła, pracownicy przemysłu ciężkiego, pracownicy elektrociepłowni.

#### **Parametry pyłów wpływające na skutki ich działania:**

- stężenie, wymiary i kształt cząstek
- skład chemiczny i struktura krystaliczna
- właściwości wybuchowe
- ładunek elektrostatyczny
- fizykochemiczne właściwości powierzchniowe pyłów
- stężenie pyłów w powietrzu
- czas ekspozycji

Własności pyłów są ściśle związane z własnościami substancji, z których powstały.

#### **Zespoły chorobowe będące skutkiem działania pyłów najczęściej dzieli się na trzy grupy:**

1. pylice płuc:
  - kolagenowe ( patologiczny rozwój tkanki łącznej powodujący trwałe uszkodzenie struktury pęcherzyków płucnych i zmiany bliznowate)
  - niekolagenowe ( nieznaczny i potencjalnie odwracalny rozwój w tkance płucnej włókien retikuliny bez zmian w strukturze pęcherzyków płucnych)
  - mieszane
2. schorzenia przebiegające bez odczynów włóknistych:
  - nieżyty górnych dróg oddechowych
  - przewlekłe zapalenie oskrzeli (PZO)
  - schorzenia alergiczne (astma, przewlekłe zapalenie pęcherzyków płucnych)
3. schorzenia nowotworowe – pyły azbestu, pyły zawierające: związki chromu, arsenu, barwniki organiczne, pochodne smołcowe, węglowodory aromatyczne

#### **Zapobieganie zagrożeniu zdrowia w wyniku ekspozycji na pyły:**

- przeciwdziałanie powstawaniu zapylenia ( odpowiednie technologie )
- izolacja stanowisk szczególnie pyłących ( osłony, wentylacja z wyciągiem na zewnątrz )
- zwilżanie obrabianych materiałów
- osłony osobiste ( maski przeciwpyłowe, skafandry z zamkniętym obiegiem tlenu )
- utrzymywanie higieny osobistej

**Zapobieganie medyczne:**

Celem działań profilaktycznych w stosunku do osób narażonych na szkodliwe działanie pyłów jest zapobieganie pylicy krzemowej, azbestowej i zmianom nowotworowym. Pylice mogą się ujawnić po 5 latach pracy w szkodliwych warunkach ( średni okres rozwoju pylic to 15 lat, nowotworów powyżej 20 lat ).

- monitoring zapylenia miejsca pracy
- biomonitoring ( obejmuje RTG płuc, kontrolę sprawności wentylacji układu oddechowego, określenie aktywności makrofagów w płwocinie i płynie oskrzelowo-pęcherzykowym, obecność i liczbę cząstek pyłu i innych markerów uszkodzenia pyłowego, na które pracownik jest narażony )
- kontrolne badania lekarskie

Ludzie, którzy są przyjmowani do pracy w warunkach zapylenia powinni być zdrowi i wolni od schorzeń płucnych ( bardzo dobra sprawność wentylacyjna, najlepiej bez alergii ). Im większy jest stopień rozdrobnienia fazy rozproszonej, tym większa jest powierzchnia cząstek, co powoduje wzrost możliwości absorpcyjnych innych substancji w fazie gazowej i ciekłej, które przenikają do pęcherzyków płucnych i ulegają wchłonięciu.

Ziarna pyłów hydrofilnych rozpuszczają się w cieczach ustrojowych i opuszczają płuca powodując przewlekły nieżyt oskrzeli prowadzący do rozedmy nieżytowej. Na efekt uszkadzający pyłów również ma wpływ kształt ( ostre kany, sztywność, długość włókien – azbest, nieazbestowe naturalne włókna mineralne i włókna sztuczne). Najbardziej niebezpieczna frakcja włókien to włókna o średnicy 0,1 – 0,15  $\mu\text{m}$  i długości 10 – 50  $\mu\text{m}$ .

Żeby móc zapobiegać skutkom działania pyłów musimy umieć oceniać zapylenie.

**Metody oceny zapylenia:**

- metoda naczyń osadowych ( zbieranie w określonym czasie pyłu opadającego z powietrza na określonej powierzchni. Ogólną ilość pyłu przelicza się na jednostkę powierzchni i podaje w  $\text{mg} / \text{m}^3 / \text{jednostkę czasu}$  )
- metoda aspiracyjna ( przepuszczenie znanej objętości badanego powietrza przez wysuszony, zważony, niehigroskopijny filtr, następnie po wysuszeniu i zważeniu filtra z pyłem oblicza się zawartość pyłu w jednostkach wagowych na jednostkę objętości powietrza )

**Metody pomiaru stężenia pyłu:**

- wagowe (określa się masę cząstek pyłu zawartego w jednostce objętości powietrza w  $\text{mg}/\text{m}^3$  )
- liczbowe (określa się liczbę cząstek pyłu zawartych w jednostce objętości powietrza, liczba cząstek /  $\text{cm}^3$  )

**7. ELEMENTY BIOMETEOROLOGII I BIOKLIMATOLOGII**

**Meteorologia** jest jedną z nauk o fizyce Ziemi, badająca procesy i zjawiska fizyczne zachodzące w atmosferze. Zajmuje się badaniem atmosfery ( powłoki powietrznej otaczającej glob ).

Elementami meteorologicznymi nazywamy wielkości charakteryzujące stany fizyczne atmosfery. Do nich zaliczamy: promieniowanie słoneczne, temperaturę, wilgotność powietrza, zachmurzenie, opady atmosferyczne, ciśnienie powietrza, wiatr i inne.

Głównym zadaniem meteorologii są obserwacje i pomiary powyższych elementów, potrzebne do wyjaśnienia procesów zachodzących w atmosferze (powstawanie burz, rozwój czy zanik mgieł, chmur).

Meteorologia dzieli się na szereg gałęzi:

- aeorologia ( bada wyższe warstwy atmosfery )
- dynamika atmosfery ( określa prawidłowości zjawisk ruchu powietrza )
- pogodoznawstwo ( meteorologia synoptyczna )
- biometeorologia ( zajmuje się wpływem pogody i jej elementów na organizmy żywe, przede wszystkim na człowieka , jego samopoczucie i zdrowie )
- meteorologia rolnicza ( agrometeorologia – bada wpływ pogody na rośliny uprawne)
- meteorologia lotnicza
- meteorologia morska
- meteorologia wojskowa
- klimatologia i bioklimatologia itp.

### **Podstawowe pojęcia w meteorologii:**

- pogoda – to zespół stanów i zmian czynników meteorologicznych obserwowanych w określonym czasie i miejscu ( czynniki meteorologiczne to: ciśnienie atmosferyczne, temperatura powietrza, zawartość pary wodnej w powietrzu, przejrzystość powietrza, skłonność do tworzenia się kropelek wody i kryształków lodu w powietrzu lub na powierzchni gruntu, stan zachmurzenia nieba, wysokość na jakiej występują chmury i ich rodzaj, opady, kierunek, prędkość i struktura ruchu powietrza i inne)
- klimat – to charakterystyczny dla danego obszaru przebieg roczny warunków atmosferycznych, określony na podstawie wieloletnich obserwacji (około 30 lat), całokształt typów pogody – ich różnorodność, następstwo i częstość występowania
- czynniki klimatologiczne – to wszystko, co warunkuje zjawiska klimatyczne: promieniowanie słoneczne, szerokość geograficzna, wysokość nad poziomem morza, odległość od oceanów i mórz oraz lądów i gór, rodzaj podłoża, kierunek napływu wilgotnych lub suchych mas powietrza itp.
- elementy klimatologiczne – to, na co wpływają powyższe czynniki: temperaturę, wilgotność powietrza, zachmurzenie, opady atmosferyczne, kierunek i prędkość wiatru i inne, określone w przekroju wieloletnim
- makroklimat – to klimatyczne warunki atmosferyczne nad większymi terenami
- mikroklimat – to warunki klimatyczne w bezpośrednim otoczeniu organizmów żywych (czynnikami fizycznymi tworzącymi mikroklimat są: temperatura i wilgotność powietrza, ruch powietrza, promieniowanie ciepłe)
- front atmosferyczny – wąska przejściowa strefa powietrza, która oddziela dwie masy powietrza o odmiennych właściwościach. To rozgraniczenie zwane jest powierzchnią frontalną. Przecięcie powierzchni frontalnej powierzchnią Ziemi nazywa się frontem (linią frontu )
- meteorotropizm – to wrażliwość żywych organizmów na bodźce meteorologiczne
- wilgotność powietrza – to zawartość pary wodnej w jednostce objętości lub masy powietrza atmosferycznego ( dzieli się na wilgotność względną (  $W_w$  ), bezwzględną ( $W_B$ ) i maksymalną (  $W_{max}$  );  $W_w = (W_B / W_{max}) \cdot 100 \%$
- wilgotność względna – określa jaki procent ilości pary wodnej, która byłaby zawarta w warunkach nasycenia stanowi ilość pary wodnej zawarta aktualnie w tej objętości
- wilgotność bezwzględna – ilość pary wodnej znajdującej się w danej chwili w powietrzu, wyrażona w g  $H_2O/m^3$  powietrza lub w mm słupa Hg
- wilgotność maksymalna – to maksymalna zawartość pary wodnej, stała dla danej temperatury, wyrażona w g  $H_2O/m^3$  powietrza lub w mm słupa Hg

Początek rozwoju biometeorologii notuje się na koniec XIX wieku. Badania na większą skalę podjęto po masowych obserwacjach zmian chorobowych u żołnierzy w czasie działań wojennych, które były prowadzone w trudnych warunkach klimatycznych. Nauka ta bardzo szybko rozwijała się w krajach anglosaskich i w Niemczech. W 1956 r. powstało Międzynarodowe Towarzystwo Biometeorologii przy UNESCO w Paryżu.

**Biometeorologia** jest to nauka zajmująca się oddziaływaniem zjawisk i procesów, które zachodzą w środowisku naturalnym (w atmosferze ziemskiej) na fizykochemiczne układy i na organizmy żywe.

Biometeorologia dzieli się na:

- roślinną lub fitologiczną
- zwierzęcą lub zoologiczną
- kosmiczną
- przestrzeni kosmicznej
- człowieka

#### **Podział biometeorologii człowieka:**

- meteorologia aklimatyzacji ( bada wpływ klimatu i pogody na przebieg zjawisk fizjologicznych zdrowego człowieka w różnych warunkach )
- meteorofizjologia psychologiczna, społeczna, archeologiczna, urbanistyczna, sportu
- meteoropatologia (zajmuje się wpływem poszczególnych czynników meteorologicznych np. wilgotności i temperatury powietrza, wiatru na patogenezę, przebieg i epidemiologię chorób człowieka )
- klimatoterapia ( wykorzystuje dla celów leczniczych szczególne cechy klimatu określonych miejscowości (uzdrowisk) w poszczególnych porach roku )
- meteoropatologia farmakologiczna ( bada wpływ klimatu i pogody na farmakodynamikę leków i efektywność zastosowanych leków w zależności od pory roku i temperatury )
- meteoropatologia morska (bada wpływ pogody i klimatu na ludzi podczas rejsów morskich)

**Bioklimatologia** – nauka zajmująca się badaniem zależności procesów fizjologicznych roślin, zwierząt i człowieka oraz ich rozmieszczenia na Ziemi od klimatu. Obejmuje ona badanie wpływu różnych czynników klimatycznych np. temperatury, nasłonecznienia, ciśnienia atmosferycznego na organizmy żywe.

Współczesna klimatologia wychodzi z założenia, że pogoda i poszczególne elementy pogodotwórcze umożliwiają i ułatwiają przebieg procesów chorobowych. Działanie patogenne wywołane jest zmianami czynników meteorologicznych i zależy od dynamiki zmian tych czynników.

W przypadku chorób zakaźnych udowodniono, że ogniska naturalne tych chorób powstają w określonych warunkach geograficznych, w których działają czynniki niezbędne dla istnienia i wzajemnego powiązania czterech ogniw łańcucha epidemiologicznego (człowiek – przenosiciel – zarazek – jego istnienie w przyrodzie).

W bioklimatologii chorób niezakaźnych wyróżnia się czynniki biometeorologiczne działające na:

- skórę (temperatura i ruch powietrza, opady atmosferyczne, nasłonecznienie, promieniowanie jonizujące)

- drogi oddechowe (temperatura i ruch powietrza, ciśnienie atmosferyczne, zawartość w powietrzu ozonu)
- narządy zmysłów (krajobraz, nasłonecznienie, burze, szum morza, deszcz, zapach roślin)

Schorzenia związane z aktywnymi sytuacjami meteotropowymi (przechodzeniem frontu atmosferycznego ciepłego lub chłodnego, przechodzeniem więcej niż jednego frontu w ciągu doby, wyż zaburzony frontem atmosferycznym ) to:

- choroby gośćcowe
- nieżyty żołądkowe i jelitowe
- zaburzenia neurologiczne
- choroby układu krążenia

Człowiek jest organizmem stałocieplnym ( temperatura wewnętrzna ciała wynosi około 37°C ). Żeby zachować ten stan musi być zapewniona równowaga pomiędzy zyskami i stratami ciepła, czyli musi być zrównoważony bilans ciepła. Człowiek zyskuje ciepło przede wszystkim z przemian metabolicznych oraz przez promieniowanie i konwekcję ze środowiska cieplejszego od średniej ważonej temperatury skóry. Traci ciepło drogą promieniowania i konwekcji do środowiska chłodniejszego niż średnia ważona temperatura skóry, również przez parowanie wody z dróg oddechowych jak i potu na powierzchni skóry.

Jeżeli równowaga pomiędzy ciepłem wytwarzanym i ciepłem traconym zostanie zachwiana, ciało wtedy magazynuje lub ma niedobór ciepła, czego efektem jest zmiana temperatury ciała. Temperatura wewnętrzna jest fizyczną wypadkową równowagi między ciepłem zyskiwanym przez organizm a ciepłem rozpraszającym do otoczenia. Równowaga cieplna jest osiągalna przez regulację biologiczną, która może się odbywać na drodze fizjologicznej i behawioralnej. Termoregulacja behawioralna sprowadza się do stosowania odpowiednio dobranej odzieży oraz ogrzewania lub klimatyzowania pomieszczeń. Regulacja fizjologiczna zachodzi wtedy, gdy regulacja behawioralna jest niewystarczająca, a jej uruchomienie następuje odruchowo.

**Komfort cieplny** – jest to taki zespół wartości parametrów meteorologicznych (temperatura, ciśnienie, wilgotność itp. ) przy którym większość ludzi czuje się najlepiej i nie odczuwa ani ciepła ani chłodu. Są to takie warunki, w których gospodarka cieplna ustroju człowieka przebiega najbardziej ekonomicznie, czyli stan równowagi między ustrojem a otoczeniem, w którym utrata ciepła drogą bierną jest minimalna, a czynna się jeszcze nie zaczęła.

Warunki komfortu cieplnego dla człowieka ubranego, będącego w spoczynku spełnione są przy następujących parametrach atmosfery:

- temperatura około 21°C
- wilgotność względna około 50 %
- ruch powietrza poniżej 0,1 m/s

W czasie pracy fizycznej powyższe granice przesuwają się w dół w tym większym stopniu, im większy jest wydatek energetyczny podczas wykonywania czynności zawodowych.

Odzież jest głównym elementem, który powinien zapewnić człowiekowi komfort cieplny w różnych warunkach środowiska termicznego, oraz przy różnym wysiłku fizycznym. Bilans cieplny organizmu w obszarze komfortu cieplnego jest zrównoważony. Oddawanie ciepła odbywa się przez promieniowanie i konwekcję oraz pocenie niewyczuwalne i przez układ oddechowy.

Zmienna aktywność fizyczna człowieka, przyzwyczajenia, odzież, stan zdrowia, stopień aklimatyzacji i czynniki mikroklimatyczne powodują przesunięcie granic komfortu cieplnego.



### **Równowaga cieplna w zimie.**

Zależy od zdolności organizmu do produkcji ciepła i jego zatrzymywania. Największa produkcja ciepła zachodzi w mięśniach. W zimie zachowanie ciepła jest możliwe dzięki ograniczeniu ilości ciepła przenoszonego z wnętrza ciała do kończyn i wzrostowi izolacji tkanek powierzchniowych przez zwężenie głębszych naczyń krwionośnych w kończynach, jak też naczyń powierzchniowych. Wnętrze i powierzchnia kończyn ochładzają się zmniejszając gradient temperatury między powierzchnią ciała a otoczeniem, co powoduje ograniczenie utraty ciepła.

### **Równowaga cieplna w środowisku gorącym.**

Zależy od zdolności do rozpraszania ciepła wynikającego z przemian metabolicznych, jak również pobranego ze środowiska. Rozpraszanie ciepła oraz utrzymanie średniej temperatury powierzchni skóry wymaga przepływu krwi z wnętrza ciała do skóry, która jest chłodniejsza niż wnętrze, oraz wymaga produkcji jak i parowania odpowiedniej ilości potu.

Praca, jaką wykonuje się w środowisku gorącym wymaga przepływu krwi z serca do pracujących mięśni, jak też transportu ciepła z wnętrza na powierzchnię ciała. Osiągalna objętość minutowa serca może być niewystarczająca w tej sytuacji do utrzymania ciśnienia krwi, zwłaszcza, że osocze krwi jest źródłem wody dla potu. Nieodpowiednie przemieszczenie wody może zredukować objętość krążącej krwi i zmniejszyć objętość minutową serca.

### **Tolerancja gorąca.**

Z wiekiem następują zmiany funkcjonalne w organizmie człowieka. Zmniejsza się jego sprawność czynnościowa tkanek, narządów i mechanizmów regulacyjnych oraz obniża się sprawność adaptacyjna organizmu, co objawia się zmniejszeniem tolerancji niskiej i wysokiej temperatury otoczenia i tolerancji wysiłkowej.

Słabsza tolerancja gorąca u osób starszych jest spowodowana:

- zmniejszeniem wydolności fizycznej
- wzrostem chronicznych zachorowań
- większą ilością zażywanych leków
- czynnikami socjoekonomicznymi
- zmienionym składem ciała

### **Stres termiczny.**

Tabela 9.

Etiologia stresu termicznego i reakcja organizmu na jego powstanie

<b>Przyczyny stresu termicznego</b>	<b>Odpowiedź organizmu człowieka na stres termiczny</b>	<b>Skutki działania mechanizmów</b>
-------------------------------------	---	-------------------------------------

- brak bilansu cieplnego (zwiększenie metabolicznej produkcji ciepła, zwiększenie wilgotności powietrza, zmiana szybkości przepływu powietrza gdy jego temperatura jest wyższa od średniej temperatury skóry)	- rozszerzenie naczyń krwionośnych skóry - wzrost skórno przepływu krwi - po przekroczeniu temperatury otoczenia 28 - 32°C, zostaje uruchomione wydzielanie potu	- zmiany w rozmieszczeniu krwi w ustroju - odwodnienie i utrata soli mineralnych - wzrost temperatury ciała
---	--	---

Celem powyższych mechanizmów jest utrzymanie homeostazy termicznej w ustroju, pomimo zmian zachodzących w środowisku zewnętrznym.

### **Wpływ wilgotności powietrza na organizm człowieka.**

Dużą rolę w ocenie warunków fizycznych powietrza odgrywa dla zdrowia człowieka wilgotność powietrza. Zarówno nadmiar jak i brak odpowiedniej wilgotności powietrza może szkodliwie działać na zdrowie człowieka i jego otoczenie.

Wilgotność powietrza poniżej 30 % jest powodem wysychania błon śluzowych górnych dróg oddechowych. Osłabia to naturalną barierę ochronną organizmu przed wnikaniem drobnoustrojów.

Wysoka wilgotność powietrza w wysokich temperaturach utrudnia oddawanie ciepła przez parowanie potu z powierzchni skóry. W niskich temperaturach zwiększa oddawanie ciepła, ponieważ wilgotne powietrze jest lepszym przewodnikiem.

### **Wpływ ruchu powietrza na organizm człowieka.**

Ruch powietrza względem powierzchni ziemskiej wywołuje odpowiednia różnica ciśnienia w sąsiednich punktach atmosfery. Pozioma składowa tego ruchu nosi nazwę wiatru.

Powietrze, które owiewa człowieka porywa cząstki powietrza przylegające do jego skóry. Wprowadza w miejsce ich chłodne powietrze, które przejmuje ciepło ciała w temperaturze powyżej 37°C. Przyspieszenie ruchu powietrza powoduje zwiększenie odpływu ciepła, ponieważ na miejsce ogrzanego gazu napływa gaz chłodny.

Organizm ochładza się do górnej granicy przewodnictwa cieplnego właściwego skórze człowieka. Dalszy wzrost prędkości wiatru powoduje, że skóra ochładza się do pewnego minimum temperatury wiatru. Dalsze przyspieszenie wiatru już nie wpływa na ochładzanie organizmu.

Długotrwałe działanie ruchu powietrza o dużej szybkości powoduje: obniżenie ciśnienia krwi, bóle głowy, bóle serca, wzmożoną pobudliwość nerwową, zaburzenia psychiczne.

### **Wpływ zwiększonego ciśnienia atmosferycznego.**

Takie warunki pracy są charakterystyczne dla nurków i pracowników zatrudnionych w komorach hiperbarycznych.

Bezpośrednie działanie podwyższonego ciśnienia powoduje:

- uraz ciśnieniowy uszu (występuje w czasie upośledzonej drożności trąbki słuchowej; nie jest wtedy możliwe wyrównanie ciśnienia między uchem środkowym a środowiskiem zewnętrznym. Objawy to: ból ucha, szum, przytępienie słuchu, może pęknąć błona bębenkowa)
- chorobę dekompresyjną (choroba kesonowa) – (spowodowana obniżeniem ciśnienia w otoczeniu; powstają pęcherzyki gazów w tkankach lub naczyniach krwionośnych).

Objawy: ból u 90 % przypadków występujący najczęściej w kolanie, łokciu, barku, biodrze, a u 10 % przypadków objawy występują ze strony układu nerwowego; mogą występować również zaburzenia funkcji układu oddechowego. Główną metodą leczenia jest rekompresja, czyli ponowne podwyższenie ciśnienia otaczającego.)

- chorobę wysokościową – (ostra postać tej choroby występuje na wysokości 2000 m; Objawy: zawroty i bóle głowy, znużenie, dreszcze, nudności i wymioty, błądliwość twarzy, duszność i sinica; później występują zaczerwienienie twarzy, drażliwość, zaburzenia koncentracji, szum w uszach, zaburzenia wzroku i słuchu, bezsenność, utrata masy ciała. Najczęściej objawy ustępują po 24 – 48 godzinach po opuszczeniu wysokich gór.)
- eksplozywną dekompresję – (nagła zmiana (obniżenie) ciśnienia w czasie rozhermetyzowania kabiny samolotu powoduje u lotników i pasażerów zmiany w narządach zawierających gazy (płuca, zatoki, ucho środkowe, przewód pokarmowy), występuje też uszkodzenie naczyń. Metoda terapeutyczna polega na stosowaniu rekompresji i leczeniu objawowym.)

### **Aklimatyzacja.**

Jest to całokształt procesów fizjologicznych i zmian morfologicznych, będących wyrazem przystosowania się organizmu do zmienionych warunków środowiska zewnętrznego, zwłaszcza warunków klimatycznych. Proces ten przebiega tym trudniej i dłużej, im bardziej nowe warunki różnią się od poprzednich. Zależy on również od zdolności adaptacyjnych organizmu aklimatyzowanego. W wyniku tego procesu wzrasta tolerancja fizjologiczna na działanie danej temperatury.

Człowiek może szybciej zaaklimatyzować się do wysokiej temperatury, niż do niskiej. Proces ten zwiększa tolerancję gorąca i zmniejsza ryzyko szkodliwych skutków dla zdrowia.

Przed podjęciem pracy pracownicy powinni być zaaklimatyzowani do danych warunków.

Istnieją dwie metody naturalnej klimatyzacji:

- I.
  - W pierwszym dniu praca wykonywana powinna być przez 50 % czasu trwania zmiany roboczej
  - W ciągu kolejnych dni czas pracy powinno się zwiększać o 10 %
- II.
  - W pierwszym i drugim dniu praca powinna być wykonywana przez 35 % czasu trwania zmiany roboczej
  - W trzecim i czwartym przez 50 % czasu trwania zmiany roboczej
  - W piątym i szóstym przez 65 % czasu trwania zmiany roboczej

Niewskazane jest zatrudnienie w narażeniu na działanie wysokich temperatur otoczenia osób osłabionych, z chorobami układu krążenia, a także osób z rozległymi zmianami skórnymi upośledzającymi wydalanie potu.

Aklimatyzacja do wysokiej temperatury otoczenia dotyczy zmian:

1. trybu życia:
  - ekonomiczne dysponowanie wysiłkiem fizycznym
  - unikanie narażenia organizmu na promieniowanie podczerwone
  - unikanie otrzymywania ciepła przez przewodzenie
2. czynności układu krążenia:
  - następuje przyspieszenie czynności serca
  - wzrost ciśnienia tętniczego
3. czynności gruczołów potowych:
  - wzrasta ilość wydzielonego potu
  - zmienia się skład potu
4. gospodarki wodno-elektrolitowej:

- wzrasta objętość osocza
- wzrasta nadmierna nerkowa retencja wody i NaCl w stosunku do ilości potrzebnej do wyrównania strat wynikających z obfitego wydzielania potu
- 5. czynności układu oddechowego-hiperwentylacja
- 6. czynności ośrodkowego układu nerwowego
- 7. zmian metabolicznych-podwyższenie tempa metabolizmu

Aklimatyzacja do niskiej temperatury dotyczy:

1. zmian trybu życia
2. usprawnienia termoregulacji fizycznej:
  - zwiększenie ilości tkanki tłuszczowej podskórnej
  - zwiększenie właściwości izolacyjnych tkanek powierzchni ciała
3. usprawnienia termoregulacji chemicznej

Podatność na wystąpienie zmian wywołanych przez niską temperaturę jest większa u osób ze schorzeniami narządu krążenia, u osób będących pod działaniem alkoholu, z zaburzeniami świadomości, w stanie głodu lub pragnienia a także u osób starszych.

Zmiany ogólne występujące pod wpływem niskich temperatur to **hipotermia**. Chory człowiek traci świadomość, oddychanie ulega zwolnieniu lub zatrzymaniu. Pojawia się bradykardia, zatrzymanie krążenia. Temperatura w odbytnicy obniża się do 27°C. Chory wymaga szybkiej pomocy ( ogrzanie ciała w wodzie w temperaturze 45 – 48°C, wyrównanie zaburzeń elektrolitowych i kwasicy, wskazane są duże dawki kortykosterydów ).

### **Stres cieplny i zaburzenia cieplne.**

Praca w mikroklimacie gorącym powoduje powstanie stresu cieplnego, który wywołuje:

1. wzrost temperatury skóry
2. rozszerzenie obwodowych naczyń krwionośnych
3. zwiększenie przepływu krwi
4. pocenie się
5. zwiększoną utratę ciepła przez konwekcję i promieniowanie
6. zwiększenie przenoszenia ciepła z wnętrza organizmu do obwodu

**Zaburzenia cieplne spowodowane powyższymi czynnikami to:**

1. utrata soli
2. utrata wody
3. zaburzenia skórne
4. ustanie pocenia

**Skutki działania ogólnego wysokich temperatur:**

1. omdlenie cieplne
2. wyczerpanie cieplne
3. kurcze cieplne
4. zmiany na skórze
5. udar cieplny

**Efektom działania miejscowego wysokich temperatur na tkanki są oparzenia.**

Wyróżniamy cztery stopnie oparzeń:

- I ° - rumień o cechach zapalnych
- II ° - rumień i pęcherze
- III ° - rumień, pęcherze i martwica tkanek
- IV ° - zwęglenie tkanek

**Działanie ogólne niskich temperatur:**

1. obniżenie temperatury ciała, zwolnienie przemiany materii
2. przy długotrwałym działaniu zimna następuje śmierć z zamarznięcia

**Działanie miejscowe niskich temperatur podzielone jest na trzy stopnie:**

- I ° - rumień z sinofioletowym odcieniem
- II ° - zmiany pęcherzykowe z obrzękiem skóry i tkanki podskórnej
- III ° - zmiany martwicze

**Udar cieplny** – występuje najczęściej u osób starszych, otyłych, z chorobami układu krążenia, niezaaklimatyzowanych. Jest to stan głębokiego zaburzenia mechanizmu termoregulacji charakteryzujący się wysoką gorączką i utratą zdolności pocenia się, przebiegający z nagłą utratą świadomości prowadzący często do śmierci.

Tabela 10.

Objawy i pierwsza pomoc w czasie powstania udaru cieplnego

Objawy	I pomoc
<ul style="list-style-type: none"> <li>- temperatura ciała 41,1<sup>0</sup>C lub wyższa</li> <li>- skóra gorąca, sucha, zaczerwieniona, na twarzy sina</li> <li>- bóle i zawroty głowy</li> <li>- nudności</li> <li>- wymioty</li> <li>- ogólne pobudzenie</li> <li>- utrata orientacji</li> <li>- majaczenie</li> <li>- utrata przytomności</li> <li>- śpiączka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- przenieść pracownika do chłodnego lub termicznie umiarkowanego środowiska</li> <li>- ochłodzić ciało np. spryskiwaniem odzieży zimną wodą lub zastosować zimne okłady i nawiew powietrza</li> <li>- mierzyć temperaturę w odbytnicy w odstępach 3 – 5 min.</li> <li>- odwieźć człowieka do szpitala jak temperatura obniży się do 38,5°C</li> </ul>

**Wyczerpanie cieplne** – występuje u osób, które utraciły dużą ilość wody i soli w wyniku wydzielania potu. Jest to zespół zaburzeń ustrojowych.

Tabela 11.

Objawy i pierwsza pomoc w razie powstania wyczerpania cieplnego

Objawy	I pomoc
<p>Odwodnienie organizmu przekraczające 2 % masy ciała powoduje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bóle i zawroty głowy</li> <li>- nudności</li> <li>- nieskoordynowane ruchy</li> <li>- osłabienie</li> <li>- zmęczenie</li> <li>- zmniejszenie objętości krążącej krwi</li> <li>- temperatura mierzona w odbytnicy 37,5 – 38,5°C</li> <li>- skóra wilgotna i pokryta potem</li> <li>- wymioty</li> <li>- zaburzenia przytomności</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- przy umiarkowanym wyczerpaniu cieplnym należy umieścić człowieka w chłodnym miejscu, w stanie spoczynku, podawać mu w małych ilościach ale często napój zawierający w 1 litrze 1 – 1,5 g soli</li> <li>- jeżeli wyczerpanie cieplne jest ciężkie to niezbędna jest opieka lekarska</li> </ul>

**Kurcze cieplne** – u ludzi, którzy bardzo się pocą, piją duże ilości wody i nie uzupełniają strat soli spowodowanych poceniem, u ludzi niezaaklimatyzowanych do gorąca powyżej 38°C

Tabela 12.

Objawy i pierwsza pomoc w razie wystąpienia kurczów cieplnych

Objawy	I pomoc
<ul style="list-style-type: none"> <li>- skóra blada i wilgotna</li> <li>- ciepłota ciała i ciśnienie tętnicze są prawidłowe</li> <li>- we krwi stwierdza się niski poziom sodu i cechy zagęszczenia</li> <li>- mogą wystąpić nasilone, bolesne kurcze mięśni</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- umieścić chorego w chłodnym miejscu i delikatnie rozmasować bolesne mięśnie</li> <li>- w czasie pracy podawać większe ilości soli w pokarmach lub napoje z dodatkiem soli w ilości 1–1,5g/litr napoju ( co 30 – 60 min.)</li> </ul>

**Omdlenie cieplne** – występuje u ludzi pracujących w środowisku gorącym, w postawie stojącej i z małą aktywnością ruchową

Tabela 13.

Objawy i pierwsza pomoc w razie wystąpienia omdlenia ciepłego

Objawy	I pomoc
<ul style="list-style-type: none"> <li>- skóra chłodna i spocona</li> <li>- tętno słabo napięte</li> <li>- przejściowo obniżone ciśnienie tętnicze krwi</li> <li>- przemieszczanie krwi do rozszerzonych naczyń żylnych w skórze i dolnych części ciała powoduje zmniejszony dopływ krwi do serca, zmniejszoną objętość wyrzutową i minutową serca, niedokrwienie mózgu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pracownika należy umieścić w miejscu termoneutralnym w postawie leżącej</li> <li>- podać płyn do picia</li> </ul>

**Zmiany na skórze** – występują u ludzi pracujących w wysokich temperaturach, przy wysokiej wilgotności powietrza

Tabela 14.

Choroby skóry związane z pracą w wysokich temperaturach

<ul style="list-style-type: none"> <li>- potówki</li> <li>- zaczerwienienie ujęć gruczołów potowych</li> <li>- powstanie drobnych pęcherzyków</li> <li>- zapalenie gruczołów potowych</li> </ul>
--

### Ostre choroby wywołane bezpośrednim działaniem czynników klimatycznych:

1. ochładzanie organizmu powoduje:

- zaburzenie czynności ustroju
- miejscowe uszkodzenie tkanek

2. przegrzewanie:

- zaburzenia czynności ustroju
- ostre i przewlekłe choroby
- po przekroczeniu granicznego tętna ( 180/min. ) następuje:
  - upośledzenie wypełniania się komór serca
  - zaleganie krwi w łożysku naczyniowym skóry
  - przenoszenie ciepła z głębi ciała do warstw powierzchniowych
  - dalsze gromadzenie ciepła prowadzące do hipotermii

3 choroby wywołane promieniowaniem nadfioletowym słońca:

- słoneczne zapalenie skóry I°
- słoneczne zapalenie skóry II°
- ostre słoneczne zapalenie spojówek
- opryszczka warg
- udar słoneczny

4. zagrożenia z powodu mocnego działania wiatru

5. rażenia piorunem ( oparzenia, okaleczenia, porażenia narządów wewnętrznych )

### Przewlekłe choroby wywołane działaniem czynników klimatycznych:

1. przewlekłe choroby spowodowane ochładzaniem:

- przewlekłe odmrożenia rąk, nóg, twarzy
- sinica goleni młodych kobiet

- stopa okopowa
- 2. przewlekłe choroby wywołane przegrzaniem organizmu:
  - potówka przeźroczysta
  - potówka czerwona
  - potówka głęboka
  - zupełne ustanie pocenia się
  - wyczerpanie z niepotliwości
- 3. przewlekłe choroby z powodu długotrwałego działania promieniowania nadfioletowego:
  - zanik skóry
  - rak skóry twarzy
  - czerniak
- 4. wysychanie skóry spowodowane szkodliwym działaniem wiatru

#### **Choroby wywołane niedostateczną ilością bodźców atmosferycznych:**

1. ochładzanie organizmu:
  - domestykacja
2. promieniowanie nadfioletowe słońca:
  - krzywica
3. obniżone ciśnienie cząsteczkowe tlenu:
  - choroba górską
  - ostry obrzęk płuc

#### **Choroby wywołane naturalnymi zanieczyszczeniami powietrza:**

1. zatrucia gazami
2. zatrucia dwutlenkiem węgla
3. pylica płuc
4. choroby wywołane pyłami organicznymi:
  - sienny nieżyt nosa
  - pyłkowica
  - alergiczny niesezonowy nieżyt nosa
  - dychawica oskrzelowa

#### **Wpływ pogody na psychikę.**

Pobudzająco działają:

1. promieniowanie ultrafioletowe
2. stosunkowo silne bodźce termiczne ( ochłodzenie, umiarkowanie chłodna pogoda )
3. słabe zmętnienie powietrza i dobra widzialność
4. znaczne kontrasty oświetlenia i barw
5. chmury kłębiaste, silny wiatr związany z szumem i ruchem drzew
6. opady śniegu podczas wiatru

Uspokajająco działają:

1. zbyt słabe bodźce termiczne, parność
2. silne zmętnienie powietrza i słaba widzialność
3. słabe kontrasty oświetlenia i barwy
4. długo utrzymujące się mgły
5. chmury warstwowe
6. opady śniegu w ciszy

**Klimatoterapia** – wykorzystuje bodźce klimatyczne, które pobudzają czynności fizjologiczne ustroju i wywierają korzystny wpływ w leczeniu pewnych chorób. Działają również zapobiegawczo, jak też utrwalają wyniki leczenia klinicznego. W klimatoterapii współdziałają czynniki pogodowo-klimatyczne (temperatura, wilgotność), fotochemiczne



(promieniowanie słoneczne), mechaniczne (ciśnienie atmosferyczne, wiatry), chemiczne (skład powietrza) i inne tworząc zespół korzystnych warunków zdrowotnych.

Klimatoterapia dzieli się na kilka działów:

1. **Helioterapia** – wykorzystuje promieniowanie słoneczne w napromienieniu całego ciała lub chorych części
  - hamuje rozwój osteoporozy
  - stymuluje procesy ochrony skóry w łuszczycy
  - hamuje aktywność komórek Langerhansa skóry w egzemach alergicznych
  - zwiększa wytrzymałość i sprawność układu odpornościowego
  - powoduje wzrost wytwarzania witaminy D<sub>3</sub>
2. **Aeroterapia** – leczenie świeżym powietrzem w spoczynku lub podczas małej aktywności ruchowej ( spacer )
  - zmniejsza się wrażliwość na czynniki infekcyjne
  - wzrasta sprawność układu krążenia
3. **Kinezyterapia** – jest połączeniem aeroterapii z ruchem ( ścieżka zdrowia )
  - korzystnie działa w zaburzeniach czynnościowych układu krążenia, miażdżycy, chorobie niedokrwiennej serca
  - zwiększa możliwości wytrzymałościowe organizmu
4. **Talassoterapia** – wykorzystuje czynniki bodźcowe klimatu morskiego ( kąpiele morskie, niska temperatura, duża prędkość wiatru, promieniowanie nadfioletowe)
  - wzrasta odporność na infekcje
  - wzrost wytrzymałości
  - obniżenie wrażliwości na niską temperaturę otoczenia

Wskazaniami do stosowania tej metody są:

- schorzenia układu oddechowego
- alergie
- schorzenia skóry

## 8. ZASADY ERGONOMII I PROFILAKTYKI PRZEMYSŁOWEJ

Pojęcie “ergonomii” po raz pierwszy użył i zdefiniował Polak Wojciech Jastrzębowski w 1857r. W 1949 roku w Anglii powstało Towarzystwo Badań Ergonomicznych, a w 1979 roku, który to był kluczowym momentem dla ergonomii w Polsce, w Warszawie odbył się 7 Kongres IEA zorganizowany przez Jana Rosnera.

W Krakowie osobą nierozdzielnie związaną z rozwojem ergonomii jest prof. dr hab. A. Kontrymowicz-Ogiński. Zasady ergonomii omawiane są szerzej w ramach zajęć z Medycyny Pracy w Zakładzie Ergonomii Collegium Medicum UJ. W związku z tym w niniejszym opracowaniu przedstawione są tylko niektóre wybrane zagadnienia łączące się z problematyką higieny. Na rozwój ergonomii wpływały znacząco potrzeby technologii wojskowej podczas II wojny światowej, jak również z biegiem lat coraz to nowocześniejszych technologii, a obecnie rozwój technologii komputerowej w miejscu pracy. Stan warunków pracy w Polsce jest zły. Wg danych Międzynarodowej Organizacji Pracy liczba wypadków przy pracy w krajach Europy Środkowej wynosi 10 – 20 na 100 tys. osób zatrudnionych. Jest to 3 – 4 krotnie więcej niż w krajach rozwiniętych.

Wypadki przy pracy najczęściej są skutkiem “nieergonomiczności” stosowanych urządzeń i organizacji procesu pracy.

Wśród około 979 tys. osób zatrudnionych w 1996 roku w warunkach zagrożenia czynnikami

związanymi ze środowiskiem pracy można odnaleźć dowody zaniedbań zasad ergonomii, które odnoszą się do około 101 tys. osób pracujących w niewłaściwych warunkach oświetlenia i około 302 tys. osób pracujących w warunkach nadmiernego obciążenia spowodowanego pracą fizyczną dynamiczną i statyczną, czy mikroklimatem zimowym (około 36 tys. ) lub gorącym (około 45 tys. ).

Również ekspozycję na nadmierny hałas (około 326 tys. ) oraz wibrację (około 38 tys. ) zalicza się do grupy czynników środowiska pracy, o ile przekraczają normy higieniczne, a przy nie przekraczających powodują uciążliwość w wykonywaniu pracy.

**Ergonomia** jest to nauka interdyscyplinarna zajmująca się przystosowaniem środowiska pracy do psychofizycznych możliwości człowieka oraz zapewnieniem maksymalnej wydajności pracy bez pogorszenia stanu zdrowia pracownika.

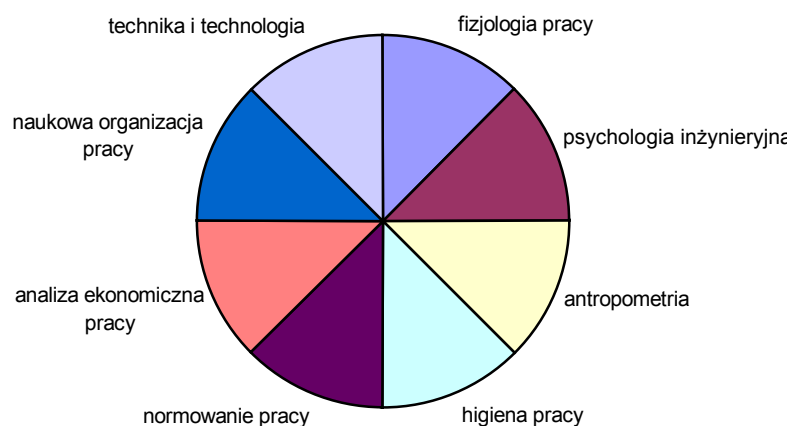
Obok terminu ergonomia czasem używa się terminów bliskoznacznych jak np. inżynieria środowiska, biotechnika czy antropotechnika.

Ergonomia występuje pod dwiema postaciami:

- ergonomia korekcyjna, która zajmuje się zmianami w już istniejących maszynach, urządzeniach lub organizacji pracy pod kątem lepszego dostosowania jej do psychofizycznych potrzeb człowieka
- ergonomia koncepcyjna – ma na celu projektowanie urządzeń i stanowisk pracy dostosowanych do konkretnych warunków pracy. Stanowi najczęściej kompromis pomiędzy potrzebami biologicznymi a możliwościami techniczno-konstrukcyjnymi, technologicznymi i ekonomicznymi
- ergonomia badawcza zajmuje się badaniami naukowymi przydatnymi do praktycznego stosowania

Ergonomia integruje fizjologię, anatomię, psychologię, socjologię i higienę pracy z elementami nauk technicznych oraz naukę o organizacji pracy.

Rys. 2. Podstawowe elementy składowe ergonomii wg B.Dołęgowskiego i S.Janczała  
“Praktyczny poradnik dla służb bhp”



Ergonomia koncepcyjna, zastosowana we wczesnej fazie opracowywania rozwiązań technicznych jest o wiele bardziej racjonalna i skuteczna niż ergonomia korekcyjna i dlatego do niej należy przyszość.

Pośrednią jak gdyby formą ergonomii korekcyjno-koncepcyjnej jest metoda atestacji (zatwierdzania) prototypów nowych maszyn i urządzeń przed wydaniem zgody na ich produkcję seryjną. Uchwała, która mówi o atestacji maszyn i urządzeń do pracy zezwala na dopuszczenie do produkcji tylko maszyn i urządzeń, które w pełni odpowiadają wymaganiom ustawy o bezpieczeństwie i higienie pracy (kodeks pracy). Obiecane są przy tym założenia konstrukcyjne oraz ostateczne wyniki badań prototypów.

Z lekarskiego punktu widzenia można ergonomię traktować jako ekologię przemysłową. Ekologia ta ogranicza się nie tylko do opisu i analizy środowiska pracy, ale dąży do dostosowania tego środowiska do wymagań anatomiczno-fizjologicznych organizmu pracującego człowieka, wykorzystując w tym celu wszystkie dostępne środki techniczne i organizacyjne.

Przez środowisko pracy należy, w tym przypadku, rozumieć nie tylko składniki fizyczne i chemiczne środowiska, ale przede wszystkim człowieka znajdującą się na terenie zakładu pracy jak i poza jego obrębem.

Poza zakładem pracy człowiek sam może usuwać się spod wpływu szeregu szkodliwych czynników, natomiast w czasie przebywania na terenie zakładu swoboda jego działania jest ograniczona przez bodźce ekonomiczne, które hamują w znacznym stopniu reakcje obronne. Dlatego też w każdym zakładzie pracy muszą znajdować się ludzie, którzy będą czuwać nad bezpieczeństwem i zdrowiem poprzez dostrzeganie i usuwanie niezgodności między organizmem i środowiskiem.

W dużych zakładach pracy często powstają tzw. zespoły ergonomiczne, w skład których wchodzi: inżynier konstruktor, lekarz, psycholog, socjolog i ekonomista. Zespół ten dokonuje analiz ergonomicznych istniejących na terenie danego zakładu pracy czyli prowadzi działalność ergonomii korekcyjnej. Podejmuje też zadania z zakresu ergonomii koncepcyjnej. Dzięki takiemu zespołowi zostają spełnione wymagania ergonomiczne, urządzenia stają się wygodne i dostosowane do indywidualnych parametrów antropometrycznych, nie oddziałujących szkodliwie na zdrowie użytkownika.

Taka ocena i diagnozowanie, przez zespół ergonomiczny, wszystkich czynników środowiska pracy i bytowania człowieka, które mają wpływ na kształtowanie się korzystnych warunków tych środowisk to monitoring ergonomiczny.

W ramach monitoringu ergonomicznego przeprowadza się badania antropometryczne, które pozwalają na projektowanie różnych urządzeń i wnętrz dostosowanych do różnych pozycji ciała ( stojącej, siedzącej, kucznej i klęczącej ). Badania te przeprowadza się na różnych populacjach wiekowych. Przeprowadza się również badania antropometryczne osób niepełnosprawnych dla wyposażenia ich we właściwe urządzenia ułatwiające im życie.

W opracowaniach dotyczących analiz stanowisk pracy zespoły ergonomiczne opierają się na ergonomicznej liście kontrolnej.

Podstawą do badań praktycznych i rozważań teoretycznych dotyczących analiz ergonomicznych jest tzw. lista "dortmundzka" zawierająca 361 pytań. Dzięki niej otrzymuje się bardzo szybko najlepsze wyniki przy badaniach pojedynczych stanowisk pracy.

Człowiek jest powiązany w sposób wieloraki z czynnikami, od których zależy właściwe wykonanie jego pracy.

Do analizy ergonomicznej podstawowymi pojęciami są układy:

- człowiek – maszyna
- człowiek – materialne środowisko

## Warunki środowiska materialnego

( Oświetlenie	Hałas	Mikroklimat	Promieniowanie )
---------------	-------	-------------	------------------

Urządzenia sygnalizacyjne maszyny

**Maszyna** ----- **Człowiek** ( pamięć, uwaga, stresy, polecenia )

Sterowanie	Rytm i tempo pracy	Przerwy w pracy)
( Postawa ciała		
warunki pracy na stanowisku roboczym		

W układzie tym centralną pozycję zajmuje człowiek, a przedmiotem analizy ergonomicznej są jego powiązania z maszyną oraz materialnym środowiskiem pracy i stanowiskiem roboczym.

Metoda analizy pracy prowadzonej pod kątem rozpoznania rodzaju i wielkości obciążenia zawodowego ułatwia działalność w zakresie ergonomii korekcyjnej i koncepcyjnej.

Cechą naszej gospodarki jest szybki rozwój techniki i z tym częściowo związane wprowadzenie nowych technologii, chemizacji, nowych rodzajów energii itp. Dotychczasowe procesy produkcyjne i metody pracy ulegają stałej, niejednokrotnie gwałtownej modernizacji.

Technika coraz skuteczniej wyręcza człowieka, ale to stwarza inne uciążliwości zagrażające zdrowiu.

Znacznie szybciej niż znikanie nadmiernego obciążenia fizycznego pracą zawodową narastają różnorodne inne zawodowe uciążliwości mięśniowe, sprzyjające powstawaniu zmęczenia (uproszczone i monotonne czynności w pozycji wymuszonej, stale siedzącej lub stojącej, mało ruchliwej, niekiedy pochylonej ).

Charakterystyczną cechą współczesnych warunków pracy jest:

1. brak wszechstronnej i dostatecznej ruchliwości, a tym samym prawidłowej wentylacji układu oddechowego i dostatecznego nasycenia ustroju tlenem oraz lepszej wydolności układu krążenia u zatrudnionych
2. wysiłek psychiczny załóg
3. monotonia
4. hałas
5. wibracja
6. promieniowanie ciepłe
7. promieniowanie jonizujące
8. mikrofały
9. działanie nowych substancji toksycznych

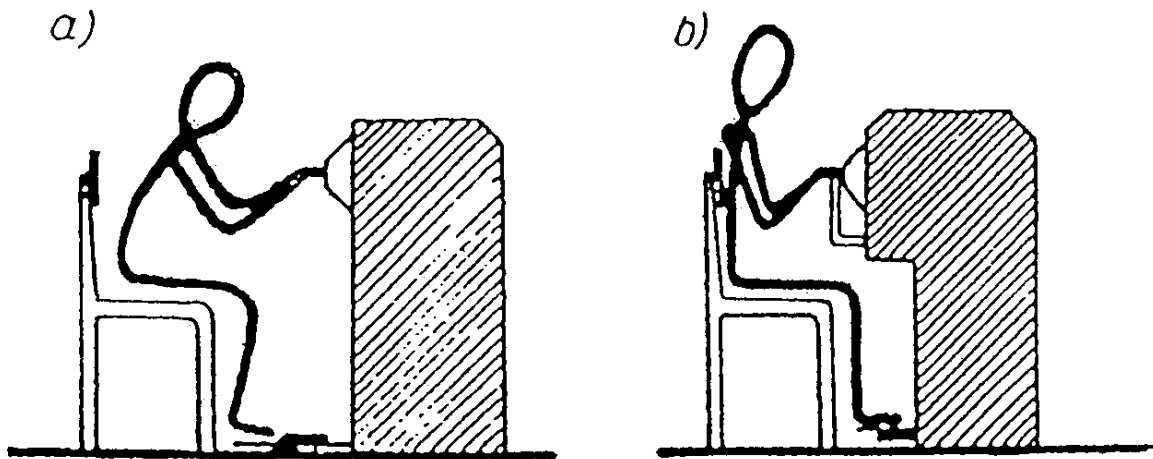
Ergonomia ma charakter profilaktyki lekarskiej, ponieważ głównym jej celem jest ochrona pracującego człowieka przed kalectwem ( profilaktyka wypadków ) lub chorobą zawodową (profilaktyka chorób zawodowych ).

Człowiek może wykonywać pracę statyczną, gdy ciało podczas wysiłku znajduje się w bezruchu, lub dynamiczną, gdy wysiłkowi człowieka towarzyszy również ruch ciała.

Przyczyną wielu wypadków przy pracy jest zmęczenie fizjologiczne organizmu. Obniżenie sprawności fizycznej pracownika jest spowodowane koniecznością przybierania przez daną

osobę wymuszonych pozycji ciała. Powoduje to stałe napięcie statyczne pewnych grup mięśni, czego konsekwencją jest zmęczenie fizyczne i psychiczne.

**Krzesło** decyduje niejednokrotnie o komforcie lub uciążliwości pracy siedzącej. Polskie normy przewidują dość precyzyjne wymagania w tym zakresie będące na naszym rynku. Do ważnych wymiarów funkcjonalnych krzeseł biurowych zalicza się: wysokość, głębokość i szerokość siedziska, szerokość oparcia, kąt odchylenia oparcia, odległość między podłokietnikami (poręczami), wysokość poręczy nad siedziskiem, promień krzywizny oparcia. Wysokość siedziska powinna być regulowana przez osobę użytkującą dane krzesło, a także powinna zapewnić komfort korzystania z pozostałych mebli lub wyposażenia. Mechanizm regulacji wysokości powinien być łatwy do obsługi z pozycji siedzącej i nie powinien wymagać użycia dużej siły. Gdy krzesło jest przeznaczone do wielu celów i zajmowane jest przez dłuższy czas, wskazane jest wyposażenie go w mechanizm kołyskowy, który umożliwi synchroniczne pochylenie do przodu siedziska wraz z oparciem pleców. Ten mechanizm powinien mieć blokadę wybranej pozycji siedziska.



Rys.3. Przykład prawidłowej i nieprawidłowej postawy człowieka pracującego przy maszynie o złej konstrukcji i siedzisku (wg Dołęgowskiego i Janczała "Praktyczny poradnik dla służb bhp").

- a) niewłaściwa konstrukcja maszyny i siedziska jest powodem męczącej pozycji ciała; tułów jest pochylony do przodu, ręce są stale wyciągnięte ku przodowi; zbyt mała odległość przedmiotu pracy od oczu; zły kąt patrzenia; stałe napięcie statyczne mięśni grzbietu, pasa barkowego i ramion
- b) zmiana kształtu maszyny pozwala na umieszczenie pedału tak, że siedzisko może znajdować się bliżej maszyny, dzięki czemu pracownik siedzi prosto, może oprzeć plecy; zmniejszenie odległości wyciągania ramion ku przodowi i zainstalowanie podpórki do rąk w dużym stopniu usuwa konieczność napięcia statycznego mięśni ramion i pasa barkowego

Obecnie duża grupa ludzi pracuje przy **komputerach**. Muszą być spełnione określone wymogi dotyczące usytuowania komputera. Komputer powinien stać na biurku lub specjalnym stoliku, w pomieszczeniu z wentylacją. Temperatura powietrza wokół komputera

powinna być około 21 – 22°C, wilgotność względna powietrza 50 – 65 %. Kable, przewody zasilające i zasilacz awaryjny nie powinny płatać się po podłodze. Sprzęt komputerowy nie powinien być

podłączony prowizorycznie. Na biurku prócz komputera powinno być miejsce na dokumenty, książki, dyskietki, ewentualnie drukarki. Biurko powinno mieć fakturę matową lub półmatową. Ważne jest oświetlenie (500 – 600 luksów). Gdy pracuje się wyłącznie na ekranie, to najlepsze jest oświetlenie niezbyt jasne. Gdy nie tylko korzysta się z ekranu, ale również z tekstów drukowanych, to oświetlenie powinno być mocniejsze. Bardzo szkodliwe są odbicia wnętrza pokoju lub okna na szybie ekranu. Niewskazane jest także siedzenie przy komputerze twarzą do okna. Światło słoneczne, które pada bezpośrednio na monitor utrudnia czytanie. Odległość twarzy człowieka od monitora powinna wynosić od 45 do 75 cm. Ekran monitora powinien być czytelny przy kącie patrzenia do 40 stopni (względem linii prostopadłej do jego powierzchni), a minimalna wielkość ekranu ( przekątna ) powinna mieć 14 cali.

Monitory są źródłem ładunków elektrostatycznych i promieniowania elektromagnetycznego. Producenci w coraz nowszych modelach starają się, by to oddziaływanie jak najbardziej zmniejszyć. Powinno się stosować filtry, które zatrzymują 100 % promieniowania z czołowej powierzchni monitora, neutralizują ładunki elektrostatyczne, zwiększają ostrość obrazu. Podczas pracy przy komputerze ważna jest pozycja ciała człowieka. Klawiatura powinna znajdować się 7 – 10 cm poniżej powierzchni biurka, które ma najczęściej 75 cm wysokości. Przy pisaniu na klawiaturze komputera nie należy opierać łokci na blacie, ponieważ powoduje to poważne dysfunkcje kończyn górnych. Klawiatura nie powinna znajdować się wyżej niż stawy łokciowe. Idealne jest ułożenie klawiatury na wysokości łokci, by jego dolna krawędź oddalona była o 10 cm od krawędzi blatu. Ta przestrzeń umożliwia oparcie tylnych części dłoni. Jeżeli nie ma oparcia, to wielogodzinne pisanie przeciąża kręgosłup.

Tabela 15.

Częstość zaburzeń układu ruchu u osób pracujących przy komputerach

<b>Części ciała narażone na dolegliwości związane z długą pracą przy komputerze</b>	<b>% osób u których stwierdza się dolegliwości</b>
Głowa	48
Szyja i obręcz barkowa	51,2
Kończyny górne	24,3
Okolice lędźwiowa	45,5
Pośladki	7,6
Uda	19
Kolana i podudzia	29

W każdym miejscu pracy muszą być spełnione warunki odnośnie pomieszczeń i urządzeń danego zakładu pracy. Również dotyczy to **zakładu opieki zdrowotnej**.

1. Zakład powinien stanowić samodzielny budynek, a jeżeli jest on przeznaczony również na inne cele, to powinien posiadać pomieszczenia odizolowane od innych użytkowników budynku.
2. Powierzchnia w środku budynku powinna być dostosowana do urządzeń, aparatury i sprzętu tam zainstalowanego.
3. Pomieszczenia ( pokoje chorych ) powinny znajdować się powyżej parteru
4. Pomieszczenia na tym samym piętrze nie mogą znajdować się na różnych poziomach, które wymagałyby zastosowania stopni lub pochylni wyrównawczych; powinny posiadać punkty poboru wody ciepłej i zimnej
5. Dla pracowników powinny być zorganizowane szatnie centralne. Również każdy oddział (kuchnia, pralnia, spalarnia odpadów, oddział zakaźno-obsługowy, chorób płuc i gruźlicy) powinien mieć oddzielną szatnię
6. Przy szatniach powinny być węzły sanitarne ( 1 umywalka na 20 pracowników, 1 natrysk na 25 pracowników, co najmniej 1 ubikacja )
7. Ubikacje powinny być urządzone odrębnie dla personelu i pacjentów oraz osobne dla mężczyzn i kobiet
8. Pokoje śniadaniowe powinny mieć powierzchnię  $> 10 \text{ m}^2$
9. Izolatka, stanowiąca zespół pomieszczeń przeznaczonych dla pobytu jednego pacjenta, powinna mieć bezpośrednie wyjście na zewnątrz budynku
10. Poczekalnie pacjentów powinny umożliwiać łączność wzrokową z drzwiami pokoi badań lekarskich, dla których są przeznaczone
11. Podłogi muszą być wykonane z materiałów gładkich, trwałych, zmywalnych, odpornych na działanie środków dezynfekcyjnych
12. Ściany powinny być łatwo zmywalne i umożliwiające dezynfekcję, wyłożone na części płytkami z materiałów gładkich, trwałych, zmywalnych i odpornych
13. Pokoje łóżkowe powinny umożliwiać ustawienie łóżek z dostępem z trzech stron
14. Odstępy między łózkami powinny wynosić minimum 70 cm, a od ściany zewnętrznej minimum 80 cm
15. Każdy pokój łóżkowy musi być wyposażony w umywalkę z ciepłą i zimną wodą
16. Minimalna szerokość korytarza to 3 m, szerokość drzwi do sal łóżkowych 110 cm, a do sal operacyjnych 120 cm
17. Odcinek pielęgniarski powinien być wyposażony w poprzedzone przedsionkiem pomieszczenie brudownika z dostępem do oświetlenia naturalnego, służące do



- przechowywania i dezynfekowania kaczek i basenów, składowania brudnej bielizny i mycia cerat
18. W salach operacyjnych, salach na oddziałach anestezjologii i intensywnej opieki oraz pomieszczeniach, w których znajdują się urządzenia rentgenowskie wyposażone w aparaturę komputerową, powinny być stosowane wykładziny podłogowe antyelektrostatyczne
  19. Pomieszczenia sal: operacyjnych, oparzeniowych, intensywnej opieki, pooperacyjnych oraz bezpośrednio otoczenie sal operacyjnych powinny być klimatyzowane
  20. Odcinek pielęgniarski maksymalnie powinien liczyć 35 łóżek, oddział szpitalny może składać się nie więcej niż z 3 odcinków pielęgniarskich
  21. Powierzchnia pokoi łóżkowych powinna wynosić:
    - pokoju 1 –osobowego minimum  $12\text{ m}^2$
    - pokoju 2 –osobowego minimum  $14\text{ m}^2$
    - pokoju 3-osobowego minimum  $20\text{ m}^2$
    - pokoju wielołożkowego minimum  $6\text{ m}^2$  na 1 łóżko.

### Piśmiennictwo

- Bogusławski W., Ejsmont J., Krecuniak A.,: Higiena zagadnienia wybrane. Akademia Medyczna w Gdańsku. Gdańsk 1986.
- Dołęgowski B., Janczał S.,: Praktyczny poradnik dla służb bhp. Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr Sp.z.o.o. Gdańsk 1998.
- Engel Z., 1980 : Ochrona środowiska pracy przed drganiami i hałasem. AGH. Kraków.
- Hansen A.,: Ergonomia na co dzień. Instytut wydawniczy związków zawodowych. Warszawa 1987.
- Jethon Z. (red)., : Medycyna zapobiegawcza i środowiskowa. Wydawnictwo lekarskie PZWL. Warszawa 1997.
- Jurczak M. E., : Wpływ wibracji na ustrój. PZWL. Warszawa 1974.
- Jurczak M.,: Wibracje wokół nas. Wiedza Powszechna. Warszawa 1975.
- Koradecka C. (red)., - Bezpieczeństwo pracy i ergonomia. Centralny Instytut Ochrony Pracy. Warszawa 1997.
- Kowal A. L., : Technologia wody. Arkady. Warszawa 1997.
- Marcinkowski J.T.,(red), : Podstawy higieny. Wrocław 1997.
- Markiewicz L., : Wibracja. Instytut Wydawniczy CRZZ. Warszawa 1980.
- Rosner J., : Podstawy ergonomii. PWN. Warszawa 1982.
- Wojtusiak R. J.,: Biometeorologia a organizm ludzi i zwierząt. PWN. Warszawa, Kraków 1986.

### III. CZYNNIKI CHEMICZNE I BIOLOGICZNE OBECNE W ŻYWNOŚCI, GLEBIE, WODZIE, POWIETRZU ATMOSFERYCZNYM ŚRODOWISKA BYTOWANIA

#### 1. ŻYWNOŚĆ - SUBSTANCJE OBCE

##### a) CELOWO DODANE.

Współcześnie prawie cała żywność jest poddawana procesom przerobu, konserwowania i przetwarzania. Działania to mają na celu:

- wywołanie wzrostu atrakcyjności nabywczej
- poprawę właściwości organoleptycznych żywności i ograniczenia niekorzystnych zmian (smaku, zapachu, barwy itp.)
- niedopuszczenia do biologicznego skażenia żywności i wydłużenia czasu przydatności do spożycia
- zapewnienie stałego składu i jakości
- dostosowanie do wymogów dietetycznych określonych grup nabywców (wyroby bezglutenowe, niskokaloryczne itp.)
- usprawnienie procesu produkcyjnego, zmniejszenia strat itp.

Istniejące prośby nasilonej międzynarodowej wymiany gospodarczej powodują potrzebę ujednolicenia przepisów prawnych dotyczących handlu żywnością. W okresie gospodarki nakładowo-rozdzielczej i niedoborów żywności w Polsce problem ten miał jedynie marginalne znaczenie. Substancje dodawane do żywności noszą nazwę **dodatków funkcjonalnych**. Według Zarządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej nr 233 z 31 marca 1993 ( Monitor Polski nr 22/1993 ) dodatki do żywności definiowane są jako *“substancje dodatkowe dozwolone w środkach spożywczych i używkach”*. Większość konsumentów jest wrogo nastawiona do produktów zawierających dodatki do żywności. Szczególnie negatywnie odbierane są substancje syntetyczne, zwłaszcza barwniki i konserwanty chemiczne. Wynika to z niezrozumienia roli tych substancji i negatywnych doświadczeń z czasów gdy dodatki do żywności pełniły funkcję niepełnowartościowych substytutów, szczególnie w czasie wojny. Takie obawy wynikają także z wielu doniesień prasowych informujących o negatywnych skutkach stosowania tych substancji. W większości przypadków doniesienia te nie wytrzymują weryfikacji i oparte są na nie sprawdzonych informacjach. Do kręgów opiniotwórczych nie dociera informacja, że stosowanie niektórych dodatków, choć być może stwarzające pewne zagrożenia, zabezpiecza konsumenta przed szkodliwym wpływem rozwoju mikroorganizmów i powstawaniem szkodliwych substancji ( np. toksyn, produktów jęczenia tłuszczów, tworzenie się glikoli itp.). Każda substancja dodawana do żywności musi przejść odpowiednie badanie toksykologiczne uwzględniające bardzo duży margines bezpieczeństwa. W badaniach tych uwzględnia się efekty długotrwałego działania, synergizmu, bioakumulacji i inne. Generalnie rzecz biorąc substancje mogące ulegać bioakumulacji i dające skutki odległe ( efekty oddziaływania na materiał genetyczny ) nie mogą być w ogóle stosowane jako substancje celowo dodane. Bardzo istotne jest określenie **“dopuszczalnego dziennego pobrania” (acceptable daily intake - ADI)**. Oznacza ono *ogólną ilość substancji wyrażonej w mg/kg masy ciała człowieka jaką może on zgodnie z aktualnym stanem wiedzy pobrać ze wszystkich źródeł przez całe życie bez szkody dla organizmu*. Wartości te określane są przez Komitet Ekspertów FAO/WHO do spraw Dodatków do Żywności. Prowadzone badania powodują ciągle zmiany listy substancji dozwolonych jak i dawek ADI. Polskie prawodawstwo ( Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej nr 233 z dnia 31 marca 1993 / Monitor Polski nr 22 z dnia 11 maja 1993 ) przyjmuje podział dodatkowo na następujące grupy:

- barwniki
- substancje aromatyczne
- rozpuszczalniki ( rozcieńczalniki ) do substancji aromatycznych
- substancje konserwujące
- przeciwutleniacze i synergenty
- kwasy, zasady, sole
- substancje stabilizujące i emulgujące
- substancje zagęszczające
- substancje klarujące ( środki filtracyjne )
- rozpuszczalniki ekstrakcyjne
- substancje wzmacniające smak i zapach
- substancje wzbogacające
- substancje stosowane na powierzchnię
- substancje słodzące

W rzeczywistości wiele substancji pełni wieloraką rolę i może równocześnie należeć do kilku grup. Na opakowaniu znajdujemy w opisie składu często sygnatury E z kodem cyfrowym. Jest to międzynarodowy kod identyfikujący stosowany w Unii Europejskiej według systemu - **INS** - International Numbering System.

**Metody konserwowania żywności** ogólnie można podzielić na następujące grupy:

\*metody fizyczne

- obróbka termiczna: wysoką i niską temperaturą czyli gotowanie; smażenie, pieczenie, mrożenie,
- metody odwadniające: liofilizacja, suszenie
- metody radiacyjne: stosowanie promieniowania jonizującego w dawkach nie powodujących powstawania wtórnej promieniotwórczości

\* metody chemiczne: solenie, peklowanie, i inne sposoby stosowania dodatków utrwalających

\* metody biologiczne: kiszenie, kwaszenie, fermentacje

Każda ze znanych metod ma swoje zalety jak i wady, co powoduje ograniczoność ich stosowania. Podczas przechowywania żywności zachodzi w niej szereg zmian. Zmiany te podzielić można na:

- fizyczne: schnięcie
- chemiczne: np. utlenienie
- biochemiczne
- mikrobiologiczne
- fizjologiczne

W celu zachowania naturalnych właściwości stosowane są **substancje utrwalające**. Ogólnie można je zaliczyć do następujących grup:

- substance konserwujące
- przeciwutleniające
- regulatory kwasowości i stabilizatory

Stosowanie substancji konserwujących (konserwantów) zapobiega zmianom mikrobiologicznym i chemicznym w żywności. Dzięki ich stosowaniu wydłuża się czas przechowywania i zwiększa się bezpieczeństwo spożycia produktów np. przez zahamowanie rozwoju bakterii np. *Clostridium botulinum*. Substancje stosowane muszą spełniać szereg wymogów. Nie mogą one wywoływać zmian organoleptycznych, a także muszą wykazywać się brakiem toksyczności dla konsumenta. Powinny one wykazywać wysoką skuteczność poprzez oddziaływanie na szerokie spektrum mikroorganizmów. Poszczególne środki

konserwujące różnią się działaniem na drobnoustroje. Dlatego niezbędny jest dobór odpowiedniego preparatu w zależności od rodzaju konserwowanej żywności jak i występujących w niej mikroorganizmów. Nie każda substancja hamująca rozwój drobnoustrojów jest konserwantem. Takie substancje jak sól, cukier, ocet i etanol, będące składnikami żywności ale posiadające właściwości ograniczające rozwój drobnoustrojów, konserwantami nie są. Za **konserwanty** uznajemy te substancje, które działają w dawkach niższych niż 0,2 %. Najpopularniejszym środkiem konserwującym stosowanym od przeszło 100 lat, jest **kwas benzoesowy** E 210 i jego sole sodowa, potasowa i wapniowa ( E 211, E 212, E 213 ). Znajduje on zastosowanie w konserwowaniu produktów stosunkowo kwaśnych (pH 3-4,5) takich jak przetwory owocowo warzywne, margaryny, napoje alkoholowe, przetwory mleczne, rybne i inne. Działanie jego polega na wpływaniu na system enzymatyczny komórek drobnoustrojów. Dotyczy ono nie tylko komórek wegetatywnych, ale i form przetrwalnikowych. Zaletą kwasu benzoesowego jest fakt, że nie ulega on bioakumulacji i jest szybko wydalany z organizmu. Istnieją doniesienia, że spożywany w dużych ilościach może nasilać objawy alergiczne. .

**Kwas sorbowy** i jego sole ( E 200 - E203 ) jest jednym z najbezpieczniejszych środków konserwujących, gdyż jest to nienasycony kwas tłuszczowy, który w organizmie człowieka ulega typowym dla tłuszczów przemianom (  $\beta$ -oksydacji ). Jego skuteczność w środowisku kwaśnym jest wyższa od kwasu benzoesowego. Niestety jego roztwory wodne nie są trwałe, gdyż łatwo ulega utlenieniu. Znajduje on zastosowanie w serowarstwie oraz przy konserwowaniu przetworów owocowych, cukierniczych, napojów bezalkoholowych i wina.

### Barwniki

Stosowanie barwników związane jest z pragnieniem podwyższenia atrakcyjności spożywczej żywności. Wiąże się z potrzebą przywrócenia barwy naturalnej lub jej zachowaniem, a także chęcią nadania nowej barwy odbieranej przez konsumentów jako atrakcyjna. W przypadku produktów żywnościowych, takich jak wyroby cukiernicze ( ciastka, cukierki, galaretki itp.) - które niekiedy nie posiadały własnej barwy lub barwa ta była nieatrakcyjna - rolą barwników jest zniwelowanie tych wad. Barwniki stosowane są do barwienia powierzchni produktów jak i w masie.

Na ogół barwniki spożywcze dzieli się na:

- naturalne ( lub syntetyczne i identyczne z naturalnymi )
- syntetyczne nieorganiczne
- syntetyczne organiczne

Barwniki spożywcze często uważane są za szkodliwe. W związku z tym, zarówno ilość jak i rodzaj stosowanych barwników, poddawane są szczególnym rygorom. W Polsce uważa się że barwniki stosowane powinny być tylko tam gdzie jest to niezbędne. Preferuje się barwniki naturalne. Prawodawstwo Uni Europejskiej bardzo ściśle normuje jakie produkty mogą być barwione i jakimi barwnikami. W wielu krajach stosowane są jednak normy narodowe. Wynika to z uwarunkowań historycznych i specyfiki poszczególnych rynków. W naszym kraju funkcjonuje ciągle zakaz barwienia wielu środków spożywczych. Zabrania się barwienia: (Zarządzenie nr 233 z 31.03.1993 p. 3 ust.1 ) :

- 1 mleka i serów twarogowych oraz śmietanki i śmietany za wyjątkiem:
  - śmietany i śmietanki przeznaczonej do wyrobu masła
  - mleka przeznaczonego do wyrobu twardych serów podpuszczkowych, które wolno barwić wyłącznie karotenem naturalnym ( E 160a ) lub anatto ( E 160b ),
  - mas powlekających skórę serów twarogowych podpuszczkowych, które wolno barwić czerwienią korzenikową ( E 124 ),

2. herbaty, kakao, kawy i przypraw korzennych
3. miodu pszczelego
4. skórek owoców cytrusowych
5. czekolady i mas czekoladowych oraz polew kakaowych stosowanych zamiast kuwerty czokoladowej
6. mięsa i przetworów mięsnych
7. ryb i przetworów rybnych w tym naturalnego kawioru  
( z wyjątkiem przetworów rybnych typu kawior i czarniale a la łosoś)
8. jelit naturalnych na powłoki wyrobów mięsnych
9. olejów jadalnych
10. cukrów
11. przetworów z jaj ( jaja w proszku, mrożone masy jajowe itp )

Syntetycznych barwników organicznych nie wolno używać do barwienia:

1. przetworów mleczarskich i lodów
2. przetworów owocowych i warzywnych
3. przetworów mącznych i piekarskich
4. koncentratów spożywczych ( z wyjątkiem koncentratów deserów w proszku )
5. tłuszczów, majonezów, sosów sałatkowych, octu, musztardy
6. napojów bezalkoholowych, koncentratów napojów w proszku
7. naturalnych i syntetycznych substancji aromatycznych
8. wina, piwa, koniaku, wiśniaku, rumu i araku.

Do najpopularniejszych **barwników naturalnych** należą: kurkuma ( kurkumina ) E 100; ryboflawina (wit.B2 ) E 101; chlorofile i chlorofiliny E 140 i ich sole miedziowe; karmele E 150; karotenoidy E 160; antocyjany E 163. Otrzymuje się je z produktów pochodzenia roślinnego, zwierzęcego lub są to substancje mineralne. Wadą barwników naturalnych jest ich cena oraz często mała trwałość (płowieją na świetle, rozkładają się w podwyższonej temperaturze). Wad tych na ogół nie posiadają **barwniki sztuczne**. W większości są to związki azotowe (jedno lub dwuazowe). Bardzo niewielka liczba znanych barwników syntetycznych znalazła zastosowanie do barwienia żywności. Są to te substancje, które przy aktualnym stanie wiedzy można uznać za nieszkodliwe dla zdrowia. W stosunku do niektórych barwników syntetycznych, w większości niedopuszczonych do stosowania w naszym kraju, istnieją podejrzenia o potęgowanie objawów alergicznych, szczególnie u osób uczulonych na aspirynę.

### Substancje słodzące

Względy dietetyczne powodują, że współcześnie na świecie występuje tendencja do zastępowania cukrów, a przede wszystkim sacharozy, niskokalorycznymi substytutami. Są one na ogół słodsze od sacharozy (cukru buraczanego). Słodkość sacharozy przyjmuje się za równą 1,00. Substancje słodzące dzieli się na dwie grupy:

1. Syntetyczne wypełniacze, które są na ogół mniej słodkie od sacharozy (np. sorbitol-polialkohol, słodkość 0,6 ). Posiadają one wartość odżywczą porównywalną do cukrów.
2. Syntetyczne silnie słodzące, nie posiadają praktycznie wartości odżywczych.

Syntetyczne substancje zastępujące cukier znane są od około 100 lat. Pierwsza na rynku pojawiła się sacharyna ( synteza 1879 r. ). Ma ona słodkość około 300-500 razy wyższą od sacharozy. Wadą jest gorzki metaliczny posmak. Także podejrzewana jest o działanie rakotwórcze. Z tego powodu jest zakazana w wielu krajach. W Polsce jest dopuszczona do obrotu z sygnaturą E 954. Cyklammat ( synteza 1937 - E 952 ) jest słodszy od cukru około 30-

40 razy. Ze względu na prawdopodobne działanie rakotwórcze (w dużych dawkach) zakazany w Wielkiej Brytanii, USA i Francji. Aspartam - dwupeptyd należący do szeregu D, nazwa handlowa Nutrasweet - posiada smak zbliżony do cukru, słodkość 160-200 większą od sacharozy. Nie wykazano działania szkodliwego. Wadą jest niska trwałość i słaba rozpuszczalność w wodzie. Nie powinien być używany przez osoby chore na fenylketonurię. W 1998 roku wprowadzono do sprzedaży w USA substancję o nazwie sucralose, 600 razy słodsza od sacharozy. Jest to modyfikowany dwucukier o smaku identycznym z naturalnym cukrem. Nie posiada on wartości energetycznej i nie jest wchłaniany przez organizm. Na podstawie testów na zwierzętach i prób klinicznych według FDA ( Amerykański Urząd ds Żywności i Leków) nie wykazuje on żadnego działania ubocznego. Substancje słodzące znajdują się w żywności typu Light, gumach do żucia, cukierkach, napojach, deserach (jogurty, budynie itp ), słodzikach (stołowe środki słodzące zastępujące cukier), pastach do zębów i innych. Poza obniżeniem wartości energetycznej żywności zaletą substytutów cukrów jest fakt, że nie ulegają one fermentacji i nie sprzyjają powstawaniu próchnicy.

### **Dodatki wzbogające**

Według WHO i Uni Europejskiej dodatki wzbogające nie są uznawane za dodatki do żywności. W Polsce jednak znajdują się one na liście dodatków do żywności.

Stosuje się je w celu:

1. Zniwelowania strat wynikających z obróbki technologicznej, przechowywania itp. ( wit.C, E i witaminy grupy B)
2. Nadania cech naturalnych produktom o wysokim stopniu przetworzenia
3. Uzupełnienia niedoborów składników odżywczych
4. Zwiększenia zawartości składników szczególnie istotnych dla zdrowia.

### **b) ZANIECZYSZCZENIA ZWIĄZANE Z PRODUKCJĄ I OBROTEM**

#### **1. Związki stosowane w uprawach roślinnych:**

Obfite stosowanie nawozów (tak naturalnych jak i sztucznych), w tym głównie azotowych i fosforowych spowodowało zwiększenie zawartości azotanów V i azotanów III ( azotynów) oraz fosforanów w glebie i wodach gruntowych. Na skutek tego zawartość tych związków w produktach spożywczych niekiedy rośnie do nienaturalnych poziomów. Dzieje się tak szczególnie w uprawach szklarniowych i pod folią. Stosowanie zbyt wysokich dawek nawozów, zwłaszcza w przypadku zachwiania proporcji i braku zbilansowania prowadzi do zmiany składu chemicznego żywności, a niekiedy może powodować moderowanie efektów smakowych.

Azotany i azotyny są normalnymi składnikami wielu artukułów żywnościowych. Duże ilości tych związków występują w warzywach. Do szczególnie bogatych w nie zaliczamy: sałatę, szpinak, buraki, rzodkiewkę. Azotany III ( azotyny ) występują w świeżych warzywach jedynie w śladowych ilościach. W procesach przechowywania może dojść do wzrostu ilości azotanów III. Dzieje się to na skutek mikrobiologicznej redukcji azotanów V. Procesy te zachodzą podczas przechowywania marchwi, szpinaku, sałaty, jak i innych warzyw. Ze względu na redukcję przez florę jelitową azotanów V do III, związki azotowe należy rozpatrywać wspólnie. Spożywanie azotanów III jest szkodliwe dla zdrowia, ponieważ powodują one przejście hemoglobiny w methemoglobinę, która nie posiada zdolności odwracalnego wiązania tlenu. Ma to szczególnie duże znaczenie dla niemowląt. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na negatywny wpływ azotanów V i III jest fakt, że są one prekursorami kancerogennych N-nitrozoamin.

## Pestycydy

Pestycydy czyli chemiczne środki ochrony roślin są jednym z głównych czynników skażających środowisko. W większości są to ksenobiotyki, czyli substancje całkowicie obce, nie występujące w normalnych warunkach w środowisku. Istnieje szereg różnych sposobów podziału ze względu na cele stosowania jak i skład chemiczny.

Pestycydy najczęściej dzieli się w zależności od przeznaczenia na:

1. Zoocydy - środki do zwalczania organizmów zwierzęcych: \*insektycydy - do zwalczania owadów \*rodentycydy - do zwalczania gryzoni, \*akarycydy - środki roztoczobójcze, \*moluskocydy - do zwalczania ślimaków, \*owicydy - środki działające na jaja owadów, \*nematocydy - środki nicieniobójcze.
2. Fungicydy - środki grzybobójcze
3. Herbicydy - środki chwastobójcze.

Choć nie są to typowe pestycydy -ze względu na stosowanie w rolnictwie -do pestycydów zaliczamy także:

4. auksyny - regulatory wzrostu roślin
5. defolianty - powodujące utratę ulistnienia
6. desykanty - powodujące zasuszenie roślin
7. repelenty - środki odstraszające owady
8. atraktanty - środki zwabiające owady do pułapek
9. środki przeciw wyleganiu zbóż
10. środki dezynfekcyjne

Ze względów użytkowych problem stwarzają preparaty nie ulegające rozkładowi (związki persystentne) oraz związki wchodzące w łańcuch traficzny ulegające bioakumulacji. Znane jest około 1500 substancji aktywnych, a co roku otrzymywane są nowe. Pestycydy nowych generacji nie posiadają zdolności do długotrwałego przebywania w środowisku i cechuje je selektywność działania zmniejszająca negatywne skutki dla organizmów korzystnych dla człowieka. Ze względu na toksyczność dla człowieka i zwierząt w Polsce stosowany jest podział na V klas toksyczności. I klasa obejmuje związki najbardziej toksyczne. Podział ze względu na właściwości chemiczne jest skomplikowany. Do najważniejszych grup zaliczamy **związki chloroorganiczne będące w większości chlorowanymi węglowodorami i ich pochodnymi**. Mają one szereg zalet jak i istotnych wad. Do zalet zalicza się: wysoką skuteczność, niską toksyczność dla ssaków, są one tanie i proste w produkcji, a także ich stosowanie nie nastręcza problemów technicznych. Do wad zaliczamy: dużą trwałość (bardzo długi czas połowicznego zaniku), rozpuszczalność w tłuszczach co powoduje gromadzenie się ich w tkance tłuszczowej późnych ogniw łańcucha troficznego. Do tej grupy zalicza się DDT, Lindan, Aldryna i wiele innych. Do organizmu człowieka dostają się one wraz z żywnością. Ze względu na ich lipofilność znaleźć je można u zwierząt w tkankach zawierających tłuszcze (np. wątrobie, żółtku jaj, mleku, a także w produktach ich przerobu np. w maśle). Dodatkowo dostają się do organizmu człowieka przez skórę i drogi oddechowe. Trudno ulegają przemianom metabolicznym i są bardzo wolno usuwane z organizmu. Nawet przez wiele lat od zaprzestania ich stosowania notowano ich obecność w mleku kobiet. Szczególnie niebezpiecznie stają się w momencie uruchomienia rezerw tłuszczu. W dużych dawkach działają negatywnie na ośrodkowy i obwodowy układ nerwowy (prowadząc do degeneracji włókien nerwowych). Dostarczanie z pożywieniem przez dłuższy okres czasu tego typu związków prowadzi do zatrucia typu przewlekłego.

Objawiają się one głównie działaniem na CSN. Początkowo obserwuje się osłabienie, brak apetytu, bóle głowy, wzmożoną pobudliwość, później objawy mogą się nasilać aż do wystąpienia zaburzeń wielonerwowych, a nawet psychicznych. U zwierząt doświadczalnych (przy dużych dawkach) obserwowano zmiany w wątrobie prowadzące do powstawania nowotworów. U ptaków drapieżnych naturalnie żyjących na terenach gdzie używano DDT obserwowano zaburzenia w gospodarce wapniem prowadzące do zakłócenia procesów wylęgu i wymieranie całych populacji. Dla zabezpieczenia zdrowia ludności przed szkodliwymi działaniami substancji tego typu niezbędne jest ograniczenie ich stosowania jak i określenie ich dopuszczalnego dziennego pobrania DDP (ADI).

Ze względu na wysoką toksyczność wielu pestycydów ustalono szereg zaleceń i sformułowano przepisy zabezpieczające populacje przed negatywnymi skutkami ich pozostałości w żywności. Według FAO/WHO **pozostałość pestycydu** jest to *suma związków chemicznych obecnych w produkcie spożywczym w wyniku stosowania pestycydu i to zarówno niezmienionej substancji aktywnej jak i produktów jej transformacji o działaniu toksycznym*. Między innymi istotne jest określenie **czasu karencji**. **Okresem karencji nazywamy czas jaki musi upłynąć od ostatniego zabiegu agrotechnicznego do zbioru płodów rolnych lub uboju zwierząt, a w przypadku mleka do czasu przeznaczenia do spożycia**. Czas karencji jest różny dla tego samego pestycydu w różnych krajach. Zależy on bowiem od lokalnych warunków klimatycznych i glebowych. Z powodu tego, że praktycznie zawsze mamy do czynienia z pewną pozostałością pestycydu należy określić **dawkę tolerancji**. **Dawka tolerancji jest to maksymalna dopuszczalna pozostałość pestycydów określona po czasie karencji dla poszczególnych surowców i produktów spożywczych wyrażona w mg/kg produktu**. Tolerancja obliczona jest w oparciu o DDP (ADI) i średnie spożycie produktu przez człowieka. Ze względu na różne zwyczaje żywieniowe w poszczególnych krajach dawki tolerancji też bywają różne. Komisje FAO / WHO opracowały zalecenie ułatwiające międzynarodowy obrót żywnością. Niestety nie wszystkie kraje się do niego stosują. Należy do nich między innymi USA.

Kolejną często stosowaną grupą pestycydów są **związki fosfoorganiczne**. Są to estry kwasu fosforowego lub tiofosforowego oraz ich pochodne. Nie stwarzają one zagrożeń ekologicznych, gdyż są to związki nietrwałe o krótkich czasach karencji, nie posiadają one także zdolności do bioakumulacji. Wadą ich stosowania jest wysoka toksyczność dla ssaków i często są one przyczyną ostrych zatruć (np. w próbach samobójczych). Mechanizm ich działania polega na hamowaniu esterazy acetylocholinowej. Istotne zagrożenie ekologiczne niesie stosowanie związków metaloorganicznych. Nie są one trwałe, ale uwalniają kationy metali ciężkich. Największe zagrożenie wynika ze stosowania preparatów rtęciowych. W Skandynawi przez wiele lat stosowano rtęciowe zaprawy do ziarna co doprowadziło do skażenia gleb.

## 2. Związki mające zastosowanie w hodowli zwierzęcej

Głównym problemem w hodowli zwierzęcej jest stosowanie antybiotyków, anabolików, leków hormonalnych i uspakajających, a także stosowanie nienaturalnej karmy. Wiąże się to często z nie przestrzeganiem przepisów sanitarnych i reżimu technologicznego w hodowli. Masowe stosowanie dużych dawek antybiotyków powoduje eliminację ze środowiska drobnoustrojów wrażliwych i sprzyja rozwojowi szczepów antybiotykoopornych oraz zakażeń grzybiczych. W większości krajów europejskich istnieje zakaz stosowania anabolików w hodowli. Jednak silny czarny rynek tych preparatów powoduje, że mięso niejednokrotnie zawiera pozostałości tych związków. Brak kontroli nad ich stosowaniem powoduje że zdarzają się przypadki wyższej pozostałości niż w krajach, gdzie stosowanie tych związków jest dozwolone. Aktualnie istnieje wojna handlowa pomiędzy Europą a USA.



W Stanach Zjednoczonych stosowanie anabolików jest dozwolone, lecz objęte ścisłym nadzorem ze strony służb weterynaryjnych. Ze względu na nadmierne stłoczenie zwierząt podczas hodowli istnieje problem z agresją wewnątrz gatunkową. W celu jej ograniczenia stosowane są środki uspakajające. W większości są to preparaty najtańsze należące do grupy barbituranów. Ich pozostałość oczywiście nie jest obojętna dla zdrowia człowieka. Odrębnym problemem jest stosowanie nienaturalnej karmy. Np. od wielu lat stosuje się w hodowli drobiu mączkę rybną. Jeżeli nie jest przestrzegany reżim technologiczny zalecający odstawienie takiej karmy odpowiednio wcześniej przed ubojem ( ubój interwencyjny ), w mięsie rośnie stężenie amin, co konsumenci łatwo rozpoznają po charakterystycznym zapachu ryb. Ostatnie lata przyniosły problem z coraz częstszym występowaniem choroby Creutzfeldta - Jakoba u ludzi ( praktycznie tylko w Europie Zachodniej a głównie w Wielkiej Brytanii ). Prawdopodobną przyczyną tych zachorowań było spożywanie mięsa krów karmionych paszą zawierającą dodatek podrobów i kości owiec poległych na zakażenie (Choroba Scrapie - czyli trzęsawka, kołowaczna ). BSE ( encefalopatia gąbczasta bydła ) dotknęła w 1994 roku około 140 tysięcy krów w Wielkiej Brytanii.

## 2. ZANIECZYSZCZENIA GLEBY

Człowiek od tysięcy lat wykorzystuje powierzchnię naszej planety. Już w starożytności notowane były przypadki katastrof ekologicznych spowodowanych nadmierną eksploatacją zasobów. Przykładem takich działań może być degradacja gleb delty Eufratu i Tygrysu wywołana używaniem do nawodnienia wody o nadmiernym stopniu zasolenia. Współcześnie olbrzymie tereny poddawane są niszczącemu działaniu związanemu z rolnictwem, przemysłem, urbanizacją i komunikacją. Średnia lesistość Ziemi ciągle maleje. Wyrąb lasów tropikalnych i nie przemyślana polityka wodno-melioracyjna powodują, że coraz więcej jest terenów gdzie gleba uległa daleko posuniętej degradacji tracąc swe naturalne właściwości. Olbrzymie połacie ziemi użytkowane są do celów rolniczych. Nowoczesne rolnictwo stosując głęboką orkę i intensywne nawożenie mineralne czy też organiczne wywołuje zmiany stanu gleby. Podstawowym problemem jest jej zakwaszenie. Spadek pH wywołuje wzmożoną migrację pierwiastków zawartych w glebie i ucieczkę niektórych elementów do wód gruntowych. Melioracja i monouprawy przyspieszają procesy stepowania i wywiewania najcenniejszych składników gleby. W ten sposób rocznie w skali planety tracone są setki tysięcy hektarów gruntów ornych. Z rolnictwem związany jest też proces skażenia gleb pestycydami choć współcześnie stosowane preparaty mają krótkie okresy półtrwania i nie ulegają gromadzeniu w glebie. Są kraje (np. Uzbekistan) gdzie na kilkudziesięciu tysiącach kilometrów kwadratowych upraw bawełny doszło do olbrzymiego skażenia gleb pestycydami z grupy herbicydów. Notowane są tam przypadki ostrych zatruc żywnością pozyskiwaną z działek przyzagrodowych. Stwierdza się także wysoki poziom uszkodzeń materiału genetycznego u ludności prowadzący do częstych urodzeń martwych płodów lub anormalnego potomstwa.

Nawożenie organiczne szczególnie odchodami zwierzęcymi ( gnojowica ) w przypadku nieodpowiedniego ich przygotowania ( zbyt krótki czas fermentacji ) może być przyczyną biologicznego skażenia gleb. Nie dopuszczalne jest stosowanie w celu nawożenia odchodów ludzkich, gdyż grozi to skażeniem gleby bakteriami jelitowymi i pasożytami ludzkimi.

Do chorób przenoszonych się przez glebę zaliczamy przede wszystkim antroponozozoz, choroby pasożytnicze takie jak np. toksoplazmoza, glistnica, owsica, choroby wywołane przez beztlenowce takie jak tężec, węglik, zgorzel gazowa czy też bakterie glebowe wywołujące dury brzuszne, dury rzekome, czerwonkę, cholere.

Przemysł wydobywczy takich kopalin jak węgiel brunatny, rudy żelaza, miedzi, fosforytów, łupków bitumicznych i innych zużywa duże powierzchnie. Dodatkowym negatywnym czynnikiem jest powstawanie leja depresyjnego w promieniu wielu kilometrów od kopalni co powoduje spadek poziomu wód gruntowych. Także składowanie nadkładu i odpadów na hałdach wymaga dużych terenów, które przez wiele lat nie nadają się do użytkowania, a koszty rekultywacji są wysokie. Zakłady metalurgiczne, chemiczne produkują duże ilości odpadów składowanych na hałdach, wysypiskach, zbiornikach i mogielnikach. Sprzyja to skażeniu gleb metalami ciężkimi i specyficznymi substancjami chemicznymi. Także pyły opadające z kominów hut i fabryk są przyczyną zanieczyszczenia gleb. Wokół zakładów cementowych dochodzi do silnego zakwaszenia gleby. Poza czynnikami chemicznymi gleby mogą być skażone fizycznie pierwiastkami promieniotwórczymi powstałymi podczas próbnych wybuchów jądrowych czy też awarii elektrowni nuklearnych. Popioły z niektórych gatunków węgla cechują się także podwyższoną promieniotwórczością. Dotyczy to też fosfogipsów będących odpadem przy produkcji nawozów fosforowych. Transport i komunikacja wymaga dużych powierzchni pod drogi, a ich użytkowanie skaża przyległe tereny węglowodorami (ze ścierających się nawierzchni bitumicznych i niespalonego paliwa) oraz ołowiem. Użytkowanie rolnicze terenów przyległych do dróg w promieniu około 100m jest silnie ograniczone. Uprawiane tam powinny być tylko rośliny nie przeznaczone do konsumpcji przez ludzi i zwierzęta.

### **3. W O D A**

#### **3a. ROLA WODY W BIOSFERZE, WPŁYW ZANIECZYSZCZEŃ NA RÓWNOWAGĘ BIOCENOTYCZNĄ EKOSYSTEMÓW WODNYCH**

##### **a/ woda, a procesy fizjologiczne**

##### **b/ znaczenie wody do picia w zapobieganiu chorobom i ochronie zdrowia**

Woda jest związkiem chemicznym, który spełnia szczególną rolę w kształtowaniu zjawisk fizycznych oraz wszelkich objawów życia w biosferze. Zbiorniki wody na ziemi są swoistym biotopem, a ich sąsiedztwo wpływa wyraźnie na kształtowanie warunków ekologicznych i możliwości życia na lądzie stałym. Woda jest nieodzowna dla utrzymania zjawisk życiowych organizmów żywych jako środowiska przemian biochemicznych, a z jej krążeniem w ustroju wiążą się procesy przenoszenia materiałów odżywczych do każdej komórki.

Miarą znaczenia nawadniania terenów bytowania człowieka jest znany z historii fakt skupienia w starożytności osiedli ludzkich wokół zbiorników dobrej wody do picia oraz rozwój kultury starożytnej na tych terenach.

Stan ilościowy zbiorników wodnych decyduje o:

a/ warunkach klimatycznych terenu

b/ rozwoju roślinności, a także o możliwościach bytu i rozwoju organizmów zwierzęcych

c/ efektywności upraw rolnych i możliwości hodowli

d/ rozwoju przemysłu /woda jako surowiec niezbędny w technologiach przemysłowych/

Woda decyduje więc o możliwościach bytowych ludzi, a pośrednio wpływa na rozwój społecznych struktur organizacyjnych.

Bezpośrednio z punktu widzenia potrzeb organizmów ludzkich woda jest:

a/ niezbędnym elementem, którego wprowadzanie i krążenie w ustroju warunkuje utrzymanie życia

b/ jest materiałem umożliwiającym usuwanie substancji brudzących zarówno bezpośrednio ciało

ludzkie jak i środowisko bytowe człowieka

c/ jest wykorzystywana do celów rekreacyjnych, uprawiania grupy sportów szczególnie korzystnych dla organizmu człowieka

W biosferze kuli ziemskiej część masy wodnej występuje w postaci pary wodnej, wody ciekłej, stałej (lodowce) i związanej w glebie.

Woda naturalna zawiera wiele rozpuszczonych związków chemicznych, a także zanieczyszczeń substancjami charakterystycznymi dla środowiska. Występujące stale lub okresowo substancje chemiczne mogą być ważne w aspekcie pokrycia metabolicznego potrzeb człowieka, lub też wywoływać zaburzenia metaboliczne / substancje toksyczne, mutagenne, carcinogenne, teratogenne itp./. Korzystna jest obecność w wodach naturalnych związków mineralnych zawierających niezbędne dla ustroju człowieka mikroelementy zapobiegające endemiom chorób z niedoboru np. jodu, fluoru na terenie Polski albo np. selenu na terenie Nowej Zelandii. Stosunek pobrania niektórych pierwiastków z wodą przedstawia tabela I.

Tabela I. Stosunek pobrania niektórych pierwiastków w mg. z wodą / 21 dziennie / oraz z wodą i żywnością / wg. Schroedera, 1973 /

Pierwiastek	Max pobranie z wodą	Pobranie z żywnością i wodą /średnio /
Wapń	100	800
Magnez	40	210
Sód	100	4400
Potas	10	3300
Wanad	0,02	2
Chrom	0,01	0,1
Mangan	0,2	3
Zelazo	0,3	15
Kobalt	0,01	0,3
Nikiel	0,02	0,4
Miedź	0,2	2,5
Cynk	2,1	13
Selen	-	0,15
Fluor	1,0	1,8
Molibden	0,02	0,34
Krzem	60	20
Glin	1,0	45
Bar	0,76	1,24
Stront	1,0	2,0
Bor	0,2	1,0
Bizmut	-	0,002
Beryl	-	0,00001
Antymon	-	1,0
Ołów	0,02	0,41
Lit	0,1	2,0
Srebro	0,001	0,07
Cyna	0,005	4,0
Tytan	0,01	0,3

Uran	0,004	1,4
Kadm	0,04	0,07

Przedmiotem badań epidemiologicznych stały się zależności między zawartością makroelementów i mikroelementów w wodach naturalnych używanych do picia przez większe populacje mieszkańców, a występowaniem miażdżycy tętnic. Z danych literaturowych wynika, że występują wyraźne korelacje między stopniem twardości wody, a częstością zgonów wywołanych różnymi postaciami klinicznymi miażdżycy układu sercowo-naczyniowego. Prowadzone są badania eksperymentalne na zwierzętach celem wyjaśnienia metabolicznych związków przyczynowych zaobserwowanej korelacji, a także badania porównawcze zawartości makroelementów Ca, Mg i niezbędnych mikroelementów Zn, Mo, Se, Cr. Najwięcej danych dotyczy porównania zawartości: Cd, Cr, Se, Mo, Cu, Zn, Ca i Mg w sercu, wątrobie i w nerkach u ludzi zmarłych na chorobę wieńcową serca i u ludzi zmarłych w wypadkach lub z powodu innych schorzeń. W nerkach i w wątrobie u ludzi z nadciśnieniem i z chorobą wieńcową serca na tle stwardnienia tętnic oraz po przebytych zawale stwierdzono wyższą zawartość Cd, Zn a niższą Mg. Wnioskowanie winno być ostrożne, ponieważ zmiany te mogą być również wynikiem procesu chorobowego. Dane o działaniu biologicznym niektórych mikroelementów pozwalają na pewne uogólnienia w zależności między innymi od ich miejsca w układzie okresowym pierwiastków, liczby atomowej, charakterystycznych właściwości fizyko-chemicznych jak np. energia jonizacji czy rozpuszczalność ich soli. Z rozpuszczalnością soli wiąże się stopień wchłaniania i reakcje hydrolizy w ustroju. Podobieństwem budowy powłok elektronowych można tłumaczyć antagonizm Zn - Cd, Cd - Cu, oraz Hg - Cu i Cr - V w ustroju zwierząt doświadczalnych.

Zanieczyszczenia przemysłowe i bytowe wnoszą do wód bezpośrednio lub przez glebę różne pierwiastki chemiczne /niektóre z nich mogą występować w wyniku anomalii geochemicznych/.

Niezależnie od źródła nadmiary tych związków, stwarzają niekorzystne warunki dla świata ożywionego. Dotyczy to także nadmiarów niezbędnych pierwiastków śladowych, ze względu na specyficzną rolę jaką spełniają w procesach biochemicznych oraz charakterystycznych interakcjach zarówno typu synergicznego jak i antagonistycznego. Zjawiska interakcji często wywołują zaburzenia równowagi w poszczególnych organizmach, a nawet w całych ekosystemach, co w konsekwencji może doprowadzić do nieoczekiwanych skutków biologicznych.

Duża i stale zwiększająca się ostatnio liczba związków chemicznych występujących w wodach naturalnych należy do grupy zanieczyszczeń szkodliwych nie tylko dla organizmów wodnych, roślinnych i zwierzęcych, lecz także dla człowieka.

Substancje bezpośrednio szkodliwe dla zdrowia to przede wszystkim znajdujące się w wodach sole metali ciężkich. Szczególną podatność na biokumulację ze środowiska wodnego wykazują między innymi Pb, Hg, Cd, Zn, Cr. Z tego względu najwyższą dopuszczalną zawartość w wodzie do picia np. dla ołowiu wynosi **0,05 mg/dm<sup>3</sup>**, rtęci **0,001 mg/dm<sup>3</sup>**, kadmu **0,005 mg/dm<sup>3</sup>**. Rtęć wyróżnia się w środowisku wodnym przemianą związków mniej toksycznych /nieorganicznych/ w bardziej toksyczne /organiczne/ np. w metylortęć. Prawie wyłącznie w tej postaci występuje ona w organizmach ryb. Znane są epidemie zatruc ostrych grup ludności tymi związkami /choroba Minamata/. **Cyjanki, fenole, substancje radioaktywne, składniki ropy naftowej, detergenty, pestycydy, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne /WWA/** występujące w wodach naturalnych mogą stanowić poważne zagrożenie dla zdrowia populacji ludzkich.

Opracowano metodyki wydzielania z wody i oznaczania najbardziej masowo stosowanych w rolnictwie związków z grupy węglowodorów chlorowanych, związków fosforoorganicznych i niektórych herbicydów. Zgodnie z obowiązującymi przepisami z rozporządzeniem Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z 1977 roku. "W razie występowania w wodzie pestycydów należących do tej samej grupy związków chemicznych, suma stężeń poszczególnych pestycydów wyrażona w procentach ich indywidualnych stężeń dopuszczalnych nie powinna przekroczyć 100%".

Ostatnio notuje się wzrost zanieczyszczeń związkami organicznymi, a wśród nich węglowodorami wielopierścieniowymi / WWA / o stwierdzonym działaniu rakotwórczym. Głównym źródłem WWA są procesy pirolityczne, ścieki przemysłowe, przenikanie produktów przerobu ropy naftowej itd. Do najczęściej występujących w wodach WWA należą:

**benzo /a/ piren**

**benzo /b/ fluoranten**

**benzo /k/ fluoranten**

**fluoranten**

**benzo /ghi/ perylen**

**indeno 1,2,3,piren**

WHO ustala dla wód do picia dopuszczalną sumaryczną zawartość 6-ciu w/w WWA wynoszącą 200 ng/dm<sup>3</sup>.

Również zaznacza się w wodach naturalnych wzrost stężenia związków chlorowcowych /THM / szczególnie chloroformu, czterochlorku węgla, trójchloroetyleny. Analiza ilościowa przeprowadzona dla chloroformu, czterochlorku węgla, trójchloroetyleny węgla pozwala na stwierdzenie, że stężenia tych związków są zmienne. Przykładowo w wodzie pitnej Krakowa stwierdzono następujące ilości związków chlorowanych:

stężenie µg/l

data	chloroform	czterochlorek węgla	trójchloroetylen
20.05.90	44	2.9	10
26.05.90	65	5.3	15.4
28.05.90	33	1.3	7.5

Biorąc pod uwagę doniesienia o rakotwórczym działaniu związków chlorowcowych, dostarczanie do organizmu w sposób ciągły określonych ilości chloroformu, czterochlorku węgla i trójchloroetyleny nie może być obojętne. Badania wykazały iż znaczne obniżenie zawartości związków chlorowanych w wodzie konsumpcyjnej można uzyskać gotując wodę przez kilka minut, gdyż ulatniają się one z parą wodną. Stężenie związków chlorowcowych w wodzie przegotowanej jest w stosunku do wody surowej co najmniej dziesięciokrotnie niższe.

Wprowadzanie do wód naturalnych zanieczyszczeń typowych dla ścieków bytowych oraz ścieków z zakładów przemysłu spożywczego / z mleczarni, cukrowni itp./, ścieków rolniczych oraz farm hodowlanych, może być przyczyną epidemii zakaźnych chorób szerzących się drogą wodną np.: duru brzuszego, czerwonej bakterijnej. Uważa się, że również inne drobnoustroje chorobotwórcze, w tym też wirusy mogą wywoływać epidemie lub sporadyczne zachorowania jak: Pasteurella tularensis / tularemia /, krętki z rodzaju Leptospira / gorączka wodna /, a także wirusy nagminnego zapalenia wątroby / żółtaczka zakaźna / wirusy Poliomyelitis / Heinego-Medina /.

Poza wymienionymi, najczęściej występującymi chorobami, notuje się na całym świecie wzrost liczby epidemii wodnych o charakterze zakażeń żołądkowo-jelitowych lub

nieswoistych biegunek. Zwykle nie udaje się wykryć żadnej ze znanych chorobotwórczych bakterii jelitowych jako czynnika etiologicznego.

Pewna poprawa sytuacji epidemicznej występuje w zakresie duru brzuszego i czerwonki bakteryjnej.

### 3b. NADZÓR NAD JAKOŚCIĄ WODY

#### a/ zakres badań sanitarnych

#### b/ wskaźniki stanu czystości wód

Z uwagi na możliwość występowania zanieczyszczeń, wykorzystywanie wody bezpośrednio przez człowieka jak i również do nawadniania upraw rolnych wymaga stałej kontroli, która powinna zmierzać przede wszystkim do przeciwdziałania zanieczyszczaniu zbiorników wodnych.

Woda przeznaczona do użycia w gospodarstwie domowym podlega szczególnie starannemu nadzorowi z uwagi na jej wykorzystywanie do celów konsumpcyjnych. Woda do picia i potrzeb gospodarczych jest kontrolowana z ramienia służby zdrowia przez terenowe Stacje Sanitarne-Epidemiologiczne.

Prawodawstwo polskie przewiduje dwie formy nadzoru sanitarnego w zakresie zaopatrywania ludności w wodę: **nadzór zapobiegawczy i bieżący**. Obie formy nadzoru są realizowane przez Państwową Inspekcję Sanitarną.

W nadzorze zapobiegawczym rola PIS polega na udziale w opracowaniu projektów urządzeń do zaopatrywania ludności w wodę i na ich opiniowaniu pod względem sanitarno-higienicznym. Sanitarny nadzór bieżący polega na okresowej kontroli terenowej i laboratoryjnej. Celem kontroli jest wczesne wykrywanie uchybień sanitarnych mogących stanowić zagrożenie epidemiczne. W polskich warunkach klimatycznych studnie przydomowe powinny być badane co najmniej dwa razy do roku.

**Woda powinna być bezpieczna** to znaczy nie powinna zawierać bakterii chorobotwórczych, pasożytów zwierzęcych, larw, jaj oraz związków trujących, być apetyczna, orzeźwiająca w smaku i klarowna. Odpowiednie przepisy prawne określają wymagania, którym powinna odpowiadać woda do picia. W Polsce obowiązuje Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej Dz.U.nr 18. z dnia 15.06.1977 roku wraz z nowelizacją z 1990 roku / Dz.U. nr 35 /, warunków jakim powinna odpowiadać woda do tych celów. Wymagania te nie zawsze muszą się pokrywać. Z tego względu w badaniach wody pod kątem użyteczności konsumpcyjnej uwzględnia się:

a/ cechy fizyczne, które przeważnie ale nie zawsze wskazują na obecność zanieczyszczeń

b/ zawartość związków chemicznych

c/ obecność drobnoustrojów

W praktyce sanitarno-higienicznej rozróżniamy następujące zakresy badań cech fizycznych oraz obecności związków chemicznych i zanieczyszczeń mikrobiologicznych w wodzie:

**1/ badania sanitarne skrócone**, które mają na celu ustalenie czy woda nie wykazuje cech zanieczyszczeń pod względem fizyczno-chemicznym i mikrobiologicznym. Obejmują określenia:

a/ cech fizycznych; temperatury, mętności, barwy, zapachu

b/ cech chemicznych; odczynu, twardości ogólnej, zasadowości, zawartości żelaza, chlorków,

manganu, amoniaku, azotynów, azotanów, utlenialności  
c/ ocenę mikrobiologiczną

Cechy te decydują o przeciwwskazaniach użytkowania wody pod względem zanieczyszczeń mikrobiologicznych i smaku wody.

**2/ badania sanitarne rozszerzone**, oceniają przydatność wody do picia i dla niektórych gałęzi

przemysłowych. Obejmują badania skrócone oraz oznaczenie suchej pozostałości po wysuszeniu w temperaturze 110 °C, pozostałości po prażeniu w temperaturze 550 °C, stratę przy prażeniu, siarczany

**3/ w skład badań sanitarnych pełnych** wchodzi badania sanitarne rozszerzone oraz badanie zawartości fluoru, metali ciężkich, pestycydów, wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, a także związków charakterystycznych dla produkcji przemysłowej w danym rejonie.

## CECHY FIZYCZNE WÓD NATURALNYCH

### Temperatura

Wody powierzchniowe, zaskórne mają temperaturę zmienną zależną od pór roku. Wody wgłębne odznaczają się stałą temperaturą w granicach 8-12°C. Wahania temperatury wód wgłębnych mogą nasuwać podejrzenia przedostawania się do nich różnego rodzaju zanieczyszczeń. Temperatura wody wpływa na jej apetyczność, wzmacnia walory orzeźwiające, zwiększa zawartość rozpuszczonych w niej gazów. Ze względów higienicznych i gospodarczych pożądane są wody o możliwie stałej temperaturze 7-12°C.

### Mętność

Mogą wywoływać substancje znajdujące się w wodzie naturalnej w stanie nierozpuszczalnym w postaci zawiesin. Są to najczęściej drobne cząstki odpadków roślinnych, drobnoustroje, glina, piasek, wytrącone związki żelaza, manganu itp. Z punktu widzenia higienicznego szczególne znaczenie ma mętność wywołana obecnością związków organicznych mogących świadczyć o potencjalnej możliwości występowania drobnoustrojów chorobotwórczych. Istnieją korelacje pomiędzy mętnością wody, a występowaniem w niej wirusów. Woda do picia powinna być klarowna, nie powinna mieć mętności spowodowanej przez substancje organiczne. Najwyższa dopuszczalna mętność dla wód do picia nie może przekroczyć mętności równej mętności wzorca o zawartości 5 mg/dm<sup>3</sup> ziemi okrzemkowej.

### Barwa

Może być wywołana obecnością barwnych związków chemicznych dostających się do wody ze ściekami przemysłowymi lub barwnych substancji organicznych przedostających się z gleby. Zabarwienie wody wywołane obecnością zawiesin mających własne zabarwienie nazywa się **barwą pozorną**, która znika po przesączeniu. Przy określeniu barwy istotne znaczenie ma **barwa rzeczywista** to znaczy taka, którą ma woda zupełnie klarowna. Normy wymagają by barwa wody do picia i potrzeb gospodarczych nie przekraczała barwności wzorca o zawartości 20 mg/Pt/dm<sup>3</sup>. Barwę wody określa się metodą kolorymetryczną przy użyciu barwnej skali wzorców np. kobaltowoplatynowej.

### Zapach

Może być spowodowany obecnością w wodach naturalnych niektórych gazów, lotnych związków lub jakichkolwiek substancji mających swoisty zapach. Zapachy w wodzie zostały podzielone na dwie grupy;

a/ **naturalne**; spowodowane obecnością olejków eterycznych pochodzące z gleby, dna zbiornika, zapachy roślinne /mchu, siana, kory drzew/

b/ **sztuczne**; obecność związków specyficznych nie spotykanych normalnie w wodzie np. fenole, węglowodory, siarkowodor itp.

Zapachy naturalne wywołane obecnością w wodzie substancji organicznych znajdujących się w stanie rozkładu gnilnego, nadają wodzie przykry zapach, czyniąc wodę niezdatną do konsumpcji.

Do określenia intensywności zapachu używa się następującej skali;

- 0 - zapach niewyczuwalny
- 1 - b.słaby, trudno wyczuwalny
- 2- zapach słaby łatwo wyczuwalny
- 3 - zapach wyraźny
- 4 - zapach silny
- 5 - zapach bardzo silny

Zapach oznaczamy organoleptycznie w temperaturze pokojowej "na zimno" oraz "na gorąco" w temperaturze 60<sup>0</sup>C. Woda do picia powinna być bez zapachu, Dopuszczalne zapachy naturalne w skali zapachowej nie powinny przekraczać trzeciego punktu skali.

## CHEMICZNE WSKAŹNIKI ZANIECZYSZCZENIA WÓD

Chemicznymi wskaźnikami zanieczyszczenia wód nazywamy substancje, które mogą wskazywać na pochodzenie wody i ewentualnie towarzyszące im inne zanieczyszczenia, w pewnych warunkach mogące wywierać ujemny wpływ na ustrój żywy.

Do chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód zaliczamy np.: związki azotowe /azotany, azotyny, amoniak/. Dla oceny sanitarno higienicznej ważne jest ustalenie ich pochodzenia. W przypadku pochodzenia organicznego zwykle towarzyszą im bakterie przewodu pokarmowego z dużym prawdopodobieństwem występowania bakterii chorobotwórczych.

### Amoniak

Amoniak występujący w wodach naturalnych może być pochodzenia: organicznego (powstaje jako produkt biochemicznego rozkładu organicznych ciał azotowych głównie zwierzęcych) lub mineralnego. Spotykany jest często w wodach podziemnych, powstając wskutek redukcji azotanów i azotynów przez piryty i siarkowodor. Występuje szczególnie obficie w obecności związków żelaza i związków humusowych. Amoniak pochodzący z rozkładu związków organicznych występuje w wodzie prawie zawsze w obecności azotanów, azotynów przy zwiększonej utlenialności oraz dużej zawartości chlorków. Woda konsumpcyjna nie powinna zawierać amoniaku.

### Azotany V i azotany III (azotyny)

Najczęściej związki azotowe występują w wodach naturalnych w postaci azotanów. Ze względu na szeroką skalę zawartości azotanów w wodzie należy zwrócić szczególną uwagę na ich pochodzenie. Azotanom pochodzącym z mineralizacji związków organicznych towarzyszą zazwyczaj w zwiększonej ilości pośrednie produkty mineralizacji jak; amoniak, azotyny, chlorki. W przypadku gdy znacznym ilościom azotanów towarzyszą duże ilości chlorków istnieje duże prawdopodobieństwo zwierzęcego pochodzenia azotanów; nawet w przypadku braku obecności innych chemicznych wskaźników zanieczyszczenia, które mogły



ulec mineralizacji. Normy higieniczne dla wody do picia dopuszczają 10 mg/dm<sup>3</sup> jako górną granicę zawartości. Azotany III zawarte w wodzie używanej do przygotowywania pokarmów dla niemowląt mogą być przyczyną sinicy / cyanosis / methemoglobinemii.

W Polsce występuje problem zatrucia azotanami III zawartymi w wodzie pitnej. Pierwsze przypadki zatrucia niemowląt po spożyciu pokarmów przygotowywanych na wodzie zawierającej azotany III opisał Peller w *Pediatrici Polskiej*, a Pilawska wykazała wpływ azotanów III na poziom methemoglobiny we krwi niemowląt badając wody studzienne w województwie szczecińskim. Azotany III i V w określonych warunkach mogą być prekursorami nitrozoamin, związków o oddziaływaniu rakotwórczym.

### Utlenialność

Utlenialność wody to właściwość wody polegająca na redukowaniu nadmanganianu potasu wskutek utleniania się obecnych w wodach związków organicznych. Próba ta dostarcza wstępnych informacji o zanieczyszczeniu wody związkami organicznymi. Jako "utlenialność" w tej metodzie rozumie się *ilość miligramów tlenu zużytego przez próbę wody ogrzewanej we wrzącej łaźni wodnej w ciągu 30 min. z roztworem nadmanganianu potasu w środowisku kwaśnym lub alkalicznym o określonym stężeniu jonów wodorowych*. Wyniki oznaczenia podaje się w mg tlenu. Utlenialność dla wód konsumpcyjnych nie powinna przekraczać 3 mg tlenu/dm<sup>3</sup>. Utlenialność nie odzwierciedla dynamiki proces samooczyszczania lecz informuje nas o zapotrzebowaniu tlenu przez zbiornik wodny, w związku z obecnością w nim substancji organicznych.

### Biochemiczne zapotrzebowanie tlenu / BZT /

Biochemiczne zapotrzebowanie tlenu / BZT / dostarcza dokładniejszej informacji o zawartości związków organicznych w wodach, jest jednym ze wskaźników stanu czystości wód powierzchniowych, ustala stopień oczyszczenia wód naturalnych. **BZT jest to ilość tlenu wyrażona w miligramach potrzebna do całkowitego rozkładu związków organicznych w warunkach tlenowych na drodze biochemicznej w temperaturze 20°C.** Zużycie tlenu nie jest równomierne w ciągu całego procesu. Początkowo przebiega intensywnie, a następnie ulega zwolnieniu. W ciągu trzech pierwszych dni następuje pod względem ilościowym zmineralizowanie połowy związków organicznych. W praktyce przyjęto okres 5-ciodniowy BZT za wystarczający do charakterystyki biochemicznego zapotrzebowania tlenu dla wody. Znając ilość tlenu rozpuszczonego w danej wodzie na początku doświadczenia i po 5-ciu dniach, obliczamy z różnicy ilość tlenu zużytego na mineralizację związków organicznych tzw. BZT<sub>5</sub>. Oznaczenie BZT przy badaniu wód powierzchniowych ma zasadnicze znaczenie do oceny stanu sanitarnego zbiornika, jego zdolności do samooczyszczania i zdolności odbiorczej ścieków. Według Imhoffa pięciodniowe biochemiczne zapotrzebowanie tlenu przy temperaturze 20°C wynosi 70% pełnego zapotrzebowania tlenu niezbędnego do całkowitej mineralizacji związków organicznych zarówno typu węglowego jak i azotowego. BZT jest również punktem wyjściowym przy ustalaniu stopnia oczyszczania ścieków. W zależności od stopnia zanieczyszczenia wód powierzchniowych BZT<sub>5</sub> wynosi dla wód niezanieczyszczonych do 1 mg O<sub>2</sub>/ dm<sup>3</sup>, nieznacznie zanieczyszczonych 2 mg O<sub>2</sub>/ dm<sup>3</sup>, średniej czystości 3 mg/dm<sup>3</sup>, do 5 mg tlenu dla wód podejrzanych. Należy dodać, że procentowe dobowe zużycie tlenu jest zmienne w zależności od temperatury, przy czym rośnie wraz z jej wzrostem.

Ważną rolę w procesach biochemicznego utleniania odgrywają enzymy, których aktywność w pewnym zakresie pH jest maksymalna, wg przeprowadzonych badań biochemicznych zapotrzebowanie tlenu spada ze wzrostem pH w zakresie kwaśnym, wzrasta w obojętnym oraz ponownie spada w zasadowym.

Biochemiczne zapotrzebowanie tlenu w obecności w wodach substancji toksycznych, np. metali ciężkich nie odzwierciedla w pełni charakteru zanieczyszczeń wód. Z tego względu wskazane jest **oznaczenie chemicznego zapotrzebowania tlenu / ChZT /** np. *metodą dwuchromianową, która polega na określeniu ilości mg dwuchromianu potasu w przeliczeniu na ilość tlenu zużytego na utlenienie związków organicznych w analizowanej wodzie.*

W szeregu przypadkach zachodzi korelacja między ChZT, a BZT i mogą być ustalone stałe współczynniki przeliczeniowe np. dla wód zanieczyszczonych ściekami bytowymi nie zawierającymi substancji toksycznych. Dla wód zawierających związki toksyczne oznaczenie chemicznego zapotrzebowania tlenu może zastąpić oznaczenie biochemicznego zapotrzebowania tlenu.

### Chlorki

Chlorki zawarte w wodach mogą pochodzić z naturalnych pokładów soli, z zanieczyszczeń ściekami oraz różnymi odpadkami pochodzenia zwierzęcego. Chlorki pochodzące z pokładów soli, a których ilość w wodzie jest dla danego terenu stała nazywamy chlorkami normalnymi. Odchylenie od stałej ilości może świadczyć o dopływie zanieczyszczeń. Zazwyczaj w przypadku zanieczyszczenia chlorkom towarzyszą znaczne ilości związków azotowych. W wodzie do picia zawartość chlorków nie powinna przekroczyć  $300 \text{ mg/dm}^3$ .

### Twardość wody

Do grupy wskaźników najczęściej stosowanych do oceny sanitarno-higienicznej wody należy twardość wody. Twardość jest to właściwość wody polegająca na zużyciu pewnych ilości mydła bez wytworzenia piany przy skłóceniu lub myciu. Właściwość tę nadają wodzie głównie jony wapnia i magnezu, ponadto jony glinu, żelaza, cynku itp. Wapń i magnez występują w wodzie przeważnie w postaci kwaśnych węglanów, siarczanów, chlorków, w mniejszej ilości w postaci węglanów, rzadziej w postaci azotanów, wodorotlenków.

Twardość wody wyraża się w specjalnych jednostkach twardości w tzw. stopniach lub miligramorównoważnikach / mval / jonów wapnia i magnezu w litrze wody.

**Stopień twardości jest to taka twardość wody, która odpowiada 0,3566 mval jonów wapnia i magnezu lub równoważnej wapnia do występującej w ilości 10 mg CaO w litrze wody.** We Francji jeden stopień twardości odpowiada 10 mg  $\text{CaCO}_3$ , w USA przyjęto wyrażać twardość w miligramach  $\text{CaCO}_3$  na litr wody. Twardość wody niegotowanej nosi nazwę **twardości ogólnej**, twardość wody po przegotowaniu to **twardość stała**, różnica pomiędzy twardością ogólną a stałą nosi nazwę **twardości przemijającej**. Twardość wywołana przez kwaśne węglany i węglany nosi nazwę **twardości węglanowej**, twardość wywołana przez inne związki **twardości niewęglanowej**.

Do niedawna istniał pogląd, że higieniczne znaczenie twardości wody do picia może być traktowane jako czynnik drugorzędny o ile zawartość soli magnezowych nie jest tak duża aby mogła wpływać na smak lub wywoływać biegunki. Zaprzeczeniem tego twierdzenia są wyniki badań, w których doszukuje się statystycznych związków między umieralnością z powodu schorzeń sercowo-naczyniowych, a twardością wody pitnej. Badania te zapoczątkował Kobayoki w pracy o zależności pomiędzy chemicznym składem wód rzecznych, a wskaźnikiem zgonów z powodu udaru mózgu, następnie badania te były kontynuowane w Stanach Zjednoczonych przez Schroedera, a w Wielkiej Brytani przez Moeisa Crawforda. Wszyscy doszli do wniosku, że tzw. specyficzny współczynnik zgonów z powodu chorób naczyniowo-sercowych jest wyższy w miejscowościach gdzie występuje miękka woda pitna.

W wodach twardych spada między innymi zawartość szkodliwych dla organizmu metali ciężkich wskutek wytrącania się ich w postaci węglanów.

## Fluor

Szczególnie obficie występują związki fluoru w wodach naturalnych w obecności fosforatów, w pewnych przypadkach mogą pochodzić z zanieczyszczeń odpadkami, ściekami przemysłowymi. Fluor stanowi jeden z podstawowych składników kości i zębów, a jego niedobór w organizmie niekorzystnie wpływa na ich rozwój. Z drugiej strony nadmiar fluoru powoduje zmiany chorobowe kości i zębów, w krańcowych przypadkach również narządów wewnętrznych np. zaburzeń czynności serca, spadku ciśnienia krwi, zaburzeń sprawności wentylacyjnej płuc.

Oznaczenie fluoru w wodzie pitnej nie jest jednym kryterium ilości fluoru wchłanianego z całą dietą. Ilość fluoru jaka wraz z wodą i pożywieniem zostaje dostarczona do organizmu ludzkiego nie przekracza zazwyczaj 2 mg na dzień. Dawka ta może ulec znacznemu podwyższeniu gdy stężenie tego pierwiastka w wodzie do picia przekracza obowiązującą normę ( w wielu krajach wynosi ona 1 mg/dm<sup>3</sup>, w Polsce 1,5 mg/dm<sup>3</sup> ), lub gdy w diecie przeważają pokarmy o wysokiej zawartości fluoru np. spożywanie dużej ilości herbaty.

Na podstawie licznych badań przyjęto, że optymalna zawartość fluoru w wodzie do picia -zależnie od strefy klimatycznej - wynosi 0,6 - 1,7 mg/dm<sup>3</sup>. W naszej szerokości geograficznej optymalny poziom zawartości fluoru w wodzie wynosi około 1 mg/dm<sup>3</sup>.

## WŁAŚCIWOŚCI BIOLOGICZNE WODY

Skład mikrobiologiczny wody wykazuje dużą różnorodność pod względem ilościowym i jakościowym. Drobnoustroje występujące w wodach można podzielić następująco:

- Gram-dodatnie zarodnikujące beztlenowce rodzaju Clostridium
- Gram-dodatnie ziarenkowce z rodzaju Streptococcus
- Gram-ujemne pałeczki z rodzaju Escherichia, rodzaje Salmonella, Shigella
- krętki, wirusy, bakteriofagi

Rodzaje Salmonella i Shigella przenoszone za pośrednictwem wody mogą być przyczyną tzw. epidemii wodnych, duru brzuszego, dezynterii / Shigella /. Drobnoustroje chorobotwórcze występujące w wodach naturalnych przedstawia tabela 2.

Tabela 2.

Rodzaj zakażenia	Czynnik zakaźny	Miejsce przetrwania	Drogi szerzenia
<b>Zakażenia bakteryjne</b>			
cholera	Vibrio comma	woda, żywność	przewód pokarmowy
czerwonka	Shigella	woda, żywność	przewód pokarmowy
dur brzuszny	Salmonella typhose	woda, żywność	przewód pokarmowy
<b>Zakażenia wirusowe</b>			
zakaźne zapalenie wątroby	wirusy A zapalenie wątroby	woda, żywność	przewód pokarmowy
choroby wywołane wirusem ECHO	wirus ECHO	woda	przewód pokarmowy
choroby wywołane wirusem Coxackie	wirus Coxackie	woda	przewód pokarmowy

poliomyelitis	wirus Polio	woda, żywność	przewód pokarmowy
---------------	-------------	---------------	-------------------

Z punktu widzenia sanitarno-epidemiologicznego największe znaczenie mają bakterie jelitowe, a wśród nich typowe bakterie chorobotwórcze. Wykrycie tych bakterii nawet w czasie trwania epidemii jest trudne ze względu na to, że znaczna ich ilość po przedostaniu się do wody ulega redukcji jak i również ze względu na długi okres inkubacji choroby zakaźnej, który może trwać od kilku czy kilkunastu dni, a nawet do kilku tygodni.

Opracowano pośredni sposób wskazujący na obecność drobnoustrojów chorobotwórczych, które przedostają się do wody z wydaliniami ludzkimi wraz ze ściekami bytowymi. *W praktyce wykorzystuje się oznaczenie bakterii grupy coli wchodzącej w skład normalnej mikroflory jelitowej ludzi i zwierząt, uznanej za grupę wskaźnikową fekalnego skażenia wody.*

Do grupy bakterii coli zaliczamy następujące rodzaje i gatunki: *Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Enterobacter aerogenes* i *cloacae*. Największe znaczenie przypisuje się *E.coli* jako gatunkowi dominującemu.

**Sanitarna analiza bakteriologiczna wody obejmuje:** oznaczenie ogólnej liczby koloni bakterii w 1 ml wody na podłożu agarowym standardowym oraz wykrycie bakterii grupy coli. Oznaczenia te wykonuje się zawsze równolegle z tej samej próbki wody. Badanie ogólnej ilości bakterii w 1 ml wody obejmuje określenie liczby koloni bakterii przy założeniu, że z jednej bakterii wyrasta jedna kolonia.

Dla wód po uzdatnieniu i dezynfekcji, liczba koloni bakterii przy posiewie 1 ml wody metodą płytkową nie może przekroczyć; po 24 godzinach inkubacji w temperaturze 37°C 10, po 72 godzinach inkubacji w temperaturze 20°C 50.

Metody wykrywania bakterii grupy coli oparte są na:

\*zdolności fermentowania przez te drobnoustroje laktozy z wytworzeniem kwasu mlekowego i CO<sub>2</sub> w temperaturze 37°C lub 44°C w ciągu 48 godzin

\*tworzeniu charakterystycznych koloni na pożywce Endo.

Powszechnie stosowane są dwie metody; fermentacji probówkowej /FP/ oraz filtrów membranowych / FM /. Zgodnie z zaleceniami Światowej Organizacji Zdrowia końcowy wynik badania wody metodą fermentacji probówkowej podaje się w postaci:

a/ najbardziej prawdopodobnej liczby bakterii grupy coli w 100 mililitrach wody

b/ najbardziej prawdopodobnej liczby bakterii grupy coli typu kałowego w 100 mililitrach wody

W celu ułatwienia oceny jakości wody opracowane zostały specjalne tabele przez Mac Gradyego, Hoskinsa i Swaroopa, w oparciu o rachunek prawdopodobieństwa / Tabela 3. /.

Tabela posiewów: 5X10 ml, 1x1, 0 ml, 1x0, 1 ml

Liczba próbek wykazujących obecność bakterii grupy coli w następujących objętościach próbki

10 ml	1,0 ml	0,1 ml	NPL w 100 cm <sup>3</sup>
0	0	0	2
0	0	1	2
0	1	0	2
0	1	1	4
1	0	0	2
1	0	1	4

1	1	0	4
1	1	1	7
2	0	0	5
2	0	1	8
2	1	0	8
2	1	1	10
3	0	0	9
3	0	1	12
3	1	0	12
3	1	1	16
4	0	0	15
4	0	1	20
4	1	0	21
4	1	1	27
5	0	0	38
5	0	1	96
5	1	0	240
5	1	1	2400

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej w sprawie warunków jakim powinna odpowiadać woda do picia i potrzeb gospodarczych Dz.U. z dnia 15.06.1977 roku nr 18,poz.72, dla wody po uzdatnieniu i dezynfekcji obowiązują następujące normy bakteriologiczne:

a/ w 100 cm<sup>3</sup> wody nie może być ani jednej bakterii grupy coli typu fekalnego

b/ najbardziej prawdopodobna liczba bakterii coli / NPL / w 100 cm<sup>3</sup> wody nie może przekroczyć jeden

Wykrywanie bakterii grupy coli typu kałowego metodą filtrów membranowych / FM / polega na

przefiltrowaniu przez filtr membranowy określonej objętości próbki wody, inkubacji zatrzymanych bakterii na pożywce Endo-FM w temperaturze 37 - 44 °C przez 24 godziny, obliczeniu wyrosłych charakterystycznych koloni i określeniu wskaźnika coli wg wzoru:

$$x = \frac{a \cdot 100}{V}$$

w którym:

a - liczba koloni bakterii na filtrze

V - objętość sączonej próbki cm<sup>3</sup>

Dla wody po uzdatnieniu i dezynfekcji w myśl w/w Rozp. Min. Zdr. wskaźnik coli nie może przekroczyć jeden.

#### 4. ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO

Skład chemiczny powietrza atmosferycznego w skali życia planety ulega ciągłym zmianom. Jednak z punktu widzenia człowieka praktycznie jest stały. Jednakże w ciągu ostatnich 200 lat można zauważyć pewne zmiany składu atmosfery związane z działalnością człowieka.

Zawartość podstawowych składników w czystym powietrzu zmienia się w pewnym sposób z wysokością, jednak dotyczy to warstw atmosfery powyżej 13 km. Skład dolnych warstw atmosfery ( troposfery ) można przyjąć za stały ( tab. 1 ).

składnik	objętościowo ppm	wagowo ppm
azot	780900	755400
tlen	208500	231500
argon	9300	12800
dwutlenek węgla	300	460
neon	28	12,5
hel	5,2	0,72
metan	2,2	1,2
krypton	1,0	1,5
wodór	0,5	0,03
ksenon	0,08	0,36

nadto para wodna w ilości zmiennej, przeciętnie 8-12 mg/m<sup>3</sup>

Istotną zmienność wykazują składniki atmosfery których zawartość jest niewielka. Do najważniejszych trzeba zaliczyć wodę ( parę wodną ) CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub> areozole, pyły organiczne ( zarodniki roślinne, bakterie ) pyły nieorganiczne ( na ogół SO<sub>2</sub> - piasek i inne produkty wietrzenia skorupy ziemskiej ) oraz produkty spadku mikrometeoroidów z kosmosu, pożarów lasu, itp. Poza helem, parą wodną i wodą ( w postaci kropelek i śniegu ), pozostałe substancje uważamy za zanieczyszczenia, w przypadku przekroczenia średnich stężeń ich zawartości.

Zanieczyszczeniami są oczywiście substancje które nigdy nie występowały w powietrzu i są związane wyłącznie z działalnością człowieka. Przykładem takich substancji mogą być freony, pestycydy, pluton. Ilość antropomorficznych rodzajów zanieczyszczeń jaka może występować w powietrzu atmosferycznym jest niezmiernie duża i ciągle rośnie. Typowy **podział zanieczyszczeń dzieli je na gazowe i pyłowe**, przy czym pojęcie pyłu jest bardzo szerokie i obejmuje takie zanieczyszczenie wielofazowe jak np. areozol ( mgła ), smog, fotosmog.

Ze względu na ich różnorodność praktyczny pomiar wszystkich zanieczyszczeń nie jest możliwy. Dlatego też prowadzi się pomiary tylko tych zanieczyszczeń, które są powszechne i mają istotne znaczenie dla stanu atmosfery i zdrowia ludności. Tego typu zanieczyszczenia nazywamy charakterystycznymi. Na ogół do charakterystycznych zanieczyszczeń powietrza zalicza się: pyły; tlenki: węgla, siarki, azotu; benzopireny; ozon i związki typowe dla produkcji przemysłowej w danym rejonie np. w latach 70-tych zawartość fluoru i fluorowodoru w powietrzu nad Skawiną i Krakowem, czy też dwusiarczku węgla (CS<sub>2</sub>) w Gorzowie Wielkopolskim.

## ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA

Wszystkie źródła zanieczyszczeń powietrza można podzielić na **naturalne i sztuczne**. Ilość naturalnie emitowanych zanieczyszczeń jest porównywalna do emisji ze źródeł sztucznych.

Do głównych naturalnych źródeł zanieczyszczeń zalicza się wybuchy wulkanów, pożary lasów i stepów, naturalne procesy gnicia i rozkładu substancji organicznych (unoszenia przez wiatr pyłów i areozoli morskich). Pyły pochodzenia naturalnego można podzielić na:

- kosmiczne
- nieorganiczne
- organiczne

Źródłem pyłu kosmicznego jest opad meteorytów i mikrometeorytów. Masa pyłu kosmicznego oceniona jest w zależności od źródła informacji na 1200 ton do 4 milionów ton na rok. Jednak nawet w przypadku przyjęcia wartości maksymalnej, ilość ta jest nieznaczna w porównaniu z ilością pyłu pochodzącego z innych źródeł.

Pyły nieorganiczne powstałe poprzez unoszenie materiału pochodzenia erozyjnego są przenoszone daleko poza miejsce swego powstawania. Masa tego rodzaju pyłów jest bardzo duża i w pewnych rejonach świata przekracza wielokrotnie masę wszystkich innych zanieczyszczeń. Przykładem może być przenoszenie pyłów pochodzenia Saharyjskiego na Sycylię gdzie roczny opad pyłu osiąga czasami 1000 ton na km<sup>2</sup> na rok. Zwiększenie ilości pyłów naturalnych niekiedy wiąże się z działalnością człowieka. Przykładem może być intensywne stepowanie Wielkich Równin w USA związane z erozją gleby spowodowaną przez działalność rolniczą. Podobne efekty zaobserwować można na Ukrainie ( suchowieje ). Walka z tymi efektami jest trudna i wymaga znacznych nakładów finansowych na odpowiednią politykę w zakresie zalesienia, tworzenia pasów ochronnych, nawadnianie i zmiany rodzajów technologii upraw.

Bardzo duże ilości pyłów powstają także podczas wybuchów wulkanów. Ze względu na duże wahanie liczby wybuchów rocznie ilość pyłów w atmosferze z tego źródła wykazuje duże różnice. Chyba najsłynniejszy wybuch w czasach historycznych wulkanu Krakatau ( w 1883 roku ), spowodował pokrycie 1 ml km<sup>2</sup> warstwą pyłu o grubości ponad 50 mm, a efekty spadku temperatury na skutek wzrostu albedo Ziemi utrzymywały się przez trzy lata. Masę pyłu wyemitowanego wtedy oceniono na 50 milionów ton. Duże ilości pyłów powstają także podczas pożarów lasów i stepów. Sztormy morskie przenoszą do atmosfery poważne ilości areozoli o wysokiej zawartości soli. Notowano przypadki rozprzestrzenienia się areozolu morskiego nawet na odległość 1000 km od brzegu.

Pyły organiczne składają się z areoplanktonu ( żywe organizmy ) oraz z pyłków i zarodników roślinnych. Zarodniki roślinne przenoszą się na bardzo duże odległości i wysokości. Obserwowano je nawet w stratosferze. Chociaż globalna masa pyłków roślinnych nie jest zbyt duża ( np. na terytorium USA unosi się rocznie 1 ml ton ) to znaczenie dla zdrowia człowieka jest bardzo duże i wiąże się głównie z wywoływanymi przez nie alergiami. Lokalnie na pewnych obszarach notuje się jednak znaczne ilości pyłów organicznych prowadzące nawet do uszkodzeń urządzeń mechanicznych, zwarć w instalacjach elektrycznych, np. opadanie tak zwanych “żółtych deszczy” ( Kolumbia Brytyjska, Indie ).

Jeżeli chodzi o emisję zanieczyszczeń gazowych to głównym źródłem naturalnym CO<sub>2</sub> są pożary lasów i stepów, procesy oddechowe organizmów zwierzęcych, procesy gnilne zachodzące w glebie, dżunglach, bagnach i torfowiskach. Jednak emisja CO<sub>2</sub> z tych źródeł jest w równowadze z asymilacją w procesach fotosyntezy i w odkładaniu w postaci węglanu wapnia i magnezu ( skorupki organizmów wodnych ). Wybuchom wulkanów towarzyszy emisja dużych ilości SO<sub>2</sub>, HCL, H<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>. Erupcja wulkanu st.Helen w latach 80-tych wprowadziła do atmosfery w ciągu kilku tygodni taką ilość SO<sub>2</sub> jaką produkują Stany Zjednoczone w ciągu 2 lat. Wyładowania elektryczne w atmosferze są źródłem trudnych do oszacowania ilości tlenków azotu ( głównie NO<sub>2</sub> ) i ozonu. Metan do atmosfery przedostaje się z naturalnych wycieków ropy naftowej i gazu ziemnego, ale głównym jego źródłem są procesy zachodzące w glebie. Olbrzymie ilości metanu powstają w czasie rozmarzania Tundry i Tajgi oraz w wilgotnych obszarach strefy tropikalnej ( dżungle, ryżowiska ). Istotną rolę ma metan powstający w przewodach pokarmowych przeżuwaczy. Jeżeli chodzi o źródła sztuczne to podstawowym są procesy spalania. W czasie spalania paliw naturalnych ( drewna, węgla kamiennego i brunatnego, gazu ziemnego, ropy naftowej i produktów jej przerobu ) tworzą się głównie następujące rodzaje zanieczyszczeń: pyły, CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> oraz w niewielkich ilościach inne substancje takie jak pozostałość nie spalonych węglowodorów,

$\text{NH}_3$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  i wiele innych. Pozostałość po spalaniu ma postać popiołu (żużla) i pyłu o rozdrobnieniu mechanicznym i koloidalnym (pochodzącym z kondensacji odparowanych składników mineralnych paliwa). W skład pyłów pochodzących ze spalania wchodzi przede wszystkim krzemionka ( $\text{SiO}_2$ ) oraz  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  i inne tlenki metali a także cząstki nie spalonego węgla w postaci sadzy. Głównym gazowym produktem spalania jest  $\text{CO}_2$  i para wodna. Tlenek węgla ( $\text{CO}$ ) jest produktem niepełnego spalania i jego zawartość w gazach spalinowych może się wahać w zakresie od 10 % do kilku promili. Wynika to ze sprawności silników, pieców i tym podobnych urządzeń. Z zawartej w paliwie siarki 75 - 80% zostaje spalonej do  $\text{SO}_2$  a niewielka ilość (1 - 2 %) do  $\text{SO}_3$ , pozostała część siarki pozostaje w żużlu lub pyłe w postaci nielotnych siarczków metali lub innych związków. Im wyższa temperatura spalania tym większa część azotu wprowadzonego wraz z powietrzem do komór spalania przechodzi w tlenki tego pierwiastka, głównie w postaci  $\text{NO}_2$ . Bardzo niebezpieczne chociaż występujące w małych ilościach, są zawsze obecne (niezależnie od rodzaju paliwa) węglowodory w tym aromatyczne. Szczególnie groźne są widopierścieniowe np. benzopireny. Zagrożenia te wynikają z ich potencjalnej karcinogenności. Ilość emitowanych zanieczyszczeń bardzo mocno zależy od rodzaju paliwa. Za najgorsze uważa się te o wysokiej zawartości siarki, a więc przede wszystkim paliwa stałe takie jak węgiel brunatny i kamienny. Paliwa ciekłe, produkty przerobu ropy naftowej aktualnie poddawane są procesom odsiarczania. Najlepsze parametry posiadają paliwa gazowe które po dokładnym odsiarczaniu ulegają praktycznie całkowitemu spalaniu do  $\text{CO}_2$  i pary wodnej. Kolejnym źródłem zanieczyszczeń powietrza jest przemysł materiałów budowlanych a szczególnie produkcja cementu. Mamy tu do czynienia z wprowadzeniem do atmosfery dużych ilości pyłu na etapie otrzymywania cementu oraz w procesach pakowania, składowania i transportu. Poza tym przemysł ten produkuje duże ilości spalin (szczególnie w przypadku przestarzałej ale ciągle powszechnej w Polsce metody mokrej wymagającej dużych ilości energii). Także produkcji wapna w wapiennikach i wypalaniu cegieł towarzyszy olbrzymie zużycie węgla a co zatem idzie duża ilość zanieczyszczeń. Pył pochodzący z procesów technologicznych stosowanych w produkcji materiałów budowlanych na charakter zasadowy i zawiera duże ilości tlenków  $\text{Ca}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{Al}$ ,  $\text{Na}$  i  $\text{K}$  oraz pewne ilości związków metali ciężkich. Kolejnym źródłem zanieczyszczeń powietrza jest przemysł metalurgiczny. W procesach hutniczych powstają zarówno pyły jak i gazy. Ich skład jest różny w zależności od technologii, przykładowo średni skład pyłu wielkopiecowego jest następujący: 12 %  $\text{SiO}_2$ , 5 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 15 %  $\text{CaO}$ , 50 %  $\text{FeO}_3$ , 5 %  $\text{C}$  i 13 % innych składników. Gaz wielkopiecowy poza parą wodną i  $\text{CO}_2$  zawiera około 24 %  $\text{CO}$  i 2 %  $\text{H}_2$ . Produkcja zanieczyszczeń w przemyśle hutniczym wiąże się też z działaniem aglomerowni i koksowni (wydziały surowcowe), które są szczególnie uciążliwe ze względu na wprowadzenie do powietrza szczególnie agresywnych i uciążliwych substancji. Należą do nich poza tlenkami żelaza, węglowodory w tym WWA, fenole,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}$  i wiele innych. Do niedawna bardzo istotnym źródłem zanieczyszczeń środowiska był transport i komunikacja. Nowoczesne silniki samochodowe stosujące benzynę bezołowiową i zaopatrzone w katalizatory rozkładające tlenki azotu i utleniające  $\text{CO}$  do  $\text{CO}_2$  nie emitują w praktyce żadnych zanieczyszczeń. Stare silniki o nieodpowiednich parametrach były źródłem dużych ilości  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ , węglowodorów  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Pb}$  i  $\text{C}$  w postaci sadzy. Istotny wpływ na ilość zanieczyszczeń ma też stan techniczny silników i jakość paliwa.

Specyficznym rodzajem zanieczyszczeń powietrza jest **smog i fotosmog**. Jest to zanieczyszczenie wielofazowe charakterystyczne dla obszarów wielkomiejskich. Smog zwany też londyńskim czy wilgotnym powstaje przy spalaniu węgla i drewna głównie w piecach, kominkach czy też lokalnych kotłowniach. Tego typu źródła noszą nazwę niskiej emisji. Smog londyński powstaje w sytuacji ograniczonej wymiany powietrza wywołanej układem inwersyjnym (zaburzony rozkład temperatury w powietrzu; zamiast spadku ze



wzrostem wysokości następuje jej podwyższenie - powoduje to nie unoszenie się ciepłego powietrza z zanieczyszczeniami do góry i gromadzenie się ich przy powierzchni ziemi). Przy wysokiej wilgotności następuje kondensacja pary wodnej na cząstkach dymu ( sadza , krzemionka ) wraz z rozpuszczanymi gazami i innymi zanieczyszczeniami. Podczas dni smogowych notuje się wzrost liczby zgonów głównie osób starszych z chorobami układu oddechowego i krążenia, a także nasilenie objawów chorobowych ze strony układu oddechowego w pozostałej części populacji. Smog fotochemiczny ( typu Los Angeles ) powstaje w sytuacji dobrej pogody i braku pokrywy chmur w miastach o dużym natężeniu ruchu samochodowego. W spalinach na skutek działania promieniowania ultrafioletowego rośnie ilość wolnych rodników, natlenków, ozonu, tlenków azotu i związków nitrozowych. Poza działaniem drażniącym i ogólnie toksycznym smogu fotochemicznego można domniemywać że ma on działanie mutagenne.

### KWAŚNE DESZCZE

Naturalna kwasowość wody opadowej ( deszczu, śniegu ) wynosi około  $\text{pH}=5,6$ . Wartość ta wynika z równowagi pomiędzy  $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$ . W latach 70-tych w Skandynawi znane były przypadki opadu deszczu o  $\text{pH} \sim 2$ , czyli równej 0,01 molowemu roztworowi  $\text{HCl}$ . Tak wysoka kwasowość spowodowana była przez działalność człowieka i wiązała się z importem przez ten obszar zanieczyszczeń transgranicznych pochodzących z terenu Wielkiej Brytanii, Niemiec ( przede wszystkim dawnego NRD ) oraz Polski.

Emisja  $\text{SO}_2$  , podstawowego czynnika wpływającego na zakwaszenie powietrza w latach 70-tych w NRD osiągała wartość bliską  $50 \text{ ton/km}^2$  na rok. Dla porównania, w sąsiadującym RFN wynosiła tylko  $17 \text{ ton/km}^2$  na rok i  $25 \text{ ton/km}^2$  na rok w Polsce.

W skali planety 90 % emisji na terenach dotkniętych problemem kwaśnych deszczy pochodzi ze źródeł antropogennych. W literaturze są podawane dość rozbieżne dane dotyczące wielkości emisji  $\text{SO}_2$  , tak że źródeł naturalnych jak i sztucznych. Ocenia się, że na początku lat 90 ze źródeł sztucznych pochodziło około 160 ml ton  $\text{SO}_2$  na rok, a z naturalnych około 50 ml ton, przy czym emisja ze źródeł naturalnych wykazuje duże wahania ( wybuchy wulkanów ). W naszym kraju od kilku lat notowany jest znaczny postęp w sprawie ochrony środowiska. Wynika on głównie ze spadku aktywności przemysłowej w gałęziach przemysłu szczególnie uciążliwego dla środowiska czyli w energetyce i przemyśle hutniczym, a także z inwestycji poczynionych w postaci instalacji odsiarczania spalin w elektrowniach: "Jaworzno", "Turów" i "Bełchatów".

Polska lista głównych "trucicieli" obejmuje 80 zakładów, jednak i ona ulega systematycznemu skróceniu w związku z czynionymi inwestycjami proekologicznymi. Spowodowały one ograniczenie emisji  $\text{SO}_2$  mniej więcej o połowę w ciągu ostatnich 10 lat. Trzeba sobie zdawać sprawę, że ciągle produkcja zanieczyszczeń jest o wiele za duża w porównaniu z wymogami Uni Europejskiej. Emisja w Polsce wynosi około 2,3 ml/ton roku  $\text{SO}_2$  ; 1,1 ml ton,rok  $\text{NO}_2$ ; najgorzej jest z emisją  $\text{CO}_2$  która bardzo wolno maleje i wyniosła 1997 roku około 360 ml/ton.

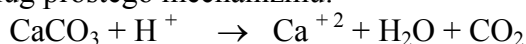
$\text{SO}_2$  w atmosferze ulega utlenieniu do  $\text{SO}_3$  którego właściwości kwasotwórcze są dużo większe. Proces utlenienia ma charakter albo homogeniczny ( w fazie gazowej ) lub heterogeniczny ( gazowa, ciekła ). Podstawowymi czynnikami utleniającymi są rodnik hydroksylowy, tlenki azotu i ozon. Przenikanie  $\text{SO}_2$  i  $\text{SO}_3$  ma postać depozycji suchej ( opad suchy) czyli sorpcji substancji gazowych bezpośrednio przez rośliny, glebę, wody powierzchniowe i budynki, jak i depozycji mokrej czyli substancje rozpuszczone w wodzie wymywane są z atmosfery.

Źródłem emisji mogą być kominy domowe, rury wydechowe samochodów i inne procesy spalania blisko powierzchni ziemi ( niska emisja) jak i kominy fabryczne i spaliny pochodzące z samolotów ( wysoka emisja ). W wielkich miastach 90 % zanieczyszczeń pochodzi z niskiej emisji przy czym zależy ona w istotny sposób od pory roku i warunków meteorologicznych.

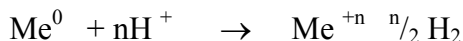
Niska emisja powoduje wzrost stężenia zanieczyszczenia blisko emitera, natomiast wysoka w dużej odległości w kierunku ruchu mas powietrza. Wrażliwość środowiska na zakwaszenie zależy od ilości i stężenia substancji zakwaszających w opadzie oraz od właściwości chemicznych gleby, skał, wód powierzchniowych jak i od rodzaju i ilości elementów żywych.

Zakwaszenie sprzyja migracji jonów metali z gleby i skał. Powoduje to wzrost stężenia kationów w wodach powierzchniowych i podskórnych. O odporności wód powierzchniowych na zakwaszenie decyduje ich zasadowość. Generalnie jednak wody są najbardziej czułe na zmiany kwasowości opadu. Odporność gleb wiąże się z ich pojemnością buforową. Wielkość ta zależy od składu gleby. Może być ona bardzo mała i dotyczy to pustyń i terenów na których występują krzemionka, kwarc, piaskowce i granity. Natomiast bardzo dużą pojemność buforową wykazują skały osadowe pochodzenia organicznego, przede wszystkim węglanowe (wapienie, dolomity i inne skały zasadowe). Zakwaszenie gleb ma istotny wpływ na produktywność ekosystemu. Na terenach leśnych wzrost zakwaszenia powoduje wzmożoną migrację jonów glinu. Zmniejsza to odporność roślin ( szczególnie lasów iglastych ) na choroby.  $\text{SO}_2$  w powietrzu przy poziomach istotnie odbiegających od naturalnych może wywoływać uszkodzenie aparatów szparkowych. Efekt ten notowany jest szczególnie w Europie środkowej i wschodniej przy czym zjawisko to wiązać się może z innymi czynnikami ( np. zmianami klimatycznymi, skróceniem czasu trwania zimy, obniżeniem poziomu wód gruntowych itp. ). Trzeba mieć świadomość że opad związków siarki z deszczem jest źródłem siarki niezbędnej do normalnego wzrostu roślin. W rolnictwie opad kwaśnych deszczy może zmniejszyć plony, zwłaszcza zbóż. Kwas azotowy w stężeniu poniżej  $10^{-5}$  mola/dm<sup>3</sup> sprzyja przyrostowi biomasy będąc źródłem związków azotowych, natomiast w stężeniach większych hamuje procesy fotosyntezy.

Szkodliwość w gospodarce wiąże się z niszczeniem materiałów budowlanych przede wszystkim węglanowych. Tynki wapienne, licówki marmurowe itp. ulegają szybkiej korozji według prostego mechanizmu:



Także korozja metali ulega szybkiemu przyspieszeniu w przypadku zakwaszenia środowiska. W przypadku opadu o  $\text{pH} < 4,5$  można mówić o bezpośrednim wypieraniu wodoru z roztworu.



a w przypadku  $\text{pH}$  w granicach 4,5 - 5,6 przyspieszeniu ulega jedynie korozja elektrochemiczna. Ocenia się, że około 40 % stali produkowanej w ciągu roku ulega zniszczeniu w wyniku korozji, co nie jest bez znaczenia dla stanu środowiska.

**Ochrona powietrza atmosferycznego** przed szkodliwymi zanieczyszczeniami sprowadza się przede wszystkim do:

1. Sprawowania nadzoru zapobiegawczego polegającego na podejmowaniu skutecznych decyzji dotyczących lokalizacji i rodzaju obiektów stwarzających zagrożenie dla stanu powietrza (zakładów przemysłowych, elektrowni, ciepłowni, składowisk odpadów, szlaków komunikacyjnych itd.).
2. Ograniczenie emisji zanieczyszczeń poprzez stosowanie technologii mało lub bezopadowych, dobór odpowiedniej jakości paliw np. nie zasiarczonego węgla itp.

3. Wprowadzenie urządzeń i technologii redukujących ilość zanieczyszczeń przenikających do środowiska (filtry, technologie odsiarczania spalin, katalizatory w pojazdach mechanicznych itp.).

### **INDEKS JAKOŚCI POWIETRZA**

Jest to zaproponowany przez EPA (Environmental Protection Agency) standardowy system, umożliwiający przekazywanie społeczeństwu informacji o stopniu zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego. Podstawę indeksu stanowią wyniki pomiarów stężeń:

**ozonu , pyłu zawieszonego, dwutlenku siarki i dwutlenku węgla.**

Skala systemu mieści się w granicach od 0 do 500

0 - brak zanieczyszczenia

100-zanieczyszczenie w normie

200-stan pogotowia

300-ostrzeżenie

400-zagrożenie

500-istotne zagrożenie

( tabelka

### **Piśmiennictwo**

- Codex Alimentarius, Abridged Version FAO/WHO Roma 1990.
- Czapski J., Wieland A.: Dodatki do żywności – Przyjaciół czy wróg? PWRiL Poznań 1992.
- Gomółka E., Szaynok A., - Chemia wody i powietrza. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997.
- Monitor Polski D.U. nr 18. Warszawa 1997.
- Monitor Polski D.U. nr 22. Warszawa 1993.
- Monitor Polski D.U. nr 35. Warszawa 1990.
- Monitor Polski D.U. nr 55. Warszawa 1998.
- Nikonorow M., Urbanek-Karłowska B., : Toksykologia żywności. PZWL Warszawa 1987.
- O'Neill P., : Chemia środowiska. PWN Warszawa-Wrocław 1998.
- Rutkowski A., Gwiazda S., Dąbrowski K., : Dodatki funkcjonalne do żywności. Agro & Food Technology, Katowice 1993.
- Sikorski Z., Drozdowski B., Samotus B., Pałasiński M. : Chemia żywności. PWN Warszawa 1988.

## IV. ŚRODOWISKO PRACY

Oddzielenie szkodliwego oddziaływania substancji chemicznych na populację w aspekcie narażenia środowiskowego od narażenia zawodowego jest praktycznie rzecz biorąc bardzo trudne. Stosowane lub wytwarzane w przemyśle substancje są emitowane do środowiska pozaprzemysłowego. Substancje pochodzenia przemysłowego są stosowane w różnorodnych produktach codziennego użytku, a także w środkach ochrony roślin i żywności. Rezultatem tego jest przenikanie się ekspozycji, przy czym intensywność ekspozycji populacji generalnej jest z reguły niższa niż populacji przemysłowej, natomiast czasookres ekspozycji jest dłuższy i dotyczy całości populacji, w tym kobiet w ciąży, dzieci i osób starszych.

W większości podręczników i opracowań wpływ zanieczyszczeń na stan zdrowia człowieka prezentowany jest w ten sposób, że po kolei analizowane są poszczególne ksenobiotyki i omawiany jest ich wpływ na ustrój. Wydaje się, że dla studentów medycyny praktycznym rozwiązaniem będzie analiza w aspekcie toksykologii narządowej. Wadą takiego podejścia bezsprzecznie jest fakt ograniczenia się tylko do najważniejszych problemów zdrowotnych, nie mniej jednak daje to przejrzystość i pozwala szybko określić, który z ksenobiotyków działa wybiórczo na jeden lub niewiele narządów, a w przypadku których dochodzi do uszkodzeń wielonarządowych. Należy również zwrócić uwagę na kolejne uproszczenie zastosowane w tej analizie, gdyż jak wiadomo efekt toksyczny będzie zależał od czasu ekspozycji i stężenia substancji toksycznej, na działanie której narażony jest organizm człowieka. Stąd też inne mogą być skutki zdrowotne przy ekspozycji na duże stężenie w krótkim okresie czasu - zatrucie ostre, głównie pochodzenia zawodowego, a inne na niskie stężenia w długim przedziale czasowym - zatrucia przewlekłe, charakterystyczne dla narażeń środowiska komunalnego. Dokładne dane są zamieszczone w podręcznikach toksykologii i medycyny pracy, natomiast celem niniejszego opracowania jest podanie danych ogólnych i unaocznienie faktu, jak nieoderwalnie jesteśmy zależni od czynników środowiska zewnętrznego i jak szeroki jest zakres oddziaływań oraz powiązań.

**zatrau tb.doc**<sub>3strony</sub>







Człowiek narażony jest również na oddziaływanie zanieczyszczeń wewnątrzdomowych.

Tabela 4.

Zanieczyszczenia wewnątrzdomowe.

Rodzaj zanieczyszczenia	Źródło zanieczyszczenia pomieszczeń	Dopuszczalna koncentracja	Miejsce występowania
tlenek węgla	układy zapłonowe, silniki spalinowe, wadliwe systemy grzewcze	115 mg/m <sup>3</sup>	samochody, biura, sklepy, mieszkania, lodowiska
cząstki respirabilne	piece, kominki, papierosy, aerozole, procesy pieczenia, gotowania	100- 500ug/m <sup>3</sup>	mieszkania, biura, samochody, bary, restauracje
opary organiczne	spaliny, rozpuszczalniki, produkty żywiczne, pestycydy, aerozole		mieszkania, restauracje, miejsca użyteczności publicznej, biura..
dwutlenek azotu	spaliny, piecyki kuchenne, ogrzewacze wody, suszarki, papierosy, silniki spalinowe	200-1000 ug/m <sup>3</sup>	mieszkania, lodowiska
formaldehyd	izolatory, spoiwa wiążące elementy drewniane lub drewnopochodne	0.06- 1.3 mg/m <sup>3</sup>	0.06- 1.3 mg/m <sup>3</sup>
radon i jego związki	materiały budowlane	0.1- 30 nCi/m <sup>3</sup>	mieszkania, budynki
azbest	produkty ogniotrwałe	< 1 włókno/ cm <sup>3</sup>	domy, szkoły, biura
włókna mineralne i syntetyczne	produkty wykonane z włókien jak np. ubrania, dywany, kilimy, a także ściennie i podłogowe płyty okładzinowe		domy, szkoły, biura, miejsca użyteczności publicznej
dwutlenek węgla	spaliny, ludzie, zwierzęta	5400 mg/m <sup>3</sup>	domy, szkoły, biura
organizmy żywe	ludzie, zwierzęta, rośliny, grzyby, mikroflora zasiedlająca urządzenia klimatyzacyjne		domy, szpitale, szkoły, biura, miejsca użyteczności publicznej
ozon	łuk elektryczny, źródła promieniowania UV	40- 400 ug/m <sup>3</sup>	biura, samoloty

Źródło: "Public Health and Preventive Medicine" Maxcy- Rosenau; John M. Last, 1986

## 1. WARTOŚCI NORMATYWNE STĘŻEŃ I NATĘŻEŃ CHOROBY ZAWODOWE

Określenie normatywów prawnych dotyczących stanu środowiska i poziomów zanieczyszczeń w miejscu pracy nie jest proste. Wymaga ono uwzględnienia szeregu czynników wynikających z cech substancji toksycznych, czasu narażenia, zmienności natężenia jak i możliwości wystąpienia efektów związanych z addytywnością jak i synergizmem działania.

W celu określenia normatywów wykorzystuje się badania biologiczne na roślinach, zwierzętach, ludziach i badania epidemiologiczne ( statystyczne ). W medycynie pracy podstawowym jest pojęcie NDS i NDN;

**NDS - najwyższe dopuszczalne stężenie substancji toksycznej**

( ustalone jako średnia ważona) - którego oddziaływanie na pracownika w ciągu 8-godzinnego dobowego i 42-godzinnego tygodniowego wymiaru czasu pracy przez okres jego aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń

**NDN - najwyższe dopuszczalne natężenie czynnika fizycznego**

(ustalone jako średnia ważona) - którego oddziaływanie na pracownika w ciągu 8-godzinnego dobowego i 42-godzinnego tygodniowego wymiaru czasu pracy przez okres jego aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń

W badaniach na ludziach wykonywane są testy nieszkodliwe dla zdrowia oraz pomiary poziomu substancji badanych w płynach ustrojowych, włosach, paznokciach itp. Określa się także stężenie ich metabolitów. W badaniach na zwierzętach podaje się je narażeniu na takie poziomy substancji toksycznych, które wywołują u nich zmiany chorobowe a nawet śmierć. Uwzględniając różnice gatunkowe i stosując zasadę analogi wyznacza się stężenia, które wywołują adekwatne skutki u ludzi.

Często pracownicy są narażeni na przebywanie w warunkach przekroczenia NDS-u . Aby ograniczyć negatywne efekty takich sytuacji ogranicza się czas ekspozycji i wydłuża przerwy w pracy. Dla warunków wzmożonego narażenia ustala się :

**NDS ( NDN ) - chwilowy ( NDSC<sub>h</sub> - NDNCh.)** - jest to takie stężenie substancji chemicznej lub natężenie czynnika fizycznego ustalone jako wartość średnia w danym środowisku pracy, które nie powinno spowodować ujemnych zmian w stanie zdrowia pracownika jak i jego potomków, jeśli ekspozycja nie przekracza 30 minut w czasie jednej zmiany roboczej.

Istnieją substancje które wykazują tak silne działanie toksyczne czy też drażniące, że już chwilowy kontakt z podwyższonym poziomem może wywołać ostre stany chorobowe lub nawet śmierć. W przypadku ich należy wyznaczyć;

**Największe dopuszczalne stężenie progowe ( NDSP )** - jest to najwyższe stężenie substancji, które ze względu na bezpośrednie zagrożenie zdrowia lub życia nie może być w powietrzu środowiska pracy przekroczone w żadnym momencie trwania pracy.

Niekiedy pracownicy narażeni są na szereg substancji toksycznych równocześnie. Aby ocenić łączne narażenie należy sumować ich działanie z uwzględnieniem odpowiednich procedur:

$$\frac{C_1}{NDS_1} + \frac{C_2}{NDS_2} + \dots + \frac{C_n}{NDS_n} \leq 1$$

gdzie:  $C_1 \dots C_n$  - średnie ważone poszczególnych substancji

$NDS_1 \dots NDS_n$  - wartości NDS-ów dla poszczególnych substancji

Otrzymujemy w ten sposób tzw. **indeks zagożenia** - suma wartości współczynników zagożenia wyrażonych stosunkiem wielkości narażenia na substancję toksyczną do wartości referencyjnej. Jeżeli suma jest większa od jedności , to w przypadku działania addytywnego łączne narażenie może spowodować ujemne skutki zdrowotne.

W praktyce sanitarnej zagrożenia wynikłe z obecności substancji toksycznych, czy też zagrożeń fizycznych, mogą stwarzać pracownikom **warunki szkodliwe** bądź **uciążliwe**. Sytuacje, w których stężenie ( natężenie ) czynników są poniżej NDS-u ( NDN ) uznajemy jedynie za uciążliwe. O warunkach szkodliwych można mówić jedynie w przypadku przekroczenia wartości NDS. Trzeba jednak mieć świadomość, że przebywanie pracownika w warunkach uciążliwych może mieć także negatywny wpływ na jego zdrowie, zwłaszcza gdy dotyczy wieloletniego narażenia.

Za warunki bezpieczne będziemy uważać przebywanie w środowisku, w którym górna granica przedziału ufności średniej ważonej danego czynnika jest poniżej NDS lub też pomiar za pomocą dozymetru indywidualnego wykaże wartość niższą niż 0,75 NDS. Zaś za warunki szkodliwe uznaje się te, w których dolna granica przedziału ufności średniej ważonej danego czynnika jest wyższa od jednego NDS lub wynik oceny za pomocą dozymetrów indywidualnych przekracza 1,25 NDS. Obszar stężeń zawierający się pomiędzy tymi wartościami uznawany jest za dopuszczalny.

Dziennik Ustaw nr 79, z dnia 27 IV 1998 r. według rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 17.VI. 1988 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.

Tabela 5

Porównanie NDS, NDSCh i D<sub>30</sub> dla typowych zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego i terenów zakładów pracy

Nazwa substancji chemicznej	D <sub>30</sub> dla obszarów [kg/m <sup>3</sup> ]	NDSCh		NDS	
		[mg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[mg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
SO <sub>2</sub> -dinitlenek siarki (dwutlenek siarki)	500	5	5000	2	2000
NO <sub>2</sub> -dinitlenek azotu (dwutlenek azotu)	500	10*	10000*	5*	5000*
CO-tlenek węgla	20000	180	180000	30	30000
O <sub>3</sub> -ozon	110**	0,6	600	0,1	100
HF-fluorowodór	-	4	4000	0,5	500
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> -benzen	20	40	40000	10	10000
Cd-kadm	0,52	0,2	200	0,04	40
Pb-ołów	5	-	-	0,05	50
Hg-rtęć (suma rtęci i związków nieorganicznych)	0,7	0,15	150	0,05	50
Ni- nikiel[nikiel i związki w przeliczeniu na Ni bez Ni(Co) <sub>4</sub> ]	230	-	-	0,25	250
As-arsen	0,2***	-	-	0,01	10

\* - tlenki azotu łącznie

\*\* - stężenie 8 godzinne (pomiędzy 10<sup>00</sup> – 18<sup>00</sup>)

\*\*\* - wielkość normowana tylko do celów obliczeniowych

NDSCh i D<sub>30</sub> {stężenie chwilowe [30 minutowe] – 99,8 percentyl<sup>a</sup> obliczony ze stężeń odniesionych do 30 minut, występujących w roku kalendarzowym (w µg lub mg w 1 m<sup>3</sup> powietrza)} są parametrami sobie odpowiadającymi w środowisku pracy i poza nim.

a – percentyl 99,8 – wartość stężenia której nie przekracza 99,8% wszystkich pomiarów.

Z porównania tych wielkości wynika fakt, że prawodawca dopuszcza dużo wyższy poziom stężeń substancji toksycznych na stanowisku pracy niż w środowisku bytowania.

*Jeżeli zostanie udokumentowane narażenie na czynniki szkodliwe powyżej NDS lub NDN w środowisku pracy, a czas tego narażenia był wystarczająco długi, by z medycznego punktu widzenia mógł spowodować schorzenie wówczas choroba może być uznana za **chorobę zawodową**. Należy również udowodnić, że zespół objawów choroby odpowiada skutkom biologicznym działania czynnika szkodliwego. Kryteria te nie obowiązują przy orzekaniu zawodowych schorzeń alergicznych. W tym przypadku nie są wymagane przekroczenia NDS*

oraz nie odgrywa roli długość okresu ekspozycji na czynnik chorobotwórczy, co jest zgodne z patomechanizmem schorzeń alergicznych. Wystarczy potwierdzenie narażenia na czynniki o działaniu alergicznym oraz diagnostyczne potwierdzenie nadwrażliwości na ten czynnik. W schorzeniach zawodowych, w których stwierdza się podłoże alergiczne, nie rzadko do czynników przyczynowych stwierdzanej choroby dołączają się czynniki drażniące lub działające toksycznie przewlekłe.

### Wykaz chorób zawodowych

#### **Rozporządzenie Rady ministrów z dn. 18.11.1893r w sprawie chorób zawodowych ( Dz. U. nr 65 z dn. 06.12. 1983r poz 294)**

- 1 .Zatrucia ostre i przewlekłe substancjami chemicznymi i następstwa tych zatruc
- 2. Pylice płuc
- 3. Przewlekłe choroby oskrzeli wywołane działaniem substancji powodujących napadowe stany spastyczne oskrzeli i choroby płuc przebiegające z odczynami zapalno-wytwórczymi w płucach (np. dychawica oskrzelowa, beryloza, byssinoza )
- 4 .Przewlekłe zapalenie oskrzeli wywołane działaniem substancji toksycznych, aerozoli drażniących - w razie stwierdzenia niewydolności narządu oddechowego
- 5. Rozedma płuc u dmuchaczy szkła i muzyków orkiestr dętych w razie stwierdzenia niewydolności narządu oddechowego
- 6. Przewlekłe zanikowe, przerostowe i alergiczne nieżyty błon śluzowych nosa, gardła, krtani i tchawicy, wywołane działaniem substancji o silnym działaniu drażniącym lub uczulającym
- 7. Przewlekłe choroby narządu głosu związane z nadmiernym wysiłkiem głosowy
- ( guzki śpiewacze, niedowład strun głosowych, zmiany przerostowe )
- 8. Choroby wywołane promieniowaniem jonizującym łącznie z nowotworami złośliwymi
- 9. Nowotwory złośliwe powstałe w następstwie działania czynników rakotwórczych, występujących w środowisku pracy, ( z wyjątkiem wymienionych w poz. 8)
- 10. Choroby skóry
- 11. Choroby zakaźne i inwazyjne
- 12. Przewlekłe choroby narządu ruchu wywołane sposobem wykonywania pracy, nadmiernym przeciążeniem: zapalenie pochewek ścięgniastych i kaletki maziowych, uszkodzenie łokotki, mięśni i przyczepów ścięgniastych , martwica kości nadgarstka, zapalenie nadkłykci kości ramiennej, zmęczeniowe złamanie kości
- 13. Przewlekłe choroby obwodowego układu nerwowego wywołane uciskiem na pnie nerwów
- 14. Choroby układu wzrokowego wywołane zawodowymi czynnikami fizycznymi lub chemicznymi ( zmiany wywołane działaniem promieniowania jonizującego należy kwalifikować według poz. 8)
- 15. Uszkodzenie słuchu wywołane działaniem hałasu
- 16. Zespół wibracyjny
- 17. Choroby wywołane pracą w podwyższonym lub obniżonym ciśnieniu atmosferycznym
- 18. Choroby wywołane działaniem przeciążeń grawitacyjnych ( przyspieszeń)
- 19. Choroby centralnego układu nerwowego, układu bódźcotwórczego i przewodzącego serca oraz gonad wywołane działaniem pól elektromagnetycznych
- 20. Ostre zespoły przegrzania i jego następstwa

**Choroby parazawodowe:** to choroby przewlekłe występujące z dużą częstotliwością, dla których nie można określić w jakim stopniu do rozwoju tych chorób przyczyniły się czynniki związane z pracą a w jakim inne czynniki.

- choroba wieńcowa
- choroba nadciśnieniowa
- choroba wrzodowa
- przewlekłe nieswoiste choroby układu oddechowego
- niektóre schorzenia narządów ruchu ( głównie zespoły bólowe kręgosłupa związane ze zmianami zwyrodnieniowo-dyskopatycznymi)
- niektóre nerwice

Przyczynami chorób zawodowych mogą być :

- toksyczne substancje chemiczne
- pył przemysłowy
- czynniki fizyczne
- czynniki biologiczne
- niekorzystne warunki mikroklimatyczne
- czynniki związane ze sposobem wykonywania pracy ; wymuszona pozycja, ruchy często powtarzane, ucisk na pnie nerwowe - konieczny jest chronometraż pracy (choroby wymienione w punkcie 12 i 13) .

Rozpoznanie choroby zawodowej zgłaszane jest do Państwowego Terenowego Inspektora Pracy (PTIS), który po przeprowadzeniu postępowania (oceniającego od strony narażenia zawodowego zasadność rozpoznania) wydaje decyzję o stwierdzeniu choroby zawodowej lub braku podstaw do jej zatwierdzenia. Zbiorową statystykę - rozpoznanych i potwierdzonych decyzją chorób zawodowych - prowadzi systematycznie od 1970 r Instytut Medycyny Pracy w Łodzi, a dane dotyczące poszczególnych województw są w dyspozycji Państwowych Wojewódzkich Inspektorów Sanitarnych. Najbardziej kontrofersyjny jest problem wykrywalności chorób zawodowych. Niezupełnie precyzyjne kryteria orzecznicze, niedostateczna wiedza o możliwości istnienia przyczynowej zależności między schorzeniem a narażeniem zawodowym, brak dokładnych danych o rodzaju i wielkości narażenia zawodowego powodują, że część schorzeń zawodowych pozostaje nierozpoznana. Z drugiej strony te same czynniki prowadzą w części przypadków do błędnego przypisywania charakteru zawodowego schorzeniom o innej etiologii.

## 2. NOWOTWORY ZAWODOWE

Osobnym problemem są choroby nowotworowe mogące powstawać pod wpływem narażenia na czynniki kancerogenne pochodzenia zawodowego:

**Kancerogen** - *czynnik chemiczny, fizyczny lub biologiczny zdolny do zwiększenia częstości występowania nowotworów złośliwych. Zwiększenie częstości nowotworów łagodnych może być brane pod uwagę w niektórych okolicznościach w ocenie, czy dany czynnik jest rakotwórczy.*

### Klasyfikacja Rakotwórczości wg International Agency for Research on Cancer (IARC)

#### 1.Ustalanie wiarygodności dowodu rakotwórczości dla ludzi i zwierząt doświadczalnych oraz dowodów uzupełniających

### **\* Dowody wynikające z badań epidemiologicznych**

#### *- Wystarczający dowód rakotwórczości*

Uznany przez grupę ekspertów, na podstawie istniejących danych, związek przyczynowy między narażeniem na dany czynnik, mieszaninę substancji chemicznych lub zespół zanieczyszczeń środowiska pracy, charakterystyczny dla określonego procesu technologicznego, a występowaniem nowotworów u ludzi; związek ten został określony na podstawie badań, w których: przypadek, systematyczne błędy w przeprowadzonych pomiarach, prowadzeniu badań i zbieraniu danych (bias) oraz czynniki zakłócające mogły być wykluczone z wystarczającą ufnością

#### *- Ograniczony dowód rakotwórczości*

Pozytywna zależność między narażeniem na dany czynnik, mieszaninę substancji chemicznych lub zespół zanieczyszczeń środowiska pracy, charakterystyczny dla określonego procesu technologicznego, a występowaniem nowotworów u ludzi. Interpretacja tej zależności jako związku przyczynowego została uznana przez grupę ekspertów za wiarygodną, aczkolwiek nie można wykluczyć z wystarczającą ufnością wpływu przypadku, błędów w przeprowadzeniu badań, zbieraniu danych oraz czynników zakłócających.

### **\* Dowody wynikające z badań prowadzonych na zwierzętach**

#### *- Wystarczający dowód rakotwórczości*

Związek przyczynowy między narażeniem na dany czynnik lub mieszaninę czynników, a zwiększoną częstotliwością nowotworów złośliwych lub nowotworów łagodnych i złośliwych stwierdzonych :

a) u zwierząt dwóch lub więcej gatunków

b) w dwóch lub więcej niezależnych badaniach na jednym gatunku przeprowadzonych w różnych okresach, w różnych laboratoriach lub według różnych modeli badawczych

#### *- Ograniczony dowód rakotwórczości*

Wyniki badań sugerują działanie kancerogenne danego czynnika, lecz nie można dokonać dostatecznej oceny tego działania z następujących powodów:

a) dowód rakotwórczości opiera się jedynie na jednym doświadczeniu

b)nie można rozstrzygnąć wątpliwości co do poprawności modelu doświadczalnego, przeprowadzenia badań lub interpretacji wyników

c) czynnik lub mieszanina czynników zwiększa częstość jedynie nowotworów łagodnych lub zmian patologicznych o niepewnej dalszej ewolucji do nowotworów złośliwych lub nowotworów, które występują spontanicznie z dużą częstością u zwierząt z niektórymi szczepów

## **2. Łączne działanie rakotwórcze**

Kompleksowa ocena kancerogenności danego czynnika, mieszaniny lub zespołu zanieczyszczeń charakterystycznych i ściśle związanych z danym procesem technologicznym dla ludzi, oparta na analizie wszystkich dostępnych danych z badań epidemiologicznych, doświadczalnych i uzupełniających. Oceniany czynnik, mieszanina lub proces technologiczny zaliczany jest do jednej z poniższych grup, w zależności od siły dowodu wynikającego z analizy wszystkich dostępnych informacji

### **Grupa 1 (R1)**

Czynnik (jeden określony czynnik, mieszanina lub zespół zanieczyszczeń charakterystycznych i ściśle związanych z danym procesem technologicznym) rakotwórczy dla ludzi

Istnieje wystarczający dowód rakotwórczości u ludzi

### **Grupa 2 (R2)**

Czynniki prawdopodobnie i przypuszczalnie rakotwórcze dla ludzi

Do grupy tej klasyfikowane są zarówno czynniki ( określony czynnik, mieszanina lub zespół zanieczyszczeń charakterystycznych i ściśle związanych z danym procesem technologicznym), w stosunku do którego wykazano prawie wystarczający dowód ich rakotwórczości u ludzi, jak i czynniki, dla których brak danych o ich rakotwórczości, ale istnieje dowód działania rakotwórczego u zwierząt doświadczalnych. Czynniki te są klasyfikowane jako prawdopodobnie rakotwórcze lub przypuszczalnie rakotwórcze

**Wykaz czynników rakotwórczych wg Załącznika do Rozporządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 11 września 1996r. ( Dziennik Ustaw nr 121/ 96)**

<b>czynnik kancerogeny</b>	<b>umiejscowienie nowotworu</b>
aldehyd mrówkowy (formaldehyd) -R2	układ oddechowy, skóra (?)
arsen i jego związki	układ oddechowy, skóra, wątroba (?)
benzen -R1	układ krwiotwórczy
benzo(a)piren -R2	układ oddechowy, skóra, pęcherz moczowy
beryl i jego związki -R1	układ oddechowy, skóra, wątroba
chrom i chromiany -R1	zatoki przynosowe, krtań (?), płuco, skóra
czterochloroetylen (PER) -R2	układ nerwowy, wątroba
cytostatyki -R1 lub R2	wątroba układ krwiotwórczy
epichlorhydrina -R2	układ oddechowy, skóra, wątroba, nerki
kadm i jego związki -R1	nerki, układ oddechowy, wątroba
nafta i jej produkty (mieszaniny zawierające wielopierścieniowewęglowodory aromatyczne np. pak, smoła, asfalty -R1	układ krwiotwórczy, pęcherz moczowy, układ oddechowy, skóra
nikiel i jego związki -R1	zatoki przynosowe, krtań (?), płuco, skóra (?)
mgły kwasu siarkowego -R1	układ oddechowy
trójchloroetylen (TRI) -R2	układ nerwowy, wątroba, serce - układ bodźcowoprzewodzący
węglowodórów aromatycznych związki aminowe np. anilina, benzydina, betanaftyloamina -R1	krwinki czerwone, wątroba, pęcherz moczowy
winylobenzen (styren) -tlenek styrenu -R2	skóra, układ oddechowy, układ nerwowy, układ krwiotwórczy, wątroba
winylu chlorek -R2	wątroba, płuco (?), mózg (?)
pył talku zawierający włókna azbestu	układ oddechowy
pyły nieorganiczne zawierające włókna azbestu -R1	układ oddechowy
pyły grafitu -R2	układ oddechowy
pyły kopalń węgla kamiennego -R2	układ oddechowy
pyły nieorganiczne zawierające poniżej 10% wolnej krzemionki -R2	układ oddechowy
pyły nieorganiczne zawierające powyżej 10% wolnej krzemionki -R2	układ oddechowy
pył drewna twardego -R2	układ oddechowy, skóra
związki akrylowe (akrylonitryl, akrylany) -R2	układ nerwowy, skóra, błony śluzowe, wątroba



wirus zapalenia wątroby typ B (HBV) -R1	wątroba
wirus zapalenia wątroby typ C (HCV) -R1	wątroba
promieniowanie jonizujące -R1	układ krwiotwórczy, soczewki, skóra, gonady
promieniowanie nadfioletowe -R1	narząd wzroku, skóra

**R1 -czynnik o udowodnionym działaniu rakotwórczym**

**R2 -czynnik o wysoce prawdopodobnym działaniu rakotwórczym**

Najczęściej występujące związki kancerogenne w aspekcie oddziaływania na poszczególne narządy podane są w poniższym zestawieniu.

### **LOKALIZACJA NARZĄDOWA NOWOTWORÓW MOGĄCYCH POWSTAWAĆ POD WPLYWEM NARAŻENIA NA CZYNNIKI KANCEROGENNE POCHODZENIA ZAWODOWEGO:**

**Skóra:**

arsen, benzo(a)piren, beryl i jego związki, nafta i jej produkty (pak, smoła, asfalty), pył drewna twardego, promieniowanie jonizujące, promieniowanie nadfioletowe

**Układ oddechowy:**

arsen i jego związki, benzo(a)piren, azbest, beryl i jego związki, chrom, kadm, nafta i jej produkty, nikiel, mgły kwasu siarkowego, pył drewna twardego

**Wątroba:**

arsen, kadm, chlorek winylu, wirus zapalenia wątroby typ B i typ C, anilina, benzydyna, betanaftyloamina, cytostatyki

**Nerki:**

kadm

**Pęcherz moczowy:**

benzo(a)piren, nafta i jej produkty, anilina, benzydyna, betanaftyloamina

**Układ krwiotwórczy:**

benzen, cytostatyki, nafta i jej produkty, promieniowanie jonizujące

**Gonady:**

promieniowanie rentgenowskie

*Należy z całą mocą podkreślić, że narażenie danej grupy zawodowej na znany czynnik rakotwórczy ( np. benzen ) oznacza jedynie, że w obrębie tej grupy częściej występować będzie schorzenie indukowane obecnością tego czynnika ( np. białaczki ostre), ale bynajmniej nie wystąpi ono u wszystkich osób narażonych na działanie tego czynnika .*

Dane literaturowe wskazują, że rozwój ponad 80% nowotworów złośliwych uzależniony jest od szeroko rozumianych czynników środowiskowych, przy czym są to głównie nowotwory tytoniozależne i dietozależne. Około 15% uwarunkowanych jest skażeniem środowiska naturalnego i środowiska pracy.

Niejednokrotnie dochodzi do kumulowania się efektów działania czynników rakotwórczych. Zwiększa to prawdopodobieństwo rozwinięcia się choroby nowotworowej. Na działanie niektórych czynników rakotwórczych człowiek jest narażony w sposób niezależny od siebie, natomiast w stosunku do innych może świadomie eliminować źródła narażenia np. zaprzestanie palenia, unikanie jedzenia żywności wędzonej.

## V. MECHANIZMY BIOTRANSFORMACJI

### 1. LOSY KSENOBIOTYKÓW W ORGANIZMIE

Głównymi procesami metabolizmu ksenobiotyków w organizmie są:

- wchłanianie (absorbpcja)
- rozmieszczenie (dystrybucja)
- przemiany biochemiczne (biotransformacja)
- wydalanie

**Ksenobiotyk** - greckie słowo xenos - oznacza obcy. Ksenobiotykiem jest *każda substancja nie będąca naturalnym składnikiem żywego organizmu, który jest na nią narażony: substancja egzogenna lub materiał antropogeny o strukturze nie występującej w przyrodzie, do których organizmy nie przystosowały się na drodze wcześniejszej ewolucji.*

Główne grupy substancji obcych dla człowieka to: leki, pestycydy, niektóre substancje celowo dodane do żywności oraz zanieczyszczenia środowiska zewnętrznego. Zanieczyszczenia środowiska można traktować bardzo szeroko: zanieczyszczenia pochodzenia zawodowego i komunalnego, zanieczyszczenia wewnątrzdomowe i zewnątrzdomowe, zanieczyszczenia pochodzenia chemicznego i organicznego, kancerogenne i niekancerogenne itd. Ze względu na wielką różnorodność ksenobiotyków zarówno drogi wchłaniania do organizmu, drogi rozprzestrzeniania się wewnątrz ustroju, metabolizm ksenobiotyków jak i drogi wydalania mogą wykazywać duże odrębności. Poniższe omówienie z konieczności ogranicza się do podania głównych dróg ustrojowych oraz tylko głównych przemian wewnątrz ustroju człowieka.

#### 1a. DROGI WCHŁANIANIA

Egzogenne substancje toksyczne wchłaniane są do organizmu trzema głównymi drogami:

- drogi oddechowe
- skóra
- układ pokarmowy

##### a) Drogi oddechowe

Substancje gazowe oraz substancje występujące w postaci par lub aerozolu dostają się z powietrzem oddechowym do pęcherzyków płucnych, a następnie dyfundując przez błonę pęcherzykowo-włośniczkową przedostają się do krwi. W ten sposób przenikają przede wszystkim związki dobrze rozpuszczalne w płynach ustrojowych. Natomiast substancje o złej rozpuszczalności w płynach ustrojowych mogą pozostawać długo w płucach, a usuwane są najczęściej na drodze fagocytozy. W przypadku areozoli i zawiesin istotną rolę odgrywa wielkość cząsteczek. Cząstki o średnicy powyżej 5 mikrometrów są prawie w całości zatrzymywane w górnych drogach oddechowych. Do pęcherzyków płucnych docierają cząsteczki o średnicy 1-3 mikrometrów. Jeżeli wielkość cząstek jest mniejsza niż 1 mikrometr, ulegają one wówczas tak szybkiemu i całkowitemu wchłanianiu jak po podaniu dożylnym.

Poprzez układ oddechowy do organizmu przedostają się między innymi: tlenek węgla, będący przyczyną największej liczby zatruc ostrych oraz krzemionka indukująca rozwój pylicy. Substancje lotne dobrze rozpuszczalne w wodzie (amoniak, chlorowodór) wchłaniają się już w górnych drogach oddechowych, natomiast słabo rozpuszczalne (ozon, tlenki azotu, fosgen) trafiają prawie w całości do pęcherzyków płucnych.

Przenikanie ksenobiotyków z pęcherzyków płucnych do krwi jest uzależnione od ich rozpuszczalności we krwi. Im rozpuszczalność substancji jest większa tym więcej jej przenika np. eter, alkohol etylowy przechodzą z pęcherzyków do krwi prawie w całości, natomiast substancje słabo rozpuszczalne we krwi np. dwusiarczek węgla, etylen - tylko w niewielkiej części.

### **b) Skóra**

Skóra stanowi najważniejszą barierę oddzielającą organizm ludzki od środowiska zewnętrznego. Proces wchłaniania przez nieuszkodzoną skórę zachodzi stosunkowo wolno, jednak niektóre substancje np. insektycydy fosforoorganiczne oraz karbaaminianowe wykazują większą toksyczność, jeśli są absorbowane przez skórę niż po dostaniu się do organizmu drogą doustną.

Wyróżniamy 2 zasadnicze mechanizmy przenikania ksenobiotyków przez skórę:

- transport transepidermalny
- transport transfolikularny

Transport transepidermalny jest głównym sposobem przenikania ksenobiotyków. Poprzez poszczególne warstwy naskórka oraz skórę właściwą i przestrzenie międzykomórkowe wchłaniają się -na zasadzie dyfuzji biernej lub absorpcji konwekcyjnej (przez pory): węglowodory aromatyczne i alifatyczne, aromatyczne aminy i związki nitrowe, związki fosforoorganiczne, tetraetylen ołowiu, disiarczki węgla.

Transport transfolikularny zachodzi z pominięciem naskórka, głównie poprzez gruczoły łojowe i mieszki włosów, częściowo również przez gruczoły potowe. W ten sposób wchłaniają się metale ciężkie, w tym także ich połączenia organiczne.

Substancje egzogenne, w zależności od ich charakteru chemicznego oraz stopnia rozpuszczalności w lipidach i w wodzie, mogą działać drażniąco na powierzchnię skóry i prowadzić do stanu zapalnego lub przenikać przez skórę, łączyć się z białkami i powodować stan uczulenia. Mogą wreszcie przenikać przez skórę do krwi i powodować zatrucie ogólne, niekiedy ciężkie lub nawet śmiertelne. Podwyższona wilgotność skóry wzmacnia wchłanianie. Pocenie zwiększa ilość tłuszczu na skórze i tym samym wzrasta wchłanianie związków rozpuszczalnych w tłuszczu. Otarcie skóry zwiększa jej zdolność wchłaniania nawet kilkadziesiąt tysięcy razy. Należy również zwrócić uwagę na fakt, że skóra np. moszny nie stanowi żadnej przeszkody dla przenikania substancji chemicznych. Stąd też wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne obecne w smołach, sadzy i smarach są przyczyną występowania zawodowego raka skóry moszny.

### **c) Układ pokarmowy**

Egzogenne związki toksyczne dostają się do ust zwykle drogą pośrednią, przeniesione rękami lub wraz z pożywieniem, w czasie picia lub palenia papierosów, a więc głównie przy pewnych zaniedbaniach higienicznych. Droga ta odgrywa zasadniczą rolę przy zatruciach typu samobójczego oraz w zatruciach przemysłowych. Drogą doustą często podawane są leki. Niektóre leki np. nitrogliceryna przy podaniu podjęzykowym wchłaniają się 2-3 razy szybciej niż z żołądka. W jamie ustnej częściowo absorbują się również: nikotyna, kokaina, cjanki, alkohole. W żołądku dobrze wchłaniają się kwasy o  $pK_a > 1$ , w niewielkim tylko stopniu

zjonizowane ( fenol, kwas salicylowy, benzoesowy ) oraz bardzo słabe zasady o  $pK_a < 3$  (kofeina, teofilina, acetanilid), natomiast mocne kwasy nie ulegają wchłanianiu.

Głównym miejscem wchłaniania jest jelito, zwłaszcza cienkie. Decyduje o tym olbrzymia powierzchnia błony śluzowej oraz jej anatomiczne przystosowania do procesów absorpcji, a ponadto jelita posiadają zdolność wchłaniania selektywnego. W jelitach dobrze wchłaniają się zarówno lipofilne nieelektrolity jak i niejonizowane formy słabych kwasów i zasad. Jedynie mocne elektrolity: kwasy i zasady nie wchłaniają się. Przy wymieszaniu egzogennej trucizny z płynami czy z pokarmem dochodzi między nimi do interakcji, co wpływa na obniżenie zdolności wchłaniania. Należy również zwrócić uwagę na fakt, że niektóre substancje wcale nie wchłaniają się z przewodu pokarmowego np. połknięcie rtęci metalicznej z rozbitego termometru nie doprowadza do zatrucia i nie wymaga żadnych działań leczniczych, gdyż rtęć wydała się w stanie niezmienionym ze stolcem. Natomiast połączenia organiczne rtęci, np. metylortęć, wchłaniają się prawie całkowicie.

Ksenobiotyki wchłonięte z przewodu pokarmowego do krwi układu wrotnego przedostają się żyłą wrotną do wątroby, gdzie zachodzą już procesy biotransformacji.

## 1b. METABOLIZM SUBSTANCJI CHEMICZNYCH

Substancje chemiczne do tkanek i narządów dostają się po przeniknięciu przez błony biologiczne na zasadzie transportu:

- biernego
- nośnikowego
- aktywnego

Zostają wówczas pokonane bariery nabłonkowe poszczególnych układów oraz błony białkowo-lipidowe oddzielające różne tkanki od płynów ustrojowych.

Tylko niektóre substancje chemiczne nie ulegają przemianom metabolicznym w ustroju człowieka i działają w swej pierwotnej formie, a następnie są wydalone ( związki silnie polarne np. kwasy sulfonowe lub aminy czwartorzędowe, czy też substancje bardzo lotne np. eter etylowy). Większość ksenobiotyków ulega biotransformacji i z ustroju są wydalone w postaci metabolitów. W przypadku detoksykacji metabolity są mniej toksyczne w stosunku do substratu, lub wręcz stają się nietoksyczne; ale mogą też stawać się bardziej toksyczne niż dostarczony do organizmu substrat. Stąd też mylące jest często używane słowo “detoksykacja”, bowiem w reakcjach, którym poddawane są ksenobiotyki, mogą powstać związki bardziej aktywne lub wręcz toksyczne. W związku z tym na określenie przemian wewnątrzustrojowych ksenobiotyków używany będzie termin “**biotransformacja**”. *Głównym celem biotransformacji ksenobiotyków jest zwiększenie ich rozpuszczalności w wodzie (czyli zwiększenie ich polarności) dzięki czemu ułatwione jest ich wydalanie z ustroju.* Bardzo silnie hydrofobowe ksenobiotyki mogłyby przebywać w tkance tłuszczowej niezmiennie długo.

Biotransformacja szkodliwych dla człowieka egzogennych substancji odbywa się na drodze enzymatycznej. Enzymy biorące udział w procesach biotransformacyjnych zlokalizowane są w: nerkach, płucach, jelicie cienkim, gonadach, skórze, osoczu krwi, jednak najważniejszą rolę odgrywają enzymy siateczki śródplazmatycznej hepatocytów.

Enzymy mikrosomalne biorą udział w reakcjach utleniania, redukcji i sprzęgania. Enzymy katalizujące utlenianie ksenobiotyków są zaliczane do monoooksygenaz. Utlenianie zachodzi głównie przy udziale monoooksygenaz zawierających cytochrom P-450. Jeden z atomów cząsteczki tlenu wprowadzony zostaje do substratu, drugi zaś redukuje się tworząc cząsteczkę wody. Elektrony przenoszone są wówczas przez układ przenośników elektronów: cytochrom P-450, reduktaza NADPH-cytochrom P-450 oraz czynnik lipidowy.

Reakcje utleniania i redukcji zachodzące pod wpływem monooksygenaz frakcji mikrosomalnej wątroby i innych narządów obejmują różne typy reakcji - łącznie zaliczane są do reakcji **FAZY PIERWSZEJ**.

Główne z nich to:

- 1. hydroksylacja** - podstawienie grupy hydroksylowej do łańcuchów bocznych węglowodorów aromatycznych i barbituranów
- 2. epoksydacja** - przyłączenie do podwójnego wiązania atomu tlenu z utworzeniem pierścienia trójczołowego  
epoksydacji ulegają np. wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne ( metabolity epoksydowe mogą wykazywać działanie mutagenne i rakotwórcze)
- 3. oksydacyjna dezaminacja** - utlenienie amin endogennych ( aminy katecholowe, poliaminy, histamina) do ketonów pod wpływem oksydazy aminowej w obecności NADPH i tlenu cząsteczkowego
- 4. desulfurylacja** - podstawienie tlenu w miejsce siarki  
insektycydy fosfororganiczne , tiobarbiturany, pochodne tiomocznika -> ulegają biotransformacji do metabolitów z reguły bardziej toksycznych
- 5. redukcja związków nitrowych** - odpowiednie reduktazy w warunkach beztlenowych przekształcają aromatyczne związki nitrowe i azozwiązki ( nitrobenzen, chloramfenikol) do amin pierwszorzędowych. Produktami pośrednimi mogą być związki nitrowe i hydroksyloaminy, indukujące tworzenie się methemoglobiny

### **Pozamikrosomalne reakcje oksydacyjno-redukcyjne**

Biotransformacja ksenobiotyków zachodzi także przy udziale enzymów umiejscowionych w mitochondriach i cytosolu wątroby, nerek, płuc i innych narządów oraz w osoczu. Ten typ biotransformacji obejmuje głównie utlenianie alkoholi i aldehydów

#### **-utlenianie alkoholi**

Etanol i inne alkohole alifatyczne przy udziale dehydrogenazy alkoholowej utleniają się głównie w cytosolu wątroby. Alkohole pierwszorzędowe utleniają się do aldehydów, a alkohole drugorzędowe do ketonów

#### **-utlenianie aldehydów**

aldehydy alifatyczne i aromatyczne utleniają się do kwasów karboksylowych np. aldehyd octowy utlenia się do kwasu octowego przy udziale enzymu -dehydrogenazy alkoholowej

**-hydroliza enzymatyczna** - ulegają jej głównie związki o budowie estrów i amidów oraz karaminiany i nitryle

### **FAZA DRUGA**

W fazie drugiej związki hydroksylowane lub zmienione w inny sposób w fazie pierwszej ulegają przekształceniu przez swoiste enzymy do różnych metabolitów polarnych w reakcjach sprzęgania z kwasem glukuronowym, siarkowym lub octowym, glutationem lub pewnymi aminokwasami lub też przez metylację. W wyniku tych reakcji związki te stają się jeszcze bardziej rozpuszczalne w wodzie i mogą ewentualnie zostać wydalone, głównie z moczem lub żółcią.

**Glukuronidacja** - reszta glukuronidowa z kwasu UDP-glukuronowego przy udziale enzymów -transferaz glukuronylowych - ulega związaniu przez tlen, azot lub grupę siarkową z substancjami, które posiadają grupy wodorotlenowe, karboksylowe, aminowe i sulfhydrołowe. Wiele związków np. fenole, sterole, alanina, kwas benzoesowy wydane są pod postacią glukuronidów.

**Sprzęganie z siarką i siarczanami (sulfatacja)**

- fenole, alkohole pierwszo- i drugorzędowe, aminozwiązki alifatyczne i aromatyczne po reakcji sprzęgania z siarczanem przechodzą w estry siarkowe,
- cyjanowodór i cjanki przechodzą w rodanki (izotiocyjaniiny),
- niektóre metale przechodzą w siarczki.

**Sprzęganie z glutationem**

Glutathion (trójpeptyd składający się z kwasu glutaminowego, cysteiny i glicyny) - aktywną grupą jest reszta sulfhydrylowa SH cysteiny, a enzymami katalizującymi reakcje sprzęgania są - występujące głównie w cytozolu hepatocytów - S-transferazy glutathionowe. Koniugaty glutathionowe ulegają jeszcze dalszym przemianom (odszczępienie grupy glutamylowej i glicynowej, przyłączenie grupy aminowej) zanim zostaną wydalone z organizmu. W ten sposób następuje metabolizacja np. węglowodorów aromatycznych i ich chlorowcowych pochodnych do kwasu merkapturowego lub jego pochodnych, a kwasu fenyllooctowego do fenylloacetylglutaminy.

**Metylowanie i acetylowanie** - reakcje te mają dużą rolę w przemianach endogennych np. adrenalina jest metylowana do noradrenaliny, natomiast w metabolizowaniu obcych związków organicznych zachodzą rzadziej, nie mniej jednak np. pirydyna i cholina są metabolizowane do metylopirydyny i metylocholinoliny.

**1C. RODZAJE TOKSYCZNOŚCI ZWIĄZANE Z PRZEMIĄNĄ KSENOBIOTYKÓW****1. Cytotoksyczność ksenobiotyków**

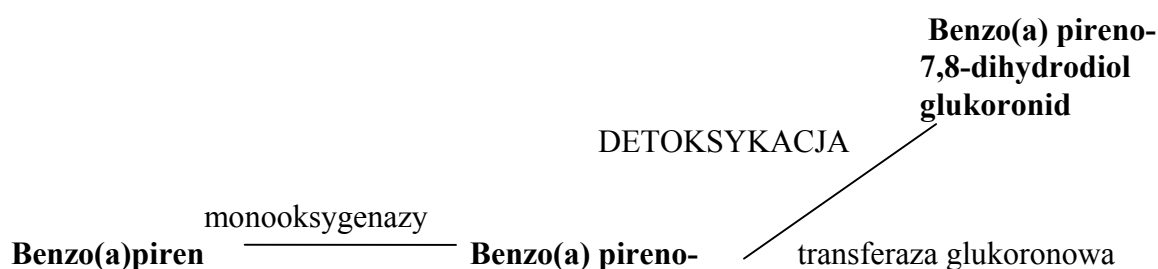
Reaktywne postaci ksenobiotyków łączą się kowalencyjnym wiązaniem z makrocząsteczkami komórkowymi doprowadzając do uszkodzenia komórki. Omawiane wcześniej sprzęganie z glutathionem zapobiega przed połączeniem (poprzez wiązania kowalencyjne) niektórych leków i kancerogenów z DNA, RNA lub białkami komórkowymi, natomiast w przypadku przyłączenia się do enzymów decydujących o funkcjach życiowych komórki np. enzymy fosforylacji oksydacyjnej, może dojść do śmierci komórki.

**2. Wpływ na strukturę białek i antygenowość**

Sam ksenobiotyk może nie stymulować powstawania przeciwciał, natomiast po połączeniu z białkami może działać jak hapten. Może dojść wówczas do immunologicznego uszkodzenia komórki.

**3. Działanie mutagenne i udział w kancerogenezie chemicznej**

Niektóre związki chemiczne w swojej pierwotnej postaci nie powinny wywoływać żadnych zmian w materiale genetycznym, a nabierają takich właściwości dopiero w organizmie człowieka. Najbardziej znanym przykładem jest benzo(a)piren. Substancją rakotwórczą staje się dopiero po aktywacji przez monooksygenazy siateczki śródplazmatycznej. Powstała in vivo pochodna epoksydowa wywołuje silne działanie mutagenne i ewentualnie kancerogenne. Należy przy tym zaznaczyć, że benzo(a)piren może ulegać nie tylko endogennej aktywacji, ale również reakcjom detoksykacji, stając się związkiem mniej toksycznym dla komórki. (poniższy schemat)



hydrolaza  
epoksydowa

**7,8 -dihydrodiol**

AKTYWACJA

monooksygenazy

**Benzo(a) pireno-  
7,8-dihydrodiolo-  
9,10 epoksyd**

## 1d. WYDALANIE KSENOBIOTYKÓW

**a) Nerki** stanowią najważniejszy narząd wydalniczy, eliminujący przede wszystkim trucizny dobrze rozpuszczalne w wodzie, zarówno organiczne jak i nieorganiczne. Niektóre z nich zostając zagęszczone w cewkach wywołują ich uszkodzenie, jeszcze inne mogą powodować zmiany zwyrodnieniowe nerek. Z moczem wydalone są : większość leków, insektycydy fosforoorganiczne i karaminiany, fluorki, stront, selen, beryl, kadm, chrom, cynk, kobalt, związki nieorganiczne rtęci.

**b) Przewód pokarmowy** stanowi również ważną drogę wydalania trucizn. Tą drogą wydalone są zwłaszcza sole metali ciężkich, np. żelazo, rtęć, które wydala się z kałem. Wydalanie może nastąpić poprzez ślinianki wraz ze śliną. Wydalanie ze śliną jest determinowane wielkością cząsteczki, rozpuszczalnością w lipidach oraz stopniem jonizacji (związki zjonizowane nie przenikają do śliny). Ze śliną mogą być wydalone np. związki jodu, salicylany, niektóre alkaloidy. Wydalanie przez wątrobę wraz z żółcią ma znaczenie w przypadku wydalania metali ciężkich, lotnych związków aromatycznych, olejków eterycznych. Do metali, które w większym stopniu wydala się z żółcią niż z moczem należą: mangan, srebro, połączenia organiczne rtęci, miedź, ołów, arsen. Niektóre trucizny wydalone przez jelita mogą działać drażniaco na błonę śluzową i powodować uporczywe biegunki.

**c) Płuca** są drogą eliminacji substancji lotnych zgodnie z prawami dyfuzji. Tą drogą są wydalone związki lotne o wystarczającej lipofilności np. środki znieczulające ogólnie, alkohol, olejki eteryczne. Tą drogą wydalone są także lotne metabolity np. dwusiarczek węgla wytworzony z dwutiokarbaminianów lub dwutlenek węgla z insektycydów karbaminowych. Szybkość wydalania zależy między innymi od szybkości przepływu krwi przez płuca oraz stopnia wentylacji płuc. W toku wydalania trucizn może dojść do uszkodzenia błony śluzowej dróg oddechowych oraz ich stanu zapalnego.

**d) Skóra** -trucizny wydalone przez skórę: brom, jod , fenol mogą powodować jej podrażnienie lub uszkodzenie. Wydalanie wraz z potem obejmuje między innymi wydalanie witaminy B<sub>1</sub> i jej metabolitów. Ma to znaczenie praktyczne; duże dawki tiaminy mogą służyć jako repelent do zabezpieczenia skóry przed komarami.

**e) Gruzole sutkowe** -przy stosowaniu leków u karmiących matek zawsze należy brać pod uwagę przenikanie do mleka. Łatwo przenikają do mleka dobrze rozpuszczalne w lipidach leki znieczulające ogólnie, leki tyreostatyczne, przeciwzakrzepowe, przeciwcukrzycowe. Do mleka ludzkiego przechodzą alkaloidy ( morfina, nikotyna) oraz alkohol. Należy również podkreślić, że w przypadku dokarmiania dziecka mlekiem krowim, należy wykluczyć skażenie mleka krowiego środkami ochrony roślin czy antybiotykami. Substancje toksyczne, przenikające przez łożysko (Cd, Hg, Pb, Cu, Ag) wywierają mogą szkodliwy wpływ na układ genetyczny lub na rozwój płodu, zwłaszcza we wczesnych okresach ciąży.

Niektóre pierwiastki mogą ulegać **bioakumulacji**. Pierwiastki podlegające kumulacji w mięsnych narządach ludzi i zwierząt wykazują na ogół większy stopień toksyczności od pierwiastków w tkankach twardych oraz skórnych

Tabela

Pierwiastki kumulujące się w tkankach i narządach

Pierwiastek	Tkanki i narządy
arsen ( As )	wątroba, nerki, skóra, włosy, paznokcie
bor ( B )	mózg
bar ( Ba )	skóra, płuca, kości, zęby
beryl ( Be )	kości, zęby, wątroba
bismut ( Bi )	nerki, płuca
kadm ( Cd )	kora nerkowa, wątroba, kości
kobalt ( Co )	wątroba, nerki
chrom ( Cr )	nerki, rdzeń pacierzowy, kości, mięśnie
miedź ( Cu )	wątroba, nerki, serce, mózg, jądra
rtęć ( Hg )	nerki, tarczycza, przysadka mózgowa
jod ( J )	tarczycza, ślinianki, mięśnie gałki ocznej
mangan ( Mn )	trzustka, wątroba, nerki
molibden ( Mo )	wątroba, nerki, zęby, kości
nikiel ( Ni )	gruczoły limfatyczne, nerki, kości
ołów ( Pb )	kości, aorta, nerki, wątroba, mózg
rubit ( Rb )	wątroba, mięśnie
selen ( Se )	mięśnie
krzem ( Si )	płuca, skóra
antymon ( Sb )	nerki, włosy
cyna ( Sn )	jądra
stront ( Sr )	kości, aorta, jądra, gruczoł krokowy
tytan ( Ti )	płuca, skóra
wanat ( V )	płuca, kości, tkanka tłuszczowa, serce
wolfram ( W )	nerki, wątroba, gruczoły limfatyczne
cynk ( Zn )	nerki, wątroba, gruczoł krokowy, włosy, paznokcie

Niektóre pierwiastki mogą:

przenikać przez barierę krew-mózg

tworzyć połączenia z sulfohydrolowymi grupami białek

uszkadzać budowę DNA, RNA

Hg, Pb, B

Se, Pb, Cd, Hg

Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Mn, Hg





Całość przemian ksenobiotyków można schematycznie podsumować na wykresie



\* **Monitoring środowiskowy** (w toksykologii przemysłowej) - pomiar stężeń czynników szkodliwych w środowisku, mający na celu ocenę wielkości narażenia oraz ryzyka

wystąpienia skutków zdrowotnych, przy przyjęciu za podstawę odpowiednich danych interpretacyjnych

**\*\* Monitoring biologiczny** - systematyczny pomiar stężeń substancji toksycznych lub ich metabolitów w tkankach, wydzielinach lub wydalinach, oddzielnie lub łącznie, mający na celu ocenę wielkości narażenia oraz ryzyka dla zdrowia, przy przyjęciu za podstawę oceny odpowiednich danych interpretacyjnych takich jak DSB

**DSB** - *najwyższe dopuszczalne stężenie biologiczne ( dla dawki pochłoniętej ) związków szkodliwych lub ich metabolitów w płynach ustrojowych ( przede wszystkim we krwi i w moczu) oraz w tkankach*

## 2. BIOMARKERY

Do oceny efektów działania substancji chemicznych na organizm oraz określenia interakcji między układem biologicznym a zagrożeniem środowiskowym (chemicznym, fizycznym i biologicznym) służą biomarkery

**Biomarker** - *wskaźnik procesów zachodzących w organizmie, pozwalający na ocenę wielkości narażenia na czynniki chemiczne i efektów działania w postaci skutków zdrowotnych , jakie te czynniki powodują w ekspozowanym organizmie.*

Najczęściej wyróżnia się trzy klasy biomarkerów:

- **biomarkery ekspozycji** - egzogenne substancje lub ich metabolity, a także produkty interakcji między czynnikiem chemicznym (ksenobiotykiem) i docelowymi cząsteczkami lub komórkami; są one obecne i mierzone w wewnętrznych przedziałach organizmu
- **biomarkery skutków (efektu)** - mierzalne biochemiczne, fizjologiczne, behawioralne i inne zmiany zachodzące wewnątrz organizmu, które mogą być rozpoznane jako łączące się z już obecnymi lub mogącymi się pojawić zaburzeniami zdrowotnymi i chorobami
- **biomarkery wrażliwości** - wskaźniki wrodzonej lub nabytej zdolności organizmu do odpowiedzi wywołanej ekspozycją na specyficzny ksenobiotyk

Biomarkery można wykorzystać do wyjaśnienia zależności:

\* przyczyna -> skutek

\* dawka -> skutek

w procesie szacowania ryzyka zdrowotnego oraz w diagnostyce klinicznej

Biomarkery skutków zdrowotnych mogą być użyte do :

\* wykrycia zmian przedklinicznych ,

\* oszacowania szkodliwych skutków zdrowotnych, wywołanych w następstwie ekspozycji zewnętrznej na substancje chemiczną i jej absorpcję w organizmie.

Do określenia współzależności dawka-odpowiedź przyczyniają się biomarkery ekspozycji i skutków, natomiast biomarkery wrażliwości ułatwiają wyjaśnienie rozmiaru odpowiedzi ustrojowej na ekspozycję.

Biomarkery mogą mieć zastosowanie w diagnostyce klinicznej poprzez:

\* potwierdzenie diagnozy zatrucia,

\* pomoc w ocenie skuteczności postępowania leczniczego oraz w rokowaniu klinicznym.

### 2a. BIOMARKERY EKSPOZYCJI

Biomarkery są intensywnie stosowane w celu nadzoru zdrowotnego nad pracownikami zawodowo ekspozowanymi na:

\* metale: ołów, kadm, rtęć, nikiel, chrom, arsen, kobalt

\* substancje chemiczne pochodzenia organicznego: anilina, benzen, dwusiarczek węgla, styren, chlorobenzen, chlorowane węglowodory alifatyczne.

Należy przy tym podkreślić, że biomarkery nigdy nie są jedynym pomiarem ekspozycji i są rozpatrywane razem z pomiarami środowiskowymi.

<b>Ekspozycja</b>	<b>Biomonitoring</b>
-	
Arsen (As)	arsen w moczu, włosach, paznokciach kwas monometyloarsenowy + kwas dimetyloarsenowy
-	
Benzen	benzen we krwi, fenol w moczu
-	
Chrom (Cr)	chrom w moczu
-	
Dwusiarczek węgla	kwas 4-tio-4-tiazolidyno karbonylowy w moczu
-	
Fenol	fenol w moczu
-	
Kadm (Cd)	kadm w moczu, beta 2 - mikroglobulina w moczu
-	
Kobalt (Co)	kobalt w moczu
-	
Ksylene	kwasy metylohipurowe w moczu
-	
Nitrobenzen	nitrofenol w moczu i w osoczu , MetHb we krwi
-	
Ołów (Pb)	ołów we krwi i w moczu , protoporfiryna erytrocytarna cynkoporfiryna erytrocytarna we krwi, kwas delta - aminolewulinowy i koproporfiryny w moczu
-	
-Rtęć (Hg)	rtęć w moczu
-	
Styren	kwas migdałowy oraz kwas fenyloglioksalowy w moczu

---

Toulen

kwask hipurowy w moczu, toulen we krwi

---

-

## 2b. BIOMARKERY SKUTKÓW ( EFEKTU)

Preferowane są biomarkery, które łączą się z mechanizmami toksycznymi i określają ilościowo zależność dawka - odpowiedź. Obserwuje się jednak bardzo dużą zmienność wewnątrzosobniczą w odpowiedzi na takie same dawki substancji chemicznych. Dodatkowy problem wiąże się z faktem, że niektóre biomarkery są niespecyficzne lub niedostatecznie specyficzne i określają więcej niż jedno uszkodzenie narządowe lub proces chorobowy. Przykłady:

\* zahamowanie aktywności enzymów biosyntezy hemu (np.ferrohelatazy) jest związane z ekspozycją na *olów*. Skutki te znajdują odzwierciedlenie we wzroście poziomu wolnej protoporfiryny erytrocytarnej; jednak poziom wolnej protoporfiryny erytrocytarnej zmienia się również w stanach *niedoboru żelaza*

\* przy uszkodzeniach hepatocytów w surowicy pojawiają się enzymy: dehydrogenaza alkoholowa, dehydrogenaza mleczanowa, dehydrogenaza izocytrynianowa, aminopeptydaza leucynowa, transferaza S-glutationowa; jednak enzymy te mogą być obecne w surowicy również przy uszkodzeniu tkanek niewątrobowych

W związku z tym wprowadzono dodatkowe pojęcie **-biomarker funkcji danego narządu**. Jako przykład podane są biomarkery zaburzeń funkcji nerek i płuc.

### Biomarkery funkcji nerek

Jako biomarkery uszkodzeń nerek uznawane są :

- kreatynina surowicza i beta 2-mikroglobulina
- nisko lub wysokocząsteczkowe białka moczu ( albuminy, transferyna, globulina wiążąca retinol, czynnik reumatoidalny, IgG)
- markery cytotoksyczne ( antygeny kanalikowe np. BB50, BBA, HF5)
- enzymy w moczu ( N-acetyloglukozoamidaza, beta-galaktozydaza)
- markery biochemiczne (eikozanoidy np. PGE2, TXB2; fibrynonektyna, kwas sialowy, glikozaminoglikany)

### Biomarkery funkcji płuc

- zwiększona liczba neutrofilów w BALF (bronchoalveolar lavage fluid) - reakcja zapalna w regionie oskrzelowo-pęcherzykowym
- zwiększone stężenie białka w BALF - zwiększenie przepuszczalności bariery pęcherzykowo- włośniczkowej
- beta -glukoronidaza - marker nasilonej fagocytozy
- zwiększony poziom wydzielanego przez makrofagi płucne nowotworowego czynnika martwicy TNF ( tumor necrosis factor) - procesy zwłóknienia w płucach

- obniżony poziom glutationu - biomarker stresu oksydacyjnego

Jako przykład zastosowania biomarkerów do oceny toczących się patologicznych procesów indukowanych chemicznymi ksenobiotykami może służyć **chemiczna kancerogeneza**

*Biomarkerami przekształcania się komórek prawidłowych w komórki nowotworowe, wraz z ich wzrostem, prowadzącym do nowotworu, mogą być:*

- alkiłowane puryny
- addukty alfatoksyn z guaniną
- addukty cis-platyny
- addukty tyminoglikolu
- N-nitrozo-prolina w moczu jako marker endogennych N-nitrozozwiązków

### Biomarkery genotoksycznych kancerogenów

- specyficzne addukty DNA -> produkty wiązania kowalencyjnego substancji chemicznej lub jej metabolitów, o charakterze elektrofilowym, z DNA. Addukty mogą prowadzić do przekształcenia nowotworowego lub śmierci komórki
- addukty hemoglobiny-> produkty wiązania kowalencyjnego substancji chemicznej lub jej metabolitów z hemoglobiną

## 2c. BIOMARKERY WRAŻLIWOŚCI

Wrażliwość osobnicza na ksenobiotyki uzależniona jest od szeregu czynników; najważniejsze z nich to:

**czynniki genetyczne. wiek, ogólny stan zdrowia, stan odżywienia, styl życia -> palenie papierosów, używki.**

Biomarkery wrażliwości identyfikują tych osobników w populacji, którzy mają genetyczną lub nabytą odmienność we wrażliwości na skutki spowodowane ekspozycją na substancje chemiczne.

Biomarkery wrażliwości na czynniki środowiskowe i genetyczne

Biomarker wrażliwości	Czynnik środowiskowy	Choroba
Indukowalność hydroksylazy węglowodorów	WWA	rak płuca
Alfa 1-antrypsina	dym tytoniowy	rozedma płuc
Indukcja cytochromu P-450IIE1	spożywanie alkoholu	rak o różnej lokalizacji
-Antygeno-specyficzne przeciwciała	substancje chemiczne, pyły	osłabienie czynności płuc, wysypki skórne

Niedobór IgA	substancje podrażniające układ oddechowy	podrażnienie ukł. oddech.
-		
Ketony fenylowe w moczu	prekursory ketonów fenyl.	fenyloketonuria
-Dieta niedoborowa	substancje chemiczne	obniżona odporność na wiele subs. chemicznych
-		

Źródło: Kryteria Zdrowotne Środowiska , 1995 , tom 155

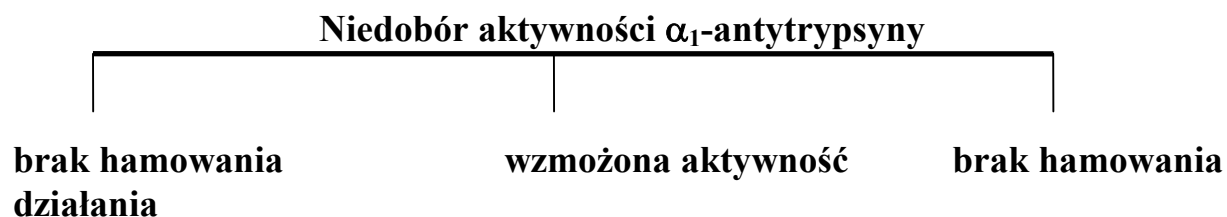
Odpowiedź organizmu indukowana przez substancje chemiczne może być uwarunkowana polimorfizmem genetycznym. Jako przykład może służyć palenie papierosów.

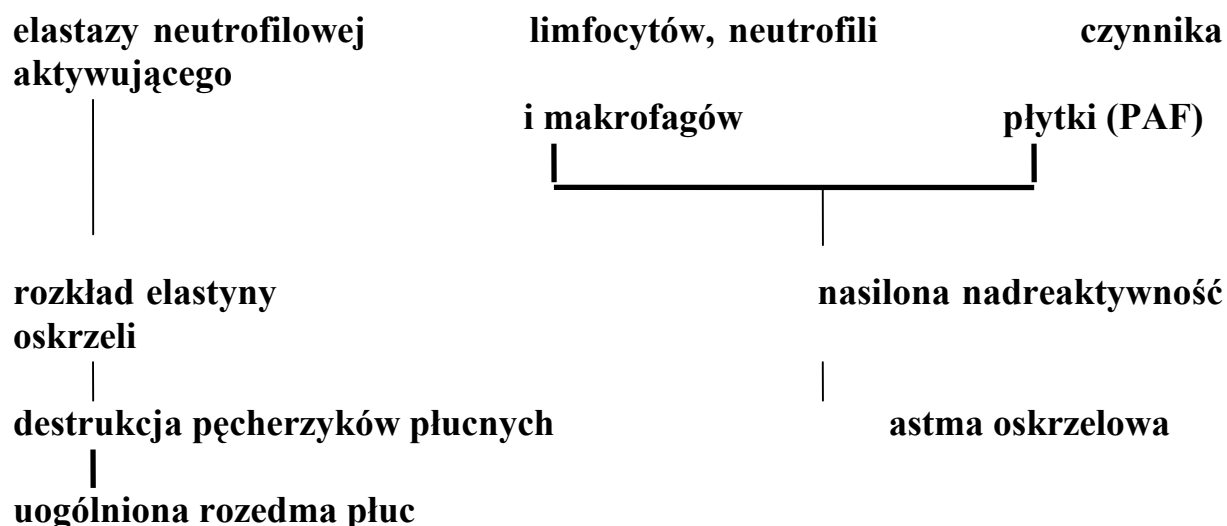
Dym tytoniowy jest związany z występowaniem raka płuc, ale oczywiście nie wszyscy palący chorują. Częściowo jest to związane ze zmiennością genetyczną w aktywności hydroksylazy węglowodorów aromatycznych, co prowadzi do znacznego zróżnicowania w wiązaniu benzo(a) pirenu do DNA ( tworzenie adduktów) u palących papierosy.

Za marker palenia tytoniu bądź narażenia na dym tytoniowy ( bierne palenie) uważana jest **kotynina**. Kotynina będąca metabolitem nikotyny ma dłuższy okres półtrwania niż sama nikotyna. Przyjmuje się, iż poziom kotyniny w moczu mniejszy niż 50,0 ng/ml wyznacza osoby niepalące, poziom 50,1- 400,0 ng/ml charakteryzuje biernych palaczy, a stężenie powyżej 400 ng/ml jest stwierdzane u czynnych palaczy.

Etiologia niektórych chorób jest wieloczynnikowa, a udział poszczególnych czynników trudny do shierarchizowania. Szczególny przypadek stanowią choroby układu oddechowego: **rozedma płuc oraz astma oskrzelowa**. Choroby te można wiązać zarówno z predyspozycją genetyczną jak też z czynnikami środowiskowymi oraz z czynnikami wynikającymi ze stylu życia.

Czynnikiem uwarunkowanym genetycznie jest wrodzony brak  $\alpha_1$ -antytrypsyny (dziedziczenie autosomalne dominujące -z ekspresją kodominującą) lub defekt wytwarzania w wątrobie  $\alpha_1$ -antytrypsyny, która w płucach pełni funkcję głównej antyproteazy





Do rozedmy płuc może jednak dochodzić nawet przy prawidłowym poziomie tego enzymu na skutek zaburzenia równowagi oksydacyjno-antyoksydacyjnej. Pod wpływem egzogennych inhalowanych oksydantów oraz oksydantów pochodzących z komórek zapalnych: makrofagów pęcherzykowych i neutrofilów może dojść do utlenienia metioniny w pozycji 358.  $\alpha_1$ -antytrypsyna zawiera 394 reszty aminokwasowe, z których czynną pozycję 358 zajmuje metionina, szczególnie podatna na utlenianie.



rysunek ( dschemat.doc)

Za pomocą metod inżynierii genetycznej uzyskano  $\alpha_1$ -antytrypsynę oporną na utlenianie poprzez zastąpienie metioniny w pozycji 358 przez walinę. Ten zmodyfikowany genetycznie enzym zachowuje swoje właściwości antyproteolityczne, lecz nie ulega utlenianiu.

Rozedma płuc jest przykładem choroby, zapobieganiu której możemy do pewnego stopnia świadomie uczestniczyć. Bowiem, o ile na charakter zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego na indywidualnym poziomie jednostkowym nie mamy wpływu, o tyle sami możemy podjąć decyzje: \*czy zacząć palić papierosy czy nie, \* czy rzucić palenie czy nie, \*czy odżywiać się w sposób prawidłowy czy też nie.

Przed nadmiarem wolnych rodników tlenowych może nas chronić odpowiedni poziom witamin antyoksydacyjnych : C, D, E dostarczanych z pożywieniem.

Rolę prawidłowego odżywiania potwierdziły badania naukowe, np. w 24 krajach objętych Europejskim Programem Prewencji Raka (ECP) w jego części INTERSALT wykazano znaczenie ( w prewencji wielu chorób, w tym nowotworowych) różnorodnej i zbilansowanej diety bogatej w świeże owoce i jarzyny, a ubogiej w żywność przetworzoną. Osoby z obniżoną aktywnością enzymów antyoksydacyjnych powinny modyfikować swój sposób żywienia, w szczególności powinna to być dieta suplementowana w mikroskładniki o ustalonym znaczeniu dla równowagi antyoksydacyjnej komórki.

Najwięcej przeciwutleniaczy znajduje się w: czerwonej i żółtej cebuli, papryce, pomidorach, kapuście, kalafiorach, brokułach, marchwi, słodkich ziemniakach, grejfrucie, pomarańczach, czosnku, czarnej i zielonej herbacie.

## VI. MECHANIZMY OBRONNE USTROJU

### 1. ANATOMICZNE I FIZJOLOGICZNE MECHANIZMY OBRONNE

#### a). Drogi oddechowe

##### -Bariera nabłonkowa i transport śluzowo-rzęskowy

Błona śluzowa oskrzeli i oskrzelików jest pokryta wielorzędowym, urzęsionym nabłonkiem walcowatym (migawkowym) zawierającym komórki kubkowe produkujące śluz. W ścianach większych oskrzeli znajdują się dodatkowo gruczoły śluzowo-surowicze, których przewody wyprowadzające uchodzą do światła dróg oddechowych. Zawarty między rzęskami płyn zawiera przeciwciała, między innymi immunoglobulinę A. IgA jest głównym nosicielem odporności w wydzielinach i na powierzchni błon śluzowych. Wykazuje szczególną aktywność w wiązaniu antygenów wirusowych. Różne postaci IgA dowodzą jej zróżnicowanej roli, dostosowanej do miejscowych potrzeb obrony. Komórki rzęskowe poprzez zsynchronizowany ruch migawek przesuwają śluz z zaadsorbowanymi na nim cząsteczkami pyłu w kierunku górnych dróg oddechowych. Poprzez aparat śluzowo-rzęskowy (zwany śluzowo-rzęskowymi schodami ruchomymi - mucociliary escalator) różnorakie zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego są usuwane na zewnątrz.

##### -Kaszel i odkrztuszanie

Mechanizmy te odgrywają rolę nie tylko przy samooczyszczaniu się drzewa oskrzelowego, ale także wspomagają proces usuwania zanieczyszczeń egzogennych

##### -Fagocytoza

Na terenie pęcherzyków płucnych i przegród międzypęcherzykowych występują osiadłe formy makrofagów. Makrofagi pęcherzykowe fagocytują zanieczyszczenia, najczęściej drobne cząsteczki pyłu, które pomimo oczyszczających powietrze mechanizmów drzewa oskrzelowego, dostają się do pęcherzyków płucnych. Dodatkową funkcję wspomagającą mogą pełnić również makrofagi śródmiąższowe w przegrodach międzypęcherzykowych.

##### - Odporność swoista

BALT (bronchus-associated lymphoid tissue) - tkanka limfatyczna układu oddechowego obejmuje rozproszone w błonie śluzowej limfocyty oraz skupiska w okolicy nosogardzieli grudek chłonnych w postaci migdałków (pierścień Waldeyera). Układ BALT generuje w oskrzelach miejscową odpowiedź immunologiczną prowadzącą do wytworzenia IgA. Tkanka limfatyczna układu oddechowego odznacza się dużą autonomią - immunizacja dotchawicza doprowadza do wytworzenia swoistych komórek pamięci w układzie oddechowym. Należy podkreślić, że BALT w drzewie oskrzelowym funkcjonuje tylko do poziomu oskrzelików oddechowych i pęcherzyków płucnych. Dominującą rolę w obronie immunologicznej na poziomie pęcherzyków płucnych odgrywają makrofagi. W związku z tym w pęcherzykach płucnych dominują przeciwciała IgG (pochodzące prawdopodobnie z krążenia) nad przeciwciałami IgA.

##### -Biochemiczne mechanizmy obronne

Obecność antyproteaz:  $\alpha_1$ -antytrypsyna ( $\alpha_1$ -antyproteinaza),  $\alpha_2$ -makroglobulina.

Pełnią one funkcję bardzo ważnych inhibitorów proteaz w osoczu człowieka. Funkcjonują według ogólnej zasady:

1 antyproteazy + aktywne proteazy = kompleks nieaktywnych proteaz (brak proteolizy w płucach, brak uszkodzenia tkanek)

2. niedobory antyproteaz lub brak antyproteaz + aktywne proteazy = aktywne proteazy (proteoliza w płucach, uszkodzenie tkanek)

##### -Mechanizmy antyoksydacyjne

Organizm ludzki jest nieustannie narażony na atak egzo- i endogennych reaktywnych pochodnych tlenu. Endogennie wytwarzane rodniki tlenowe pochodzą z reakcji enzymatycznych i nieenzymatycznych. Najczęstszym endogennym, enzymatycznym źródłem wolnych rodników są pobudzone komórki fagocytykujące: neutrofile, makrofagi, eozynofile o małej gęstości. Wytwarzane są wówczas : anion ponadtlenkowy, nadtlenek wodoru, rodnik hydroksylowy. Wśród oksydantów inhalowanych na szczególną uwagę zasługują: ozon, tlenki azotu oraz faza rozpuszczalna i cząsteczkowa dymu tytoniowego.

Przed nadmiarem wolnych rodników tlenowych organizm zabezpieczony jest przez mechanizmy antyoksydacyjne złożone z trzech głównych linii obrony:

-enzymatycznej linii wewnątrzkomórkowej\*: dysmutaza ponadtlenkowa, katalaza, peroksydaza glutationu

-przeciwutleniaczy zawartych w surowicy krwi: albumina, transferyna, laktoferyna, bilirubina, kwas moczowy

- tzw. "zmiataczy tkankowych": witaminy A, C, E

\*Z prawidłowym działaniem enzymów antyoksydacyjnych jest związany prawidłowy poziom niektórych pierwiastków: *miedź, mangan i cynk z dysmutazą ponadtlenkową; żelazo z katalazą; selen z peroksydazą glutationową.*

## **b). Układ pokarmowy**

### **- Bariera ochronna**

Utrzymanie ciągłości nabłonka powierzchni błony śluzowej spełnia istotną rolę w tzw. śluzówkowej barierze żołądka. Nieuszkodzona błona śluzowa jelit wraz z utkaniem podśluzowym, błoną mięśniową i surowiczą stanowią "mechaniczną" barierę ochronną. Ważną funkcję ochronną pełni odpowiednie mikrośrodowisko i składniki soków trawiennych: niskie pH soku żołądkowego, lizozym, laktoferyna, enzymy proteolityczne.

### **-Ograniczanie rozwoju bakterii potencjalnie chorobotwórczych**

Obecność fizjologicznej mikroflory bakteryjnej , która:

\*stymuluje produkcję naturalnych przeciwciał reagujących krzyżowo z antygenami mikroorganizmów chorobotwórczych,

\*współzawodniczy o składniki odżywcze,

\*produkuje bakteriocyny (np. kolicyny) - czynniki zabójcze dla bakterii patogennych

### **-Zapobieganie rozprzestrzenianiu się mikroorganizmów- Mechanizmy immunologiczne**

Obecność tkanki limfoidalnej jelita GALT( gut associated lymphoid tissue)

W jelitach, a szczególnie w jelicie krętym i w jelicie grubym , w błonie śluzowej i w błonie podśluzowej znajdują się liczne limfocyty. Występują one jako limfocyty rozproszone w nabłonku ( głównie limfocyty T cytotoksyczne i NK) i w tkance łącznej właściwej ( głównie limfocyty T i B oraz komórki plazmatyczne). Ponadto znajdują się grudki limfatyczne lub ich zespoły, zwane kępkami Peyera. Podstawową funkcją układu limfatycznego jest wytwarzanie przeciwciał IgA, które po przedostaniu się do soku jelitowego w formie wydzielniczych S-IgA mogą brać udział w procesach opłaszczania i aglutynacji mikroorganizmów oraz w neutralizacji toksyn bakteryjnych.

## **c. Skóra**

Nieuszkodzona skóra pełni bardzo ważną rolę, chroniąc organizm przed wpływem niekorzystnych czynników środowiskowych.

### **-Funkcja ochronna**

\*Warstwa rogową naskórka chroni przed czynnikami chemicznymi i fizycznymi

\*Tkanka łączna skóry właściwej chroni przed urazami mechanicznymi

**-Anatomiczna przeszkoda przy wnikaniu drobnoustrojów.**

Nabłonek składa się głównie z keratyny, która jest oporna na niszczące działanie większości drobnoustrojów, a w procesie złuszczenia się nabłonka dochodzi do usuwania drobnoustrojów na drodze niemalże mechanicznej.

Dodatkowymi czynnikami wpływającymi hamująco na rozwój patogenów są:

- \*względna suchość powierzchni skóry i duże stężenie soli w wysychającym pocie
- \*kwaśny odczyn skóry (powierzchniowe pH: 3,5 do 5,5) związany z wydzielaniem w pocie kwasu mlekowego (końcowego metabolitu glikolizy beztlenowej),
- \*obecność kwasów tłuszczowych w wydzielinie gruczołów łojowych

#### **-Mechanizmy immunologiczne**

Skóra pełni funkcję organu immunologicznego i zapewnia immunologiczny nadzór dzięki obecności wyspecjalizowanej tkanki limfatycznej skóry (SALT- skin associated lymphoid tissue). SALT obejmuje komórki dendryczne, keranocyty, limfocyty T, komórki śródbłona naczyniowego, makrofagi, komórki tuczne. Komórki dendryczne w naskórku są komórkami Langerhansa (makrofagi pochodzenia szpikowego prezentujące antygeny limfocytom T). Prezentacja antygenów może mieć miejsce albo w samym naskórku, albo w regionalnym węźle chłonnym. Dochodzi wówczas do typowej reakcji immunologicznej typu komórkowego, natomiast procesy immunoregulacyjne zapewnione są dzięki obecności keratynocytów. Pobudzone keratynocyty mają zdolność produkcji wielu cytokin: interleukin, czynników wzrostu i interferonów  $\alpha$  i  $\beta$ .


## **2. ODPORNOŚĆ IMMUNOLOGICZNA**

### **a). ODPORNOŚĆ NIESWOISTA - WRODZONA ( resistantio)**


Ten typ odporności wykształcił się w trakcie ewolucyjnego rozwoju gatunku. Funkcjonuje niezależnie od uprzednich kontaktów z czynnikami patogennymi. Jako synonimy odporności wrodzonej używane są pojęcia: genetyczna, konstytucjonalna, naturalna, dziedziczna, fizjologiczna

### **b). ODPORNOŚĆ SWOISTA - NABYTA ( immunitas)**

Ten typ odporności skierowany jest przeciwko konkretnemu czynnikowi chorobotwórczemu, z którym ustrój miał kontakt. Dzięki niej nie chorujemy na wiele chorób uprzednio już przebytych lub przeciw którym zostaliśmy zaszczepieni. Odporność nabytą organizm może uzyskać w sposób czynny lub bierny, przy czym może to być odporność naturalna lub sztuczna.

Bierna 


 naturalna: matczyne przeciwciała u noworodka  
 sztuczna: po podaniu surowicy odpornościowej lub immunoglobulin

Czynna 


 naturalna: po przebyciu zakażenia  
 sztuczna: po podaniu szczepionki

ODPORNOŚĆ	
NIESWOISTA	SWOISTA
<b>humoralna</b>	
lizozym	immunoglobuliny
laktoferyna	-IgG
transferyna	-IgA
białko ostrej fazy	-IgM
-białko c-reaktywne	-IgD
-białko amyloidowe	-IgE
układ dopełniacza	limfocyty B
interferony	- plazmocyty
- ( $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ )	-pamięci (Bm)
<b>komórkowa</b>	
fagocyty	limfocyty T
a) jednojądrzaste	-pomocnicze (Th)
-monocyty	*subpopulacje: Th0, Th1, Th2
b) wielojądrzaste	-supresorowe (Ts)
-neutrofile	-cytotoksyczne (Tc)
eozynofile	-pamięci (Tm)
komórki K(killer)	
komórki NK(natural killer)	

### HUMORALNE MECHANIZMY OBRONNE ODPORNOŚCI NIESWOISTEJ

-	
Lizozym	Bakterioliza bakterii Gram dodatnich - dochodzi do przecięcia wiązań beta 1,4-glikozydowych pomiędzy kwasem N-acetylo muraminowym i N-acetyloglukozaminą błon komórkowych. Bakterie Gram-ujemne ulegają lizie dopiero po usunięciu warstwy liposacharydowej
-	
Laktoferyna Transferyna	Konkurencja o jony żelaza z tymi bakteriami dla których jony żelaza są niezbędne dla życia. Wiążą żelazo, a tym samym pozbawiają bakterie dostępu do tego pierwiastka
-	
Białka ostrej fazy np. Białko c-reaktywne	Aktywacja limfocytów Aktywacja makrofagów ( ułatwia fagocytozę) Aktywacja dopełniacza na drodze klasycznej ( działa jako swoista opsonina, gdy nie pojawiły się jeszcze swoiste przeciwciała)
-Dopełniacz	Uaktywnienie układu dopełniacza: - utworzenie układu antygen -przeciwciała ( inicjacja przez zmienioną konformacyjnie cząsteczkę immunoglobuliny)

-alternatywnie (aktywacja - bez udziału przeciwciał, przez polisacharydy ścian bakterii, niektóre wirusy, grzyby, pierwotniaki i niektóre komórki nowotworowe)

Uaktywniony układ dopełniacza rozpoczyna łańcuchową reakcję enzymatyczną, której końcowy produkt - kompleks atakujący błonę MAC (Membrane attack complex) doprowadza do:

- \* lizy zakażonej komórki (śmierć osmotyczna komórki) bakteryjnej lub nowotworowej
- \* niszczenia własnych komórek (erytroblastów, monocytów) zakażonych wirusem, jeśli są one opłaszczone swoistymi przeciwciałami

-  
Interferony      Hamowanie replikacji wirusów w komórce; aktywacja syntezy enzymów: rybonukleazy, syntetazy, kinazy białkowej  
Hamowanie proliferacji komórek, szczególnie nowotworowych  
Aktywacja cytotoksyczności makrofagów i limfocytów T oraz wzmożenie aktywności komórek cytotoksycznych  
Hamowanie transformacji limfocytów pod wpływem mitogenów  
Eliminacja z krążenia patologicznych inhibitorów reakcji immunologicznych  
Wzmożenie ekspresji cząstek MHC klasy I na błonach komórkowych, interferon  $\gamma$  - również MHC klasy II

## Komórkowe mechanizmy obronne (swoiste i nieswoiste)

### 1. Fagocyty

#### a) jednojądrzaste

Monocyty - \*tkanka łączna-histiocyty, \*kłębki nerek -komórki mezangialne, \*kości-osteoklasty, \*ośrodkowy układ nerwowy-komórki mikrogleju, \*śledziona, węzły chłonne, grasica-komórki wyściełające zatoki

#### b) wielojądrzaste

Neutrofile

Pierwsze pojawiają się w miejscu uszkodzenia. Zawierają enzymy;

\*ziarnistości pierwotne : lizozym, fosfataza kwaśna, MPO-mieloperoksydaza, białko kationowe

\*ziarnistości wtórne: laktoferyna, fosfataza zasadowa, aminopeptydazy

Pod wpływem czynników chemotaktycznych (składowe dopełniacza - głównie C5a, leukotrieny, histamina) komórki fagocytykujące docierają w miejsce reakcji zapalnej, gdzie rozpoczyna się proces fagocytozy

### Fagocytoza

#### 1. Rozpoznawanie i związanie obcej substancji

np.\* opsonizacja (opłaszczenie komórki bakteryjnej przez opsoniny: białko C-reaktywne, swoiste przeciwciała, składowe układu dopełniacza)

\* immunofagocytoza (komórka żerna wiąże się z przeciwciałami i składowymi dopełniacza poprzez swoiste dla nich receptory w błonie komórkowej)

2. Wchłonięcie - wytworzenie fagosomu

3. Trawienie wewnątrzkomórkowe

\* gwałtowne zużycie tlenu -wybuch oddechowy “respiratory burst”

\*\* przekształcenie pochłoniętego tlenu w nadtlenek wodoru (właściwości bakteriobójcze)

\*\*\* zwiększone utlenianie glukozy w cyklu pentozowym

## 2. Eozynofile

Na powierzchni eozynofilów znajdują się receptory dla fragmentu Fc immunoglobulin i dla składowych dopełniacza. Odgrywają dużą rolę w reakcjach alergicznych - produkują prostaglandyny PGE1 i PGE2, które hamują uwalnianie mediatorów przez komórki tuczne i bazoofile. Ziarnistości eozynofilów zawierają enzymy działające toksycznie na pasożyty, np. białka kationowe o dużych zdolnościach nicieniobójczych. Zdolność eozynofilów do fagocytozy jest mała (brak lizozymu).

## 3. Komórki K (killer ) i NK ( natural killer)

We krwi obwodowej występuje populacja (1-3%) tzw. limfocytów zerowych. Wśród nich zidentyfikowano komórki K i NK

**\*komórki K (killer) -** posiadają na swej powierzchni receptor dla fragmentu Fc immunoglobulin, głównie IgG. Są odpowiedzialne za cytotoksyczność zależną od przeciwciał

**\*komórki NK ( naturalne komórki cytotoksyczne) -** stanowią populację odrębną od limfocytów B i T. Pochodzą z prekursorów dojrzewających w szpiku kostnym. Spontaniczne niszczą komórki zakażone wirusem, komórki młode i niedojrzałe oraz komórki dzielące się w sposób nasilony i niekontrolowany ( komórki nowotworowe). Działanie analogiczne do limfocytów Tc, lecz pozbawione swoistości.

U podstaw procesów immunologicznych leży prezentacja antygenów pomocniczym limfocytom Th przez odpowiednie komórki. Klasycznymi komórkami prezentującymi antygen (APC- Antigen presenting cells) są makrofagi, komórki dendryczne oraz limfocyty B. Do nieklasycznych zalicza się limfocyty T, keranocyty, fibroblasty, eozynofile. Komórki APC muszą mieć zdolność do wiązania antygeny (konwencjonalnego) , a na powierzchni błon komórkowych muszą się znajdować - kodowane przez geny głównego układu zgodności tkankowej HLA- glikoproteiny MHC (major histocompatibility complex) klasy II. Antygeny wielocząsteczkowe w komórkach fagocytyzujących ulegają degradacji do oligomerów- zwykle krótkich peptydów zwanych immunogennymi, gdyż pobudzają dalsze reakcje. Immunogeny peptyd ma dwa charakterystyczne ugrupowania aminokwasowe - agretop, który odpowiada za wiązanie z antygenami zgodności tkankowej klasy II i epitop, wiążący się z receptorem limfocytów T (receptory TCR). Połączenie to prowadzi do aktywacji limfocytów T pomocniczych CD4+. Limfocyty CD4+ można podzielić na subpopulacje ze względu na rodzaj wydzielanych przez nie cytokin. Subpopulacja Th1 wydziela głównie IL-2 i interferon gamma, działające głównie na nasilenie odpowiedzi typu komórkowego. Subpopulacja limfocytów Th2 wydzielająca głównie IL-4, IL-5, IL-6, IL-10 reguluje głównie odpowiedź humoralną i wpływa na swoistość odpowiedzi ze strony limfocytu B. Limfocyty Th poprzez swoje czynniki proliferacji i różnicowania współdziałają z limfocytami B. Limfocyty B nie posiadają zdolności samodzielnego zróżnicowania się w komórki plazmatyczne po kontakcie z antygenem. Popiero po pobudzeniu przy udziale limfocytów Th przekształcają się w komórki pamięci immunologicznej i w komórki plazmatyczne. Komórki plazmatyczne syntetyzują immunoglobuliny wszystkich klas i zawierają pełny zakres swoistych przeciwciał. Schemat odporności swoistej przedstawia poniższy wykres.





**wykres dorota**

### 3. CZYNNIKI MODYFIKUJĄCE ODPORNOŚĆ:

#### 3a. ŻYWIENIE

Sposób żywienia ma wpływ na :

- odporność komórkową,
- funkcje fagocytarne,
- układ dopełniacza,
- wytwarzanie przeciwciał,
- wytwarzanie cytokin,

przy czym zaburzenia odporności immunologicznej należy wiązać zarówno z niedożywieniem jak i z nadmiarem spożycia składników odżywczych.

\* **niedożywienie energetyczno-białkowe** - spadek aktywności limfocytów T pomocniczych, upośledzenie aktywności fagocytarnej, obniżenie produkcji niektórych cytokin: IL-2, TNF oraz lizozymu, wzrost podatności na zakażenia

\* **otyłość** - wczesny zanik grasicy (wytworzenie zamostkowego ciała tłuszczowego) co w późniejszym okresie doprowadza do upośledzenia odpowiedzi typu komórkowego

\* **dieta wysokotłuszczowa** (>45%energii) - zaburzona proliferacja limfocytów, zmniejszona aktywność komórek cytotoksycznych; przy niedoborze niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych → zaburzenie odpowiedzi zależnej zarówno od limfocytów T jak i B

\* **nadmiar kalorii pobieranych z pożywieniem** - wzrost liczby makrofagów oraz zapalnych cytokin (IL-1, IL-6, IL-10, TNF  $\alpha$ )

\* **niedobory witaminowe:**

**witamina A** - przy niedoborze uszkodzenie ciągłości błon śluzowych: oczu, układu pokarmowego, oddechowego i moczopłciowego; niezbędna do prawidłowego funkcjonowania laktoferyny, niezbędna w dojrzewaniu i różnicowaniu takich komórek jak: neutrofile, monocyty, erytrocyty, bazofile, eozynofile, megakariocyty, limfocyty; zmniejszenie aktywności limfocytów cytotoksycznych i procesów apoptozy.

**witamina E**- funkcjonuje jako najsilniejszy antyoksydant w błonach wszystkich komórek, a szczególnie wysoką jej zawartość stwierdza się w błonach komórek układu immunologicznego. Witamina E wzmacnia układ immunologiczny poprzez redukcję syntezy prostaglandyn (prostaglandyna PGE2 w nadmiarze hamuje produkcję przeciwciał i cytokin oraz hamuje proliferację limfocytów) oraz zmniejszenie tworzenia się wolnych rodników tlenowych. Nadprodukcja nadtlenków lipidów spowodowana niedoborem witaminy E zaburza funkcjonowanie układu odpornościowego zarówno na poziomie komórkowym jak i narządowym. Witaminie E przypisuje się właściwości antykarcinogenne: wzmacnia układ immunologiczny, redukuje oksydacyjne uszkodzenie DNA.

**witamina B6**- zaburzenia w dojrzewaniu i aktywności limfocytów T: zmniejszenie ilości limfocytów, osłabienie zdolności do proliferacji, zaburzenie syntezy IL-2

\***niedobory mikroelementów w pożywieniu**

**miedź** - zmniejszenie produkcji IL-2 przez limfocyty; co staje się przyczyną ograniczonej proliferacji limfocytów ( przejście limfocytów T do fazy S cyklu komórkowego wymaga połączenia się IL-2 z receptorem komórkowym)

**cynk** - przy dużych niedoborach wpływa na funkcjonowanie podstawowych tkanek układu immunologicznego: szpik i grasicę. Cynk jest niezbędny do procesów podziału, wzrostu i dojrzewania komórek. Niedobór cynku odbija się przede wszystkim na limfopoecie (przy prawie niezmienionej produkcji neutrofilów przez szpik kostny); obniża się bezwzględna liczba limfocytów.

**żelazo** - obniżenie odpowiedzi proliferacyjnej leukocytów na mitogeny, zaburzenia wewnątrzkomórkowych procesów fagocytozy.

### 3b. UKŁAD NERWOWY

Istnieje ściśle powiązanie układu odpornościowego z układem nerwowym i endokrynnym.

Układ nerwowy moduluje funkcje odpornościowe poprzez:

\* bezpośrednie unerwienie większości tkanek limfatycznych (poprzez układ sympatyczny lub zakończenia nerwowe w limfocytach)

\* kontrolę wydzielania hormonów włączonych w funkcje immunologiczne ustroju, w szczególności kortykosteroidów, hormonu wzrostu, tyroksyny i adrenaliny

Limfocyty mają specjalne receptory dla neurohormonów, neurotransmiterów i neuropeptydów; sterydów, amin katecholowych, enkefalin, endorfin, substancji P, VIP. Uwalniane podczas **stresu** kortykosterydy, endorfiny i enkefaliny mogą w związku z tym działać immunosupresyjnie.

### 3c. WIEK

- wraz z wiekiem dochodzi do niemalże fizjologicznego obniżenia odporności: zmniejsza się aktywność obwodowych limfocytów T ( zmniejszenie cytotoksyczności, zmniejszenie wydzielania IL-2), obniżenie IgM. Obniżenie odporności nasila się szczególnie przy nieprawidłowym odżywieniu, głównie przy niedożywieniu energetyczno-białkowym.

### 3d. CZYNNIKI ŚRODOWISKOWE

a) Czynniki środowiskowe i czynniki przemysłowe wywołujące dysfunkcję układu immunologicznego u zwierząt i człowieka

-	
czynnik	przykłady
-	
metale	arsen, beryl , ołów, rtęć, kadm, chrom, selen, cynk
pestycydy	insektycydy polichlorowe: DDT, lindan, aldryna insektycydy fosforoorganiczne: parathion, metaparathion karbaminiany: karbaryl
-	
zanieczyszczenia powietrza ozon, dwutlenek azotu, dwutlenek siarki, azbest, krzemionka, niektóre substancje zawarte w: paliwie disłowskim, <b>dymie</b> <b>papierosowym</b>	
-	
aminy aromatyczne	benzydyna i inne aminy
węglowodory aromatyczne	benzen, toluen, ksylen
-	
czynniki fizyczne	promieniowanie jonizujące
-	

**b) alergeny wziewne i pokarmowe**

Mogą one działać niezależnie, ale też między antygenami wziewnymi i pokarmowymi stwierdza się reakcje krzyżowe

<b>Alergeny pyłkowe</b>	<b>Alergeny pokarmowe</b>
pyłek ambrozji	arbuz , melon, owoc kiwi, banan
pyłek brzozy	jabłko, orzech laskowy, marchewka, ziemniak, koper, seler
pyłki traw	seler, melon, arbuz, owoc kiwi

-

**Literatura**

- Bezman Tarcher A. Principles and Scope of Environmental Medicine. Plenum Medical Book Company, 1992, 3-18
- Bezman Tarcher A. The Occupational and Environmental Health History. Plenum Medical Book Company, 1992, 175-188
- Bezman Tarcher A. Calabrese E.J. Enhanced Susceptibility to Environmental Chemicals. Plenum Medical Book Company, 1992, 189-213
- Cassens B.J. Preventive Medicine and Public Health. Harval Publishing 1992
- Jakóbisiak M. (praca zbiorowa) Immunologia. PWN, 1993
- Jędrychowski W. Podstawy Epidemiologii. Coll. Med. U.J. Kraków 1995
- Kipen H. M., Weinstein I.B. The Role of Environmental Chemicals in Human Cancer Causation. Plenum Medical Book Company, 1992, 459-492
- Jakubowski M., Starek A., Ludwicki J.K., Knapiek R., Barański B. Słownik terminów stosowanych w toksykologii. wyd. "Secesja", Kraków 1994.
- Last J.M. Public Health and Human Ecology. Prentice Hall International, Inc. 1998
- Lisiewicz J., Moszczyński P. Hematologia przemysłowa. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, 1987
- Lutz W., Indulski J.A. Biomarkery i ocena ryzyka. Pojęcia i zasady. Kryteria zdrowotne środowiska. vol.155, Inst. Med. Pracy, Łódź 1995, 5-67
- Marek K. Kliniczna patologia zawodowa. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, 1982
- Murray R.K., Granner D.K., Mayes P.A., Rodwell V.W. Biochemia Harpera. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, 1995
- Pach J., Wiernikowski A. Klinika ostrych zatruc. Akad. Med. w Krakowie, 1989
- Pina J. S., Horan M.P. Niedobór alfa<sub>1</sub>-antytrypsyny i astma. Medycyna po Dyplomie. vol.77, nr 4, 1998, 83-96
- Seńczuk W. (praca zbiorowa) Toksykologia. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, 1994
- Spengler J. D. Outdoor and Indoor Air Pollution. Plenum Medical Book Company, 1992, 21-41.
- Sroczyński Jan. Zatrucia zawodowe. w Medycyna Pracy . Patologia Zawodowa. Tom III. IMP Łódź, 1991

- Szponar L., Matyska E. Stres oksydacyjny w rozwoju chorób na tle wadliwego żywienia i starzenia się. Żywnienie a wybrane zagadnienia w etiopatogenezie chorób żywieniowozależnych. IŻŻ, 1998
- Szponar L., Respondek W. Żywnienie a aktywność układu immunologicznego .IŻŻ, 1998

## VII. PROMOCJA ZDROWIA

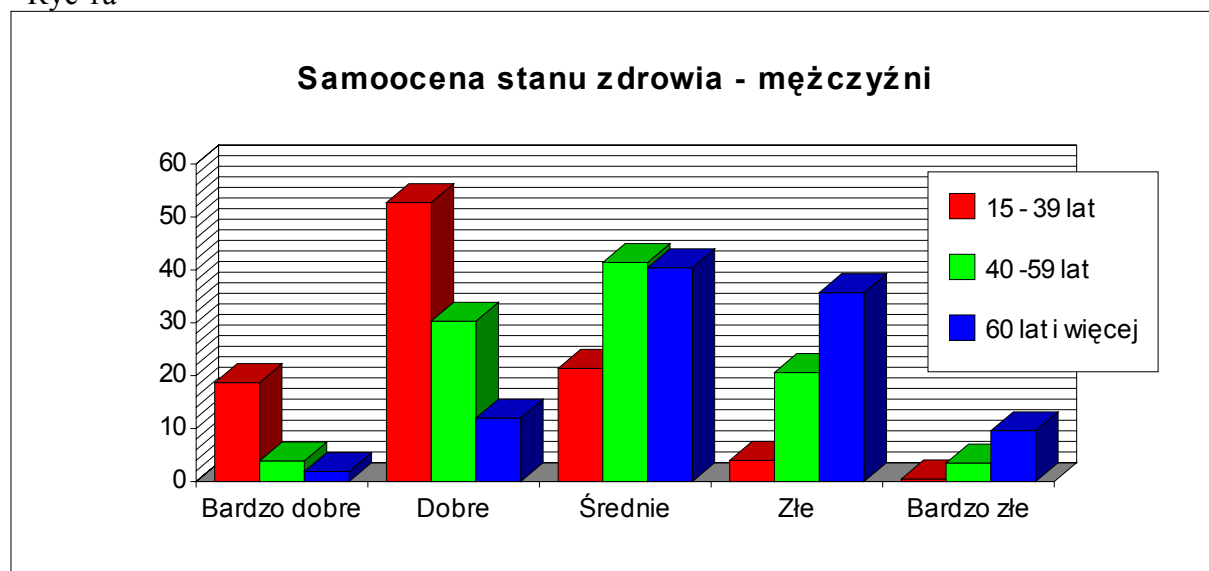
Zgodnie z podaną wcześniej definicją Zdrowia (wg WHO ) **Zdrowie** jest pełnym dobrostanem fizycznym, psychicznym i społecznym, a nie wyłącznie brakiem choroby lub niedomagania,; w modyfikacji Jana Kostrzewskiego zdrowie to również harmonijny rozwój naturalny ludności oraz takie warunki otoczenia, które sprzyjają zdrowiu ludności. Nieuchronność związku między zdrowiem człowieka i jego środowiskiem znajduje wyraz w społeczno - ekologicznym modelu zdrowia, który najlepiej ilustruje przedstawiona już wcześniej Mandala Zdrowia. Model ten zakłada, że zdrowie człowieka warunkują takie ważne czynniki jak:

- \* czynniki biologiczne: genetyczne, immunologiczne, fizjologiczne, biochemiczne
- \* czynniki związane z zachowaniem indywidualnym: zwyczaje dietetyczne, palenie tytoniu, stosowanie używek, styl życia
- \*czynniki środowiska fizycznego: warunki mieszkaniowe, warunki środowiska pracy, warunki środowiska bytowania
- \*czynniki środowiska psychospołecznego: pozycja społeczna, status ekonomiczny, odporność na presję związaną z pokonywaniem nowych wyzwań w życiu społecznym i indywidualnym, umiejętność radzenia sobie ze stresem.

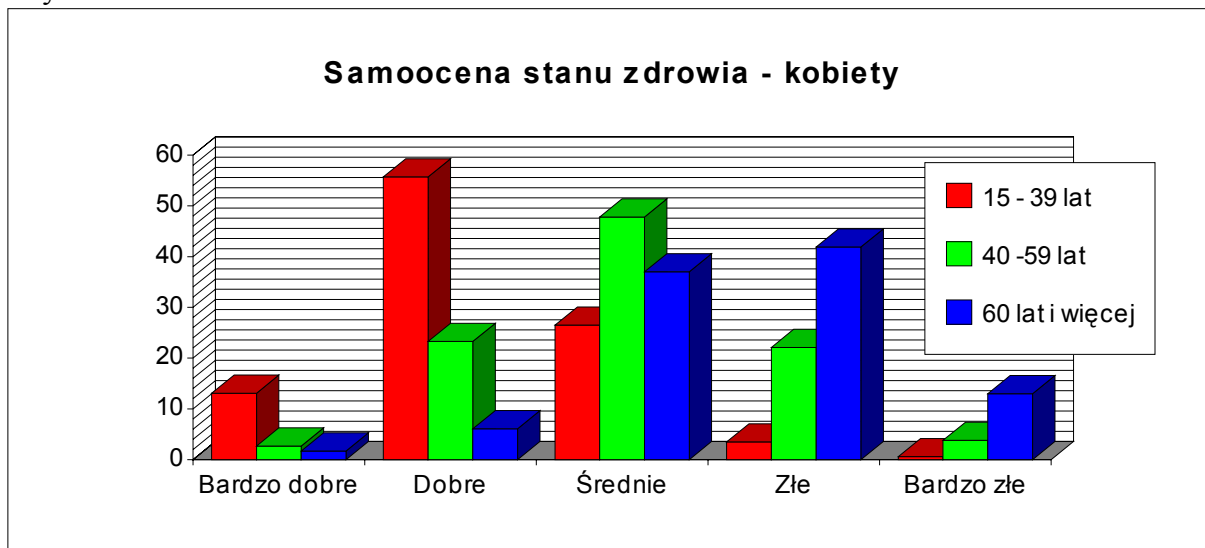
W związku z tym, że stan zdrowia należy rozpatrywać wielopłaszczyznowo Światowa Organizacja Zdrowia rekomenduje 5-cio stopniową skalę oceny stanu zdrowia według której stan zdrowia może być bardzo dobry, dobry, taki sobie ( ani dobry, ani zły), zły i bardzo zły. Można również stosować trójstopniową skalę oceny stanu zdrowia i wtedy stan zdrowia może być określany jako dobry, średni, zły.

Przeprowadzone badania stanu zdrowia ludności Polski ( przeprowadzone metodą reprezentacyjną i obejmujące całą populację kraju: dzieci i dorosłych ) polegały nie tylko na określeniu rodzajów i częstości chorób, w tym chorób przewlekłych, ale także obejmowały samoocenę stanu zdrowia (ryc. 1a i 1b) oraz samopoczucie emocjonalne (ryc. 2a i 2b).

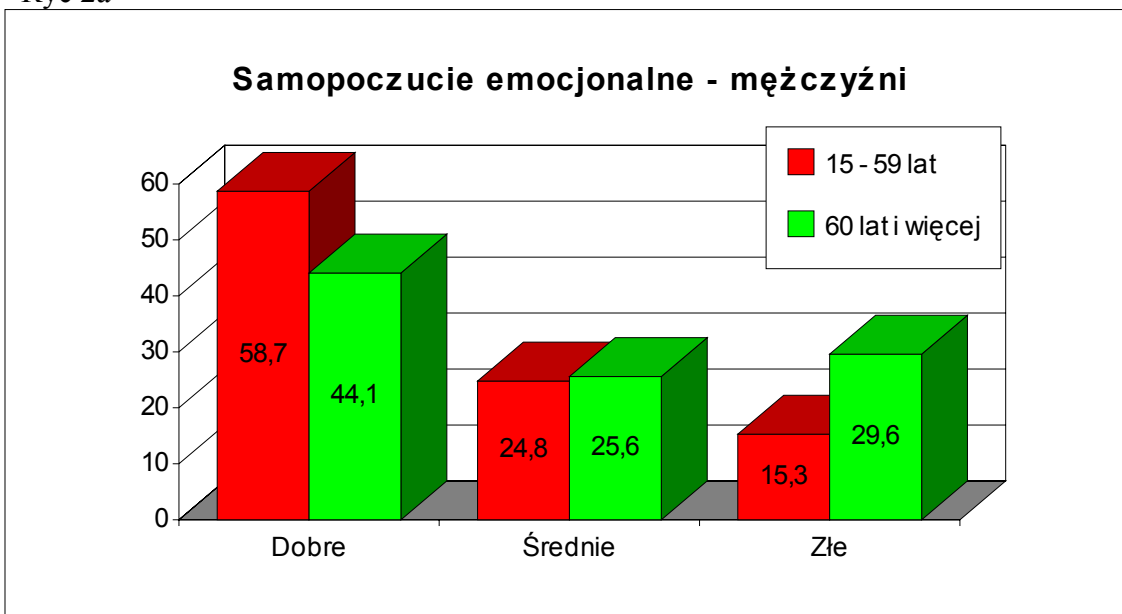
Ryc 1a



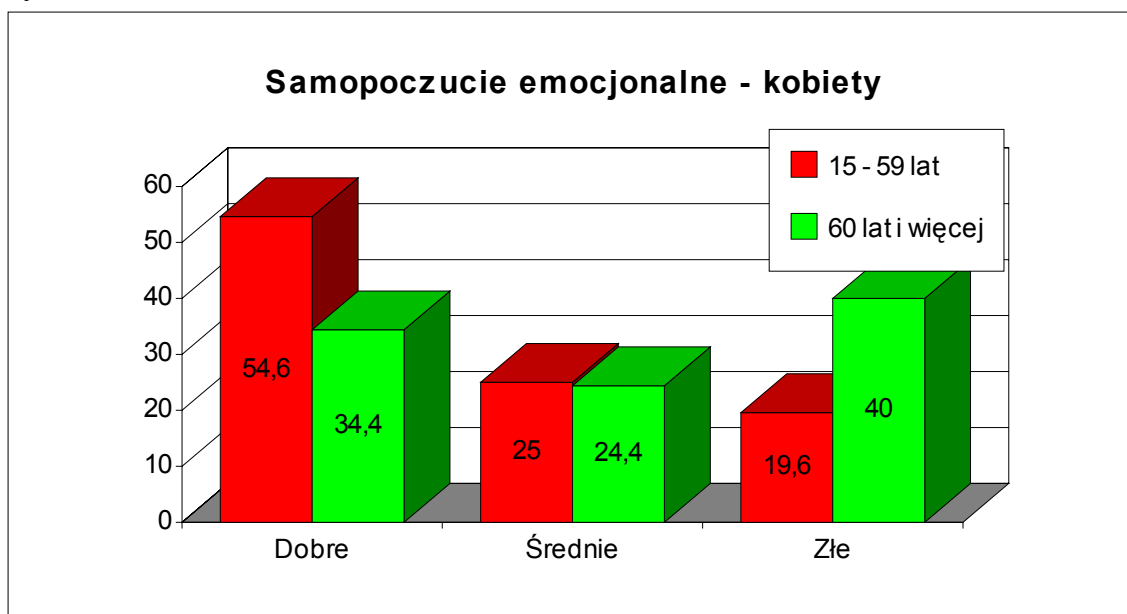
Ryc 1b



Ryc 2a



Ryc 2b





Wyniki badań zostały zaprezentowane przez M. Kuciarską -Ciesielską z Departamentu Badań Demograficznych Głównego Urzędu Statystycznego w "Zdrowiu Publicznym" nr 4, 1998.

( stanowią one źródło do niniejszego opracowania)

Zarówno samopoczucie emocjonalne jak i ocena swojego zdrowia inaczej przedstawiają się w grupie ludzi poniżej 60 roku życia i inaczej w grupie powyżej 60 roku, przy czym ocena stanu zdrowia w odczuciu badanych i ich samopoczucie emocjonalne nie idą ze sobą w parze.

\*Około połowa ludzi do 60 roku życia -zarówno kobiety jak i mężczyźni -swoje zdrowie i samopoczucie emocjonalne określali jako dobre. Natomiast w grupie powyżej 60 roku życia dobrą ocenę stanu zdrowia uzyskano tylko u 14% mężczyzn i 8% kobiet; wyżej było oceniane samopoczucie emocjonalne ( dobre u 44% mężczyzn i 34 % kobiet).

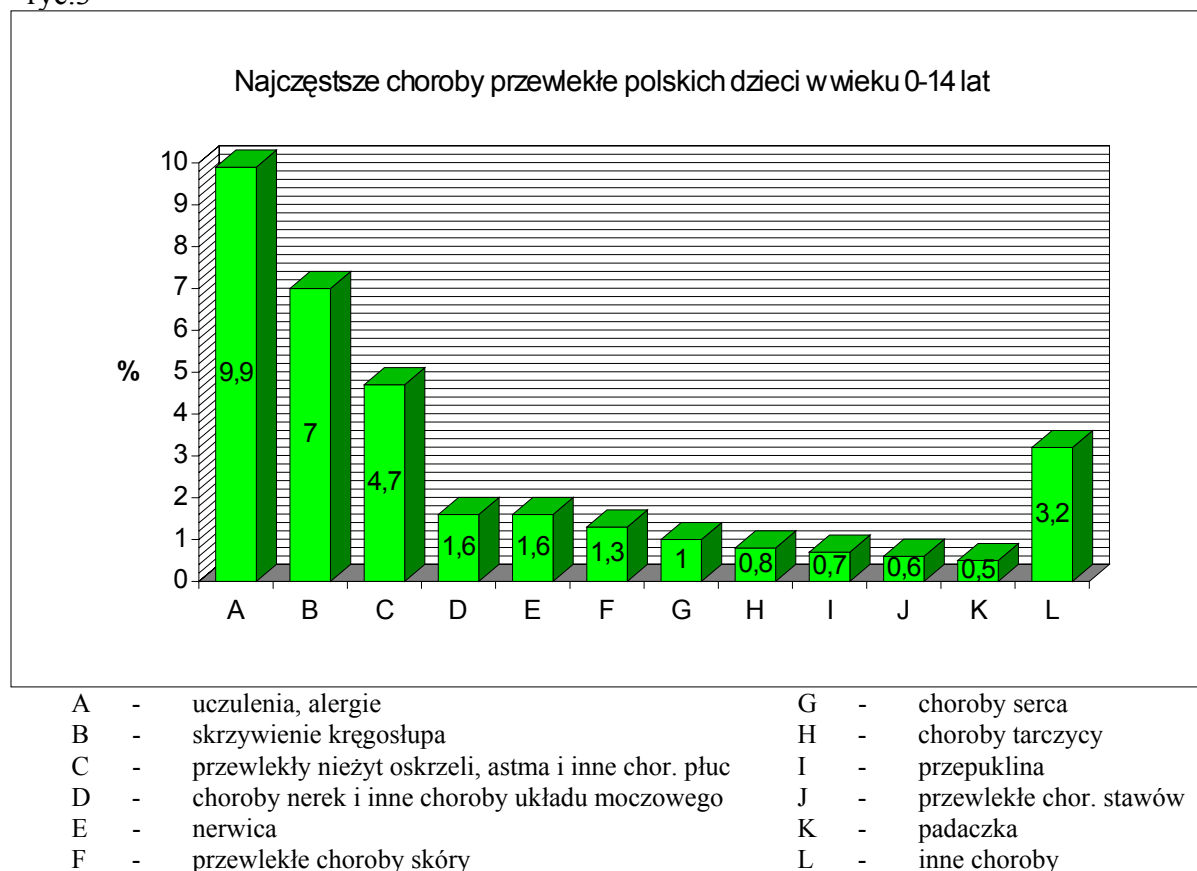
\*Ocena średnia - brak różnic międzygrupowych zarówno w aspekcie wieku jak i płci, przy czym samoocena stanu zdrowia przewyższała ocenę samopoczucia emocjonalnego.

\* Jako złe swoje zdrowie oceniło około 15 % ludzi poniżej 60 roku życia i mniej więcej pokrywało się to z oceną samopoczucia. Natomiast w grupie wieku powyżej 60 lat aż około połowa badanych oceniła swoje zdrowie jako złe, przy czym złe samopoczucie emocjonalne zgłaszało mniej badanych (30% mężczyzn i 40 % kobiet).

Dobrym samopoczuciem emocjonalnym charakteryzują się głównie osoby nie chorujące na żadną chorobę przewlekłą, natomiast złym- osoby, które cierpią na kilka chorób przewlekłych. W Polsce na choroby przewlekłe choruje 62% osób dorosłych, z tego 55.5% mężczyzn oraz 68% kobiet (ryc.4).

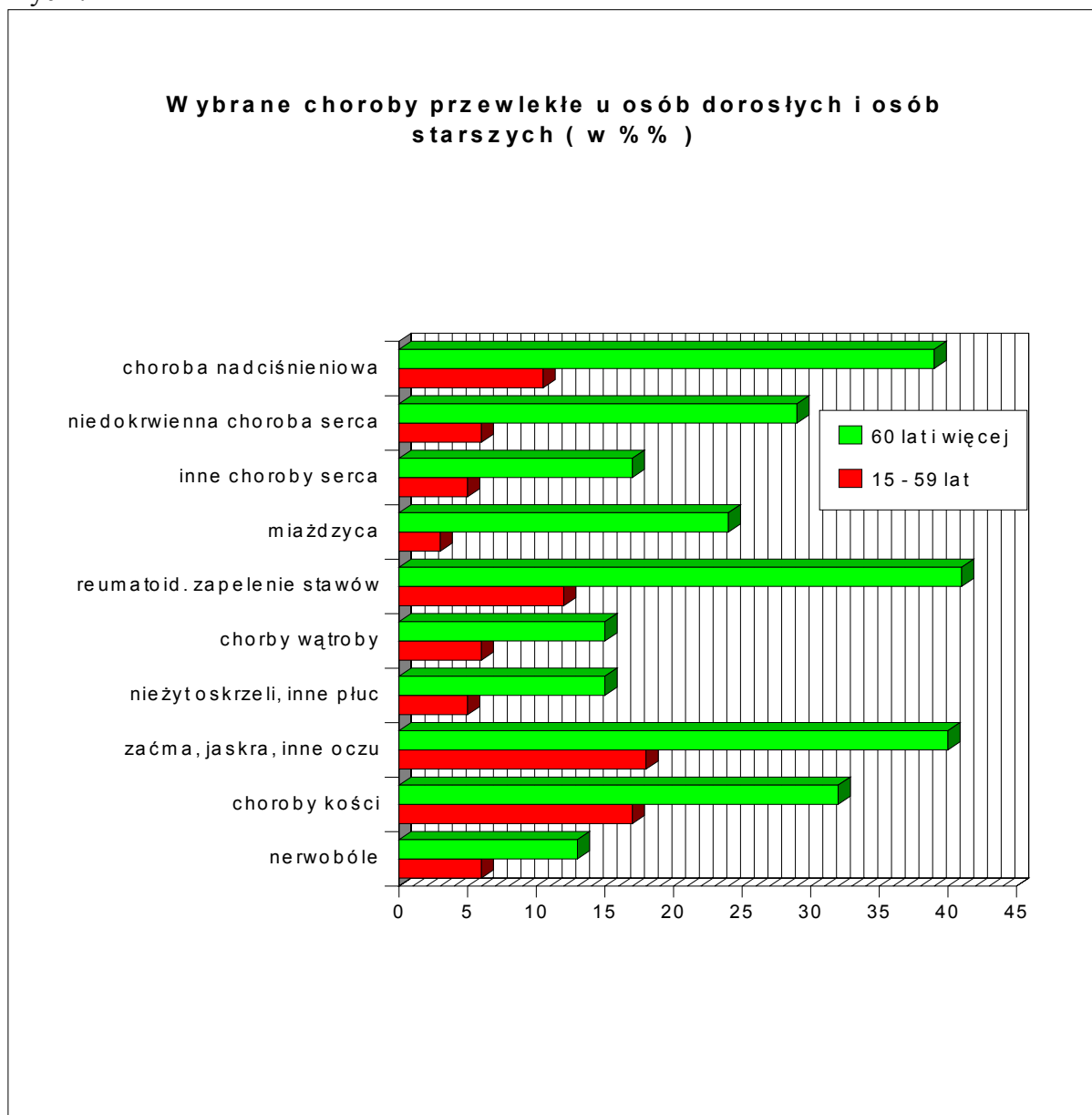
\*Choroby przewlekłe dotyczą również dzieci. Najczęściej spotykane choroby przewlekłe zdiagnozowane u dzieci w wieku 0-14 lat przedstawiają się następująco:

ryc.3



*Zródło: A. Iwanek: Stan Zdrowia Ludności Polski w 1996 r*

ryc 4.



Najczęściej u dzieci występowały uczulenia i alergie. Niewątpliwą rolę w etiologii tych chorób odgrywają czynniki genetyczne i ogólnoustrojowe, ale częściowo rozwój tych chorób można wiązać z zanieczyszczeniami środowiska i daleko posuniętą chemizacją, w tym chemizacją żywności. Wydaje się natomiast, że takie choroby jak skrzywienia kręgosłupa oraz stosunkowo często diagnozowane nerwice można wiązać ze stylem życia i poprzez umiejętne postępowanie dorosłych i modyfikację warunków życia można im skutecznie zapobiegać.

Również u dorosłych przynajmniej część chorób można określić jako choroby stylu życia i zachowania. Etiologię tych chorób można wiązać z niewłaściwą dietą, brakiem ruchu, podatnością na stres, piciem alkoholu, paleniem tytoniu.

W związku z tym, bardzo ważne stają się indywidualne zachowania oraz wzięcie odpowiedzialności za własne zdrowie poprzez modyfikację stylu życia i zachowań. Ważne jest również wdrażanie zasad tzw. "profilaktyki pozytywnej" - nauczanie się jak żyć i co robić by wzmacniać zdrowie. Zdrowie nie może być celem samym w sobie, lecz środkiem

umożliwiającym człowiekowi takie wykorzystywanie istniejących możliwości, by życie uczynić lepszym, bardziej satysfakcjonującym i produktywnym.

*Całokształt działań zmierzających do korzystnych, prozdrowotnych zmian zachowań ludzi i ich stylu życia oraz proces skupiający jednostki, społeczności lokalne i sektory życia społeczno-gospodarczego, które mają wpływ na zdrowie i zmierzają wspólnie do określenia i realizacji polityki zdrowia publicznego nazwano **PROMOCJĄ ZDROWIA**.* Promocja zdrowia koncentruje swą uwagę nie tyle na osobach zagrożonych określonymi chorobami, co na całej populacji rozpatrywanej w kontekście codziennego życia. Obiektem jej oddziaływania są czynniki wpływające na umocnienie zdrowia rozumianego pozytywnie, jako potencjał fizycznych, psychicznych i społecznych możliwości człowieka. Służby medyczne choć niezwykle znaczące w propagowaniu i umożliwianiu wdrażania promocji zdrowia, nie odgrywają w niej pierwszoplanowej roli. Promocja zdrowia jest przede wszystkim przedsięwzięciem politycznym i społecznym, wymagającym rozległej aktywności jednostek i grup. Mimo że proces definiowania promocji zdrowia cały czas trwa można rzec, iż podstawowe ustalenia w tym zakresie zostały już dokonane. Obecnie dyskusja toczy się bardziej wokół obszarów, które obejmować ma promocja zdrowia, metod którymi ma się posługiwać, niż tego, czym w istocie jest.

**Głównymi dokumentami określającymi cele i zadania promocji zdrowia na szeroką skalę są Karta Ottawska i 38 zadań wspierających strategię programu “ Zdrowie dla wszystkich w roku 2000” dla krajów członkowskich ŚOZ Regionu Europejskiego.** Na ich podstawie powstało kilka projektów ŚOZ, które wskazują możliwości praktycznego realizowania promocji zdrowia w środowiskach lokalnych. Głównym opracowaniem jest projekt “Zdrowe miasta”. W oparciu o jego założenia przyjęto następujące programy: “Zdrowe miejsce pracy”, “Szpital promujący zdrowie”, “Zdrowa szkoła”. W Polsce realizowane są one od początku lat 90-tych (“Zdrowe miejsce pracy” nawet wcześniej. )

A oto ich krótkie omówienie :

\* **Zdrowe miasto** - projekt dzięki któremu zostają wprowadzone w miastach zmiany mające zapewnić mieszkańcom osiągnięcie możliwie najlepszego stanu zdrowia poprzez uzyskanie czystego, bezpiecznego i wysokiej jakości środowiska ( powietrza, wody, żywności, mieszkań). Zmiany te mają zapewnić poprawę warunków pracy, zwiększenie dochodów i bezpieczeństwa. W myśl projektu społeczność lokalna uczestniczy w działaniach na rzecz zdrowia poprzez wyrażanie opinii mających wpływ na decyzje polityczne i zarządzanie, a także poprzez dokonywanie wyboru stylu życia i sposobu korzystania z opieki zdrowotnej.

\* **Zdrowe miejsce pracy** - zakład pracy stanowi siedlisko ludzkie, w którym istnieje możliwość udzielania stałej informacji i prowadzenia działań edukacyjnych w zakresie promocji zdrowia. Przez promocję zdrowia w miejscu pracy najczęściej rozumie się wszelkie działania służące umocnieniu i rozwojowi zdrowia pracowników. Są to::

-działania z dziedziny prewencji medycznej,

-interwencje dotyczące pośrednio lub bezpośrednio zachowań pracowników związanych ze sferą bezpieczeństwa i higieny pracy,

-interwencje dotyczące sfery ich życia codziennego poza pracą (styl życia).

Podejmowanie działań promujących zdrowie pracowników w miejscu pracy jest celowe ze względu na :

1) interes samych pracowników, którzy dzięki tym działaniom uzyskują możliwość rozwoju swojego zdrowia

2) interes przedsiębiorstwa, dla którego zdrowszy pracownik jest bardziej funkcjonalnym i wydajnym

3) interes ogólnospołeczny, gdyż ogólny potencjał zdrowotny społeczeństwa wzrasta

\* **Szpital promujący zdrowie** - wprowadzenie idei promocji zdrowia do szpitala -co wspomaga poprawę :

- statusu szpitala jako instytucji służącej ludziom, lepsze zintegrowanie ze środowiskiem regionu, lepsze przystosowanie szpitala do leczenia ludzi przewlekle chorych i zawansowanych wiekowo
- warunków sanitarnych
- warunków pracy oraz zwiększenie satysfakcji zawodowej personelu
- samopoczucia pacjentów i ich rodzin

## 1. PROMOCJA ZDROWIA DZIECI I MŁODZIEŻY

Zdrowie i edukacja są ściśle ze sobą powiązane. Dobre zdrowie jest jednym z podstawowych warunków osiągnięć szkolnych. Ich brak może doprowadzić do zaburzeń rozwoju psychicznego dziecka i do znacznego zmniejszenia poczucia własnej wartości. Głównymi przyczynami mogącymi spowodować powyższe zagrożenia są negatywne czynniki występujące w środowisku dziecka:

\*rodzinnym (problem alkoholowy, ubóstwo, bezrobocie, niski poziom wykształcenia rodziców)

\*szkolnym (zbyt liczne klasy, niewłaściwe relacje nauczyciel-uczeń )

\*fizycznym ( narażenie na dym tytoniowy, zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego, zanieczyszczenia powietrza wewnątrzdomowego )

To w trosce o zdrowie dzieci powstał w ramach programu "Zdrowie dla wszystkich w 2000 roku" projekt **Zdrowa szkoła**. Wg. T. Williamsa, jednego z twórców koncepcji szkoły promującej zdrowie, szkołę taką charakteryzują trzy główne cechy:

- 1) edukacja prozdrowotna w ramach programu nauczania
- 2) uwzględnienie zdrowia w życiu szkoły (tzn. etos zdrowia), troska o dobre samopoczucie uczniów i pracowników
- 3) współdziałanie szkoły z rodziną i społecznością lokalną

Zgodnie z założeniami Europejskiej Sieci Szkół Promujących Zdrowie nadrzędnym celem jest zdrowy styl życia całej społeczności szkolnej, zarówno uczniów jak i pracowników. Dla osiągnięcia tego celu społeczność ta powinna zawrzeć kontrakt, na podstawie którego tworzyć się będzie zdrowe i bezpieczne środowisko ułatwiające wszystkim jej członkom promocję zdrowia. W Polsce w projekcie "Szkoła Promująca Zdrowie" uczestniczy obecnie blisko 20 szkół, a jedną z pierwszych, która uzyskała to miano jest Szkoła Podstawowa nr 105 w Krakowie. Szkoła ta jako pierwsza w Krakowie podjęła nauczanie w klasach integracyjnych, w których dzieci niepełnosprawne uczą się razem z ich zdrowymi i pełnosprawnymi kolegami. Główne cele promocji zdrowia wśród dzieci i młodzieży to :

1. **zwiększenie aktywności ruchowej** - niebagatelne znaczenie, obok zajęć obowiązkowych z wychowania fizycznego, mają tu dodatkowe zajęcia ruchowe. Główną rolę trzeba przypisać gimnastyce korekcyjnej, która zapobiega, wyrównuje i koryguje istniejące już nieprawidłowości. Kolejnym aspektem promowania zdrowia stać się powinno upowszechnienie wszelkich form turystyki: pieszej, rowerowej, kajakowej. To z całą pewnością przyczyni się do podniesienia poziomu wydolności wysiłkowej, a jednocześnie wyrobi nawyk dbania o ciężką i sprawność fizyczną, co zaowocuje również w dorosłym życiu.

2. **wdrażanie zasad higieny osobistej** - higiena osobista to nie tylko mycie rąk i zębów, ale również utrzymywanie porządku w swoim otoczeniu zarówno najbliższym (pokój, dom, klasa), jak i dalszym (podwórko, ulica, park, las).

3. **nauka racjonalnego żywienia** - należy zwrócić szczególną uwagę na **jakość pożywienia** (świeże owoce i jarzyny, ciemne pieczywo, nabiał, dostarczenie odpowiedniej ilości mikroelementów); dużym zagrożeniem, szczególnie dla dzieci jest nadmierne spożywanie

słodyczy, negatywnie wpływające na stan uzębienia (próchnica) i sprzyjające powstawaniu otyłości.

4. **profilaktyka uzależnień** -wobec faktu, że wzrasta liczba dzieci i młodzieży palącej papierosy i pijących alkohol, a jednocześnie obniża się wiek w którym sięga się po te używki należy poprzez odpowiednio poprowadzone pogadanki, filmy a przede wszystkim dobry przykład (niepalący nauczyciel oraz niepalący rodzice ) wykazywać nie tylko zagrożenia zdrowotne, ale również pomóc młodzieży w odpowiednim ustaleniu hierarchii wartości życiowych

5. **edukacja seksualna** - w obecnych czasach nabiera szczególnego znaczenia z dwóch równoważnych powodów:

a) zagrożenie HIV/ AIDS - edukację młodzieży w zakresie HIV/AIDS jako formę profilaktyki choroby należy rozpocząć już w szkołach podstawowych i kontynuować na wyższych szczeblach edukacji, dostosowując jej poziom do ogólnego poziomu wiedzy młodzieży, jak również uwzględniając wyniki najnowszych badań nad tą chorobą. Ważne tu jest, aby wiedza o AIDS przekazana młodzieży stała się wiedzą praktyczną, którą młodzież włączy w swój system przekonań.

b) obniżenie wieku w którym młodzież podejmuje pierwsze kontakty seksualne oraz wieku, kiedy młode dziewczyny zachodzą w ciążę i stają się matkami - wobec takich tendencji zadaniem dla rodziców, nauczycieli, psychologów, lekarzy jest dostarczenie młodzieży wiedzy wyjściowej na temat biologii, potrzeb psychicznych i fizycznych człowieka oraz wpojenie poczucia odpowiedzialności za ewentualnie poczęte dziecko. Ważne bowiem jest, aby macierzyństwo było źródłem miłości i satysfakcji a nie dramatem.

6. **edukacja ekologiczno-środowiskowa** - w ciągu ostatnich lat podejmuje się coraz więcej działań w celu podniesienia kultury ekologicznej, czyli relacji człowiek-przyroda. Zadaniem edukacji środowiskowej jest kształtowanie świadomości ekologicznej. Jej efekty to zdobycie wiedzy o środowisku przyrodniczym, dostrzeganie złożoności zjawisk przyrodniczych, działania zwiększające bezpieczeństwo ekologiczne, czy też odpowiedzialność za utrzymanie i ochronę środowiska.

## 2. PROMOCJA ZDROWIA WŚRÓD DOROSŁYCH

Oryginalnym polskim dokumentem, określającym założenia polityki zdrowotnej na najbliższe lata jest **Narodowy Program Zdrowia**. Jest to oficjalny dokument państwowy w zakresie promocji i ochrony zdrowia i poprawy jakości życia. Obecna (trzecia) wersja została przyjęta do realizacji przez Radę Ministrów 3 września 1996r. Przyjęto, że nadrzędnym celem strategicznym jest poprawa zdrowia ludności i związanej z nim jakości życia przez kształtowanie wiedzy i umiejętności zdrowego stylu życia, kształtowanie środowiska sprzyjającego zdrowiu i wyrównywanie różnic zdrowotnych. Warunkiem osiągnięcia tego celu jest uświadomienie jednostkom, grupom, społecznościom lokalnym, że same są odpowiedzialne za zdrowie własne i innych. Konieczna jest odpowiednia polityka na szczeblu rządowym i terenowym. Bowiem część zasad zdrowego stylu życia może być realizowana na poziomie jednostkowym, jednak część zasad promocji zdrowia wymaga udziału na szczeblu centralnym, jak np.:

- poprawa stanu sanitarnego kraju
- usprawnienie wczesnej diagnostyki i zwiększenie efektywności leczenia nowotworów
- pomoc niepełnosprawnym przy włączaniu się lub powrocie do czynnego życia.
- ograniczenie używania substancji psychoaktywnych, promocja zdrowia psychicznego i zapobieganie występowaniu zaburzeń psychogennych

Oprócz projektów i programów opracowanych przez Biuro Światowej Organizacji Zdrowia Regionu Europejskiego, w Polsce opracowano kilka oryginalnych projektów działań na rzecz promocji zdrowia. Należą do nich: „Samorządowy ośrodek ekologii i zdrowia”, „Zdrowy dom”, „Promocja zdrowia w podstawowej opiece zdrowotnej”. W Polsce znane są również inne programy w dużym stopniu pokrywające się z ideą promocji zdrowia; są to: program **ŚOZ CINDI** (Countrywide Integrated Noncommunicable Diseases Intervention), którego głównym celem jest poprawa sytuacji zdrowotnej ludności tj. zmniejszenie zachorowalności i umieralności z powodu głównych chorób niezakaźnych do których zalicza się niedokrwienną chorobę serca, udar mózgu, przewlekły nieżyt oskrzeli i nowotwory dróg oddechowych oraz projekt amerykański pod nazwą **„Rozwiązywanie problemów dla poprawy zdrowia”** prowadzony w Polsce wspólnie z Polskim Towarzystwem Higienicznym, gdzie mieści się jego ośrodek koordynacyjny dla całego kraju.

W promocji zdrowia dorosłych większość zaleceń jest identycznych jak zalecenia dla dzieci i młodzieży, z tym tylko, że wymagania stawiane dorosłym powinny być duże większe. Na dorosłych spoczywa również dodatkowy obowiązek: we wszystkich poczynaniach powinni myśleć nie tylko o sobie, ale także o swoich dzieciach oraz przyszłych pokoleniach.

Główne zalecenia to:

1. znajomość zasad prawidłowego sposobu odżywiania się i ich urzeczywistnianie w codziennym modelu żywienia
2. dbałość o kulturę fizyczną
3. higiena osobista i higieniczny sposób ubierania się
4. umiejętność radzenia sobie ze stanami napięć psychicznych w przypadku zaistnienia niekorzystnych okoliczności (np. niedostatków materialnych, złych warunków mieszkaniowych, braku systemu stwarzającego pewność oparcia społecznego) oraz dbałość o właściwe stosunki międzyludzkie
5. niepoddawanie się przyzwyczajeniom i niepopadanie w uzależnienia i nałogi
6. stała edukacja antynikotynowa, antyalkoholowa i przeciwnarkotyczna i co się z tym wiąże dążenie do wprowadzania nowych wzorów i zachowań kulturowych

**Profilaktyka „egzogenna” chorób społecznych i cywilizacyjnych winna obejmować:**

1. globalną politykę ochrony zdrowia, realizowaną konsekwentnie zarówno przez rządy poszczególnych państw jak i organizacje międzynarodowe.
2. ochronę środowiska przyrodniczego oraz rozwój technik sozologicznych
3. działania wiodące do właściwej organizacji i wyposażenia służby zdrowia
4. działania ekonomiczne preferujące tzw. zdrową żywność i prawidłową strukturę odżywiania się ludności
5. przestrzeganie parametrów higienicznych i „norm” higienicznych w odniesieniu do gleby, wody, powietrza oraz żywności
6. dbałość o stan zdrowotny zwierząt hodowlanych, zwłaszcza pod kątem gruźlicy i białaczek
7. systematyczne badania lekarskie dużych populacji, zwłaszcza młodzieży
8. powszechną edukację ekologiczną społeczeństwa
9. opracowanie nowoczesnych programów kształcenia podyplomowego w zakresie zdrowia publicznego.

Przy wypracowywaniu polskiego modelu kształcenia profesjonalnych kadr w zdrowiu publicznym pomocna jest znajomość modeli obowiązujących i funkcjonujących w innych krajach

### **Model USA**

W Stanach Zjednoczonych odpowiedzialność za kontrolę praktyki w zdrowiu publicznym ponoszą władze federalne, stanowe i lokalne. Rząd federalny zapewnia ogólne

kierunki, ustala narodowe priorytety oraz standardy. Agencje federalne zajmują się kontrolą produkcji i rozmieszczenia wytworów, które mogą mieć niebezpieczny wpływ na zdrowie narodu. Dotyczy to szczególnie produkcji substancji chemicznych, żywności, leków i innych produktów mogących wpływać na skażenie środowiska. Jednakże zasadnicza działalność w zdrowiu publicznym - zapobiegawcza, promocyjna, opiekuńcza odbywa się na poziomie stanowym i lokalnym (miejskim i powiatowym), a głównym ogniwem realizującym jest wydział zdrowia publicznego. Zakres prawno-organizacyjnych powinności władz stanowych w obszarze zdrowia publicznego dotyczy m. in.:

- kontroli chorób zakaźnych (communicable disease control), chorób chronicznych (chronic disease control), gruźlicy (badania kontrolne i leczenie), HIV-AIDS, chorób epizootycznych
- zapobiegania próchnicy (dental health), utraty wzroku (prevention blindness), szczepienia i kwarantanny.
- zapobiegania i leczenia alkoholizmu, lekomanii, narkomanii, nikotynizmu
- higieny pracy i relacji praca-zdrowie (occupational health)
- kontroli środowiskowych zagrożeń zdrowia: wody, powietrza, promieniowania, żywności
- nadzoru i kontroli sanitarnej nad usuwaniem nieczystości i odpadków; dezynsekcji i deratyzacji
- zapobiegawczego nadzoru sanitarnego (inwestycje, obiekty publiczne, mieszkania)
- opieki zdrowotnej nad matką i dzieckiem, nad ludnością ubogą w ramach programu Medicare oraz nad ludnością powyżej 65 roku życia w ramach programu Medicaid
- opieki pielęgniarskiej, szkół zdrowia, tj. oświaty zdrowotnej i promocji zdrowia
- dzieci niepełnosprawnych

Niemala część tych zadań cedowana jest na szczeble lokalne wydziałów zdrowia. Na ogół jednak na szczeblu lokalnym realizuje się następujące zadania:

- kontrola chorób zakaźnych i chronicznych
- szczepienia
- kontrola i leczenie gruźlicy
- opieka nad matką i dzieckiem
- kontrola środowiskowych zagrożeń zdrowia (w tym higiena komunalna), HIV i AIDS

Tak więc zdrowie publiczne w USA ma dość jednorodny charakter. Za realizację zadań w tej sferze odpowiadają przede wszystkim władze państwowe i samorządowe. Dość istotną cechą modelu amerykańskiego jest to, że w wydziałach zdrowia oraz w szkołach zdrowia publicznego pracuje i studiuje różnorodny pod względem wykształcenia zawodowego personel. Standardową drogę kariery w zdrowiu publicznym toruje stopień "Master of Public Health". Wiele z tych którzy zdobywają ten stopień nie ma wykształcenia medycznego.

### **Model Brytyjski**

Model brytyjski różni się od przedstawionego wyżej liberalnego modelu obowiązującego w USA. W odróżnieniu od koncepcji liberalnej, tradycja dopuszczała tam regulacyjną, koordynacyjną i opiekuńczą funkcję państwa. Narodowa Służba Zdrowia jest jej dobitnym dowodem. Od samego też początku tj. od uchwalenia ustawy o zdrowiu publicznym w 1848 roku do czasów współczesnych, wymagania kwalifikacyjne stawiane profesjonalistom określone są na podstawie oceny stanu zdrowia populacji. Ta sama ustawa wprowadziła na szczebel lokalny stanowisko medycznego urzędnika zdrowia (medical officer of health), czyli inspektora sanitarnego. Funkcję tę pełnić mógł tylko lekarz mający dyplom w zakresie zdrowia publicznego (Diploma in Public Health). W 1974 roku zlikwidowano stanowisko medycznego urzędnika zdrowia, a jego powinności przejął lekarz środowiskowy, przemianowany później na lekarza medycyny zdrowia publicznego. Dopiero rządy M. Thatcher dały możliwość wprowadzenia do brytyjskiego systemu ochrony zdrowia specjalisty nie będącego lekarzem. Decyzje te dały potrzebę zatrudnienia na stanowiskach kierowniczych

w ochronie zdrowia osób mających wykształcenie menadżerskie. Tak więc, w okresie ostatniego ćwierćwiecza nastąpiło rozgraniczenie programowe i organizacyjne tych pól zdrowia publicznego, którymi zawiadywać może tylko i wyłącznie specjalistycznie przygotowany lekarz. Inne, a dotyczy to głównie zagadnień higienicznych, zostały wyprowadzone z bezpośredniej odpowiedzialności lekarza, do wydziałów zdrowia środowiskowego (environmental health). Takie ujęcie różni system brytyjski od systemów obowiązujących w USA i Niemczech, w których wydziały zdrowia publicznego (Public Health Department i Gesundheitsamt) obejmują swoim zasięgiem nie tylko zapobiegawczo-medyczne i opiekuńcze zagadnienia zdrowia publicznego, ale także problemy zdrowia środowiskowego.

Przedstawione powyżej modele opieki w zdrowiu publicznym dowodzą, iż zdrowie publiczne musi doskonalić się w optymalizowaniu swoich celów, zadań i środków działania. Musi także kształcić profesjonalistów mających interdyscyplinarną wiedzę oraz umiejętności jej wykorzystania w zakresie rozpoznawania i zapobiegania chorobom oraz w promowaniu zdrowia. Przy tworzeniu własnego modelu opieki w zdrowiu publicznym trzeba dostosować dotychczasowy system kształcenia kadr odpowiedzialnych w naszym kraju za pożądane standardy zdrowia do wymogów Unii Europejskiej. Trzeba również odpowiedzieć na pytanie czym jest i czym powinno być zdrowie publiczne w Polsce na przełomie wieków XX i XXI, a w tym jaka jest, a jaka powinna być rola poszczególnych podmiotów współuczestniczących w realizacji celów polityki zdrowotnej.

#### Literatura

- Bik B. Koncepcja promocji zdrowia. *Zdrowie Publiczne* 1996, 249-263
- Haładaj K., Chlebna -Sokół D. Aktualne kierunki promocji zdrowia wśród dzieci i młodzieży. *Zdrowie Publiczne* 1998/10, 410-413
- Indulski J.A, Nosko J. Kształcenie w zdrowiu publicznym. Zagadnienia Ogólne. *Zdrowie Publiczne* 1998/10, 381-387
- Iwanek A. Stan Zdrowia Ludności Polski w 1996 r.
- Karski J.B. Praktyczne metody działania w zakresie promocji zdrowia. *Zdrowie Publiczne* 1997/7, 155-162
- Kuciarska-Ciesielska M. Stan zdrowia ludności Polski. *Zdrowie Publiczne* 1988/4, 142-146,
- Sadowski Z. Promocja zdrowia - szansa i konieczność. *Promocja Zdrowia, Nauki Społeczne i Medycyna* 1994/3-4, 15-34
- Słońska Z. Promocja zdrowia -zarys problematyki. *Promocja Zdrowia, Nauki Społeczne i Medycyna* 1994/1-2, 37-52
- Woynarowska B., Jodkowska M., Pułtorak M., Wojciechowska A. Problemy zdrowotne uczniów w Polsce i propozycje ich rozwiązań. *Zdrowie Publiczne* 1998/2, 81-85



## VIII. ZACHOWANIA SPRZYJAJĄCE ZDROWIU W RÓŻNYCH OKRESACH ŻYCIA CZŁOWIEKA

### 1. ZACHOWANIA SPRZYJAJĄCE ZDROWIU W OKRESIE CIĄŻY

Prawidłowo przebiegająca ciąża jest stanem fizjologicznym, dlatego nie wymaga radykalnych zmian stylu życia, jedynie zwrócenia uwagi na te codzienne zachowania, które będą korzystne dla rozwijającego się dziecka i zdrowia przyszłej matki. Opieka lekarska nad ciężarną, wychwycenie nieprawidłowości w rozwoju ciąży, przygotowanie kobiety do porodu, opieka nad rodzącą i położnicą należą do lekarzy ginekologów - położników. Wskazane jest **wczesne zgłoszenie się do lekarza** (przed 10 tyg. ciąży), dzięki czemu można jak najwcześniej zebrać wywiad, wychwycić istniejące czynniki ryzyka oraz poinformować kobietę o stylu życia w okresie ciąży. Lekarz powinien poruszyć przede wszystkim kwestię higieny osobistej, pracy zawodowej, wysiłku fizycznego i uprawianych sportów, snu, odżywiania, stosowania leków i używek.

Ciąża nie jest przeciwwskazaniem do **pracy zawodowej**, o ile wykonywana praca nie zagraża prawidłowemu rozwojowi dziecka i zdrowiu ciężarnej. W ocenie bezpieczeństwa matki i dziecka znaczące będą :

- rodzaj wykonywanej pracy ( np. konieczność dźwigania, praca na wysokości, praca wiążąca się z silnymi stresami, praca nocna, w godzinach nadliczbowych, poza stałym miejscem pracy)
- warunki pracy ( szkodliwe czynniki w miejscu pracy, np. promieniowanie jonizujące, rentgenowskie, długotrwała ekspozycja na pole elektromagnetyczne, anestetyki wziewne, leki cytostatyczne, praca w mikroklimacie gorącym, zimnym i w drastycznych zmianach temperatury, praca w hałasie i drganiach)
- przebieg ciąży ( stan ogólny kobiety, rozwój ciąży, przeszłość położnicza i ginekologiczna)

Kobiet w ciąży nie wolno zatrudniać przy pracach szczególnie uciążliwych i szkodliwych, wymienionych w rozporządzeniu Rady Ministrów z 1996 r., o czym mówi także art. 176 Kodeksu pracy.

Jeżeli wykonywana praca wiąże się z realnym zagrożeniem (znajduje się w rozporządzeniu lub orzeczenie lekarskie stwierdza jej szkodliwość w przypadku danej ciąży), należy przenieść kobietę do innej pracy lub rozważyć zwolnienie lekarskie.

W okresie ciąży korzystna jest **aktywność fizyczna**. Nie ma sztywno ustalonej granicy wysiłku fizycznego; określa się ją indywidualnie dla każdej kobiety. Trzeba jednak wyeliminować wysiłek niebezpieczny dla ciąży :

- sport wyczynowy
- jazdę konną
- sporty wiążące się ze skakaniem i wstrząsami, np. aerobik

Jeżeli kobieta jest zdrowa, a przebieg ciąży prawidłowy, zaleca się pływanie - korzystne dla kondycji fizycznej i samopoczucia. Kobieta, która przed zajściem w ciążę nie uprawiała żadnych sportów, nie powinna nagle zmieniać tego stylu życia. Istnieją specjalnie opracowane zestawy ćwiczeń (por. Fijałkowski Wł.: Ruch a zdrowie kobiety), które służą utrzymaniu dobrej kondycji fizycznej, potrzebnej zwłaszcza w czasie porodu, wymagającego dużego zasobu sił. Celem tych ćwiczeń jest :

- uzyskanie pełnej wydolności mięśni biorących udział w porodzie ( dobre wyćwiczenie mięśni tłoczni brzusznej usprawnia przebieg porodu, przeciwdziała zwiótczeniu powłok brzusznych)

- umiejętność rozluźniania grup mięśni nie zaangażowanych bezpośrednio w poród, aby nie zakłócać skurczów porodowych i uniknąć szybkiego wyczerpania i niepotrzebnego zużycia energii

- zapewnienie dobrej wymiany tlenowej między matką a dzieckiem
- szybszy powrót do formy po przebytym porodzie
- ogólne dobre samopoczucie podczas ciąży, polepszenie snu i apetytu

Dla kobiety ciężarnej najbardziej higieniczną i najbezpieczniejszą **kąpielą** jest prysznic. . Miednica mała wraz z drogami rodnymi ulega podczas ciąży przekrwieniu, drogi rodne stają się bardziej rozpulchnione i podatne na zakażenia i stany zapalne, dlatego kąpiele w wannie mogą sprzyjać infekcjom dolnego odcinka dróg rodnych. Kąpiel w gorącej wodzie jest niewskazana ze względu na ryzyko omdlenia. Jeżeli ciąża rozwija się prawidłowo, a stan zdrowia kobiety jest zadowalający, nie ma przeciwwskazań do kąpieli w basenie, jeziorze itp.

W okresie ciąży nabiera wagi dbałość o **uzębienie**. Zaniedbane, próchnicze zęby mogą stać się ogniskiem ogólnej infekcji, a przekrwienie i rozpulchnienie dziąseł sprzyja ich stanom zapalnym. Sama ciąża jako okres wysiłku całego organizmu kobiety może być przyczyną pogorszenia stanu zębów, dlatego zaleca się częstsze kontrole u stomatologa.

**Regularny tryb życia** jest najkorzystniejszy dla kobiety w ciąży, ponieważ jego celem jest stworzenie matce i dziecku możliwie najlepszych warunków życia codziennego. Obejmuje on :

- odpowiednią ilość snu na dobę ( min 8 godzin)
- prawidłowe odżywianie (dieta pełnowartościowa, niedozwolone diety odchudzające i wybiórcze)
- pracę domową i pracę zawodową dostosowaną do możliwości ciężarnej
- czas na spacer i odpoczynek ( nogi ułożone do góry)
- przewiewne i luźne ubranie, biustonosz
- wygodne buty
- zminimalizowanie stresów

Trzeba zwrócić uwagę przede wszystkim na skład diety, a nie na jej ilość. Zapotrzebowanie energetyczne w ciąży wzrasta w związku ze wzrostem płodu, łożyska i tkanek macicznych. PPM zwiększa się także ze względu na wzrost przepływu sercowo-naczyniowego i pracy oddechowej oraz z powodu wzmożonej syntezy tkanek. Średni dodatkowy wydatek energetyczny wynosi w I trymestrze 150 kcal/dz, a od II trymestru 350 kcal/dz. Zapotrzebowanie energetyczne ustala się indywidualnie dla ciężarnej, uwzględniając tryb życia, wiek, aktywność ruchową i wykonywaną pracę. Średnio wynosi ono 2000 - 2500 kcal/dz.

Nieodpowiednia dieta i niedożywienie są szkodliwe zarówno dla dziecka, jak i dla matki. Mogą spowodować :

- u kobiety : anemię
  - poronienie, poród przedwczesny
  - gestozę
  - infekcje
  - zaburzenia laktacji
- u dziecka : niską wagę urodzeniową
  - wcześnieactwo
  - zwiększone ryzyko śmierci okołoporodowej
  - infekcje
  - zaburzenia neurologiczne

Ze względu na zdrowie swojego dziecka kobieta ciężarna powinna zrezygnować z palenia tytoniu i picia alkoholu. Badania nad wpływem tych używek na rozwijające się dziecko wykazują ich szkodliwość : niską masę urodzeniową i zwiększoną śmiertelność okołoporodową dzieci z matek palaczek, występowanie FAS (fetal alcohol syndrome) u dzieci matek nadużywających alkoholu, niezależnie od grupy społecznej i warunków ekonomicznych, w jakich żyją. Nawet niewielkie, ale codzienne spożycie alkoholu, szczególnie w pierwszych tygodniach ciąży, może przyczyniać się do dystrofii i późniejszych neurologicznych zaburzeń rozwojowych u dzieci.

Również leki przyjmowane przez kobietę w czasie ciąży, zwłaszcza w pierwszych tygodniach, przenikające przez barierę łożyska, mogą stać się przyczyną wad rozwojowych upośledzających dziecko po urodzeniu. Klasycznym już przykładem stał się Contergan (Talidomid), lek zażywany przez kobiety ciężarne, który powodował u ich dzieci wady rozwojowe kończyn. Znany jest szereg leków o stwierdzonym działaniu teratogennym, jednak jak dotąd nikt nie określił stopnia bezpieczeństwa wobec wszystkich stosowanych leków. Dlatego zażywanie leków należy ograniczyć w ciąży do ściśle wskazanych przez lekarza, po konsultacji z lekarzem położnikiem.

Wiele leków (np. Izoniazyd, Rifampicyna, Metronidazol, środki przeczyszczające, witaminy w wysokich dawkach, antybiotyki z grupy penicylin, cefalosporyn czy aminoglikozydów) przyjmowanych przez matkę w czasie laktacji znajduje się w jej mleku i tą drogą może wywierać szkodliwy wpływ na dziecko. Z tego względu w okresie karmienia piersią trzeba postępować równie ostrożnie jak podczas ciąży.

Z uwagi na zdrowie dziecka i matki korzystne jest planowanie ciąży. **Przed tą decyzją kobieta powinna wyleczyć** wszelkie stany zapalne w organizmie, czynne procesy zakaźne (np. gruźlicę) , zaszczepić się przeciwko wirusowi różyczki, o ile nie była szczepiona lub nie przeżyła tej choroby. Bardziej szczegółowe zalecenia i badania odnoszą się do kobiet z obciążonym wywiadem położniczym, czyli do ciąż ryzyka.

Piśmiennictwo:

Klimek R. (red.) :Położnictwo, Warszawa 1998

Benson R.C. :Położnictwo i ginekologia, Warszawa 1998

Augustin B.: Alkohol a zdrowie, Gazeta Lekarska 1999, nr 1,2

Fijałkowski Wł., Karpińska B : Ruch a zdrowie kobiety, Warszawa 1985

Makowiec-Dąbrowska T.: Ochrona prawna pracujących zawodowo kobiet w ciąży (materiały do kursu doskonalącego z medycyny pracy), Kraków 1999

## 2. ZACHOWANIA SPRZYJAJĄCE ZDROWIU W OKRESIE ROZWOJOWYM

Już w okresie prenatalnym możemy mówić o zachowaniach mających korzystny wpływ na zdrowie dziecka. Cały styl życia kobiety ciężarnej, stan jej zdrowia fizycznego i psychicznego, zdrowie jej rodziny, warunki w domu i w pracy wpływają na rozwijające się dziecko. Zwłaszcza powszechna obecnie praca zawodowa kobiet i wiążąca się z nią ekspozycja na różnorodne szkodliwości jest okolicznością przemawiającą za jak najwcześniejszym potwierdzeniem lub wykluczeniem ciąży, tym bardziej że odpowiednich działań ze strony pracodawcy można oczekiwać dopiero po przedstawieniu zaświadczenia o stanie ciąży. Współczesna medycyna zna wiele metod rozpoznawania ciąży, wśród nich testy oznaczające gonadotropinę kosmówkową (HCG), użyteczne już w pierwszych dniach po zapłodnieniu. Oprócz orientacji co do własnego stanu i perspektywy macierzyństwa, umożliwia to szybką **wizytę u lekarza - położnika**, który poprowadzi ciążę, a potem poród i połóg. Zebrany wtedy wywiad dotyczy głównie :

- przeszłości ginekologicznej ciężarnej
- przebytych chorób (w tym chorób genetycznie uwarunkowanych u kobiety i w rodzinie)
- przeszłości położniczej (poronień, ciąż niedonoszonych, dzieci urodzonych z wadami wrodzonymi)
- stylu życia (w tym stosowanych używek)
- warunków rodzinno- socjalnych i ekonomicznych (w tym odżywiania się)
- rodzaju wykonywanej pracy i warunków w miejscu pracy (szczególnie

\*związanych z nią obciążeń i narażeń)

Na podstawie tych informacji lekarz wyrabia sobie zdanie o warunkach, w jakich będzie rozwijało się dziecko. Wyjaśnia kobiecie, jak i dlaczego powinna unikać narażeń, a w razie potrzeby orzeka konieczność przesunięcia na inne stanowisko lub czasową niezdolność do pracy. Część lekarzy uważa, że zwolnienia lekarskiego należy udzielać ciężarnej także w przypadku subiektywnego poczucia zmęczenia i braku sił do dalszej pracy zawodowej ze względu na ryzyko porodu przedwczesnego.

Nowonarodzone dziecko od pierwszych godzin swojego życia poza organizmem matki poddawane jest różnym zabiegom mającym na celu ochronę jego zdrowia. Jest nim **zabieg Credego**, polegający na wkropleniu 1 kropli 1%-owego roztworu azotanu srebra do worka spojówkowego. Zapobiega to ślepecie dziecka jako powikłaniu zakażenia dwóinką rzeżączki. Rutynowe wykonywanie zabiegu Credego rozpoczęto w Polsce na mocy rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych z dn. 2 V 1929 r. Jakkolwiek etiologia najczęstszych zakażeń powodujących stan zapalny przedniego odcinka oka u noworodków (ophtalmia neonatorum) jest różna w zależności od kraju (w krajach wysoko rozwiniętych dominują Chlamydie, a N. gonorrhoe wymieniana jest jako trzecia), to jednak zabieg Credego należy nadal wykonywać **rutynowo** jako najlepszy spośród proponowanych dotąd metod (zastosowanie 1%-owej maści tetracyklinowej lub 0.5%-owej maści erytromycynowej).

Kolejne przykłady to : **badanie obecności jąder w mosznie i ocena stawów biodrowych** dziecka. Wczesne rozpoznanie cryptorchismus pozwala rozpocząć odpowiednie leczenie, początkowo niechirurgiczne, i zapobiega późniejszym zaburzeniom płodności (w tym bezpłodności) u mężczyzny. Rutynowe badanie stawów biodrowych umożliwia wczesne stwierdzenie lub wykluczenie zwichnięcia i skuteczne leczenie, które często sprowadza się do tak nieskomplikowanego postępowania jak szerokie pieluchowanie, utrzymujące nóżki dziecka w stałym odwiedzeniu w stawach biodrowych. W przypadkach nierozstrzygniętych bada się cechy dysplazji badaniem USG przed ukończeniem 3 miesiąca życia. Chroni to

dziecko przed przyszłym kalectwem, szpecącym kaczkowatym chodem i obciążającym, krwawym i kosztownym zabiegiem wszczepienia endoprotezy stawu biodrowego.

Po skończonej 3. dobie życia wykonuje się również **testy przesiewowe**, celem wczesnego wykrycia chorób metabolicznych wrodzonych : fenyloketonurii i hipotyreozy. Ostatnio nie wykonuje się badania w kierunku hipotyreozy rutynowo (screening), a jedynie jako badanie zalecane (płatne). Odpowiednio szybko zastosowane leczenie zapobiega nieodwracalnym zaburzeniom, m.in. niedorozwojowi umysłowemu dziecka.

Bardzo prostym działaniem profilaktycznym jest **karmienie dziecka piersią**. Dziecko powinno się przystawić do piersi możliwie jak najszybciej po urodzeniu. Pokarm wydzielany przez pierwsze dni po porodzie (siara, młodziwo, łac. colostrum) zawiera więcej białka niż

mleko dojrzałe, z czego połowę stanowią immunoglobuliny. Zapewnia to niemowlęciu bierną odporność na infekcje. Obecna w mleku kobiecym laktoferyna zapobiega zakażeniom *E. coli*, Ig A hamuje wzrost i reprodukcję bakterii i wirusów w jelitach, a tzw. czynnik wzrostowy utrzymuje prawidłową florę bakteryjną w przewodzie pokarmowym dziecka (*Lactobacillus bifidus*), która także zapobiega rozplemowi pałeczek *E. coli*.

Mleko zdrowej matki jest pokarmem najlepiej dostosowanym do potrzeb dziecka (jego skład zmienia się stopniowo od porodu aż do około 3 tygodnia), łatwo dostępnym, jałowym, o właściwej temperaturze i posiadającym najkorzystniejsze proporcje między poszczególnymi składnikami, dzięki czemu jest bardzo dobrze wchłaniane przez przewód pokarmowy niemowlęcia.

czynnik	mleko ludzkie	mleko krowie
Inhibitory bakteryjne swoiste Ig A	obecne	nieobecne
Matczyne limfocyty	obecne	nieobecne
Komplement, reakcja, związki	obecny	
Laktoferyna	wysoka	umiarkowana
Lizozym	obecny	śląd
Miedź	umiarkowana	mała
Zdolność buforowania	zła	dobra
Wpływ na florę jelitową: czynnik <i>Lactobacillus bifidus</i>	obecny	nieobecny
Witamina B12	niska	wysoka
Nienasycone wiązanie białek B12	wysokie	niskie
Metionina	niska	wysoka
Metionino-cystyna	niska	wysoka
Nukleotydy	wysokie	niskie
Swoisty mechanizm wchłaniania jelitowego	wysoki	niski
Calcium	(laktoza wysoka)	(lakotza niska)
Cynk	prostaglandyna	=
Żelazo	laktoferyna	transferyna
Czynniki wspomagające wchłanianie żelaza:		

Laktoza	wysoka	niska
Białka	niskie	wysokie
Cysteina	wysoka	niska
Calcium phosph.	sprzyjający	niesprzyjający
Tauryna	wysoka w składzie azotu pozabiałkowego	=
Wchłanianie tłuszczu	dobrze	złe
Wchłanianie azotu	dobrze	złe
Wchłanianie skł. mineralnych	dobrze	złe
Nienasycone kw. tłuszczowe	wysokie	niskie
Wolne kw. tłuszczowe	wysokie	niskie
Potas, fosfor	niski	wysoki
Cynk, mangan, kw. foliowy, wit.A, D, E	wysoki	niski
Karnityna-trójmetyloamina (wspomaga wchłanianie kw. tłuszczowych nienasyconych do komórki)	obecna	nieobecna

Porównanie mleka ludzkiego z mlekiem krowim. (wg Górnicki B., Dębiec B., Baszczyński J., "Pediatria", t. I, tab. 6.7, zmodyfikowana)

Uważa się, że -oprócz mniejszej zapadalności na choroby infekcyjne- dzieci karmione piersią chorują na wyprysk atopowy kilkakrotnie rzadziej niż karmione sztucznie. Obecnie coraz mocniej podkreśla się znaczenie karmienia piersią dla prawidłowego rozwoju emocjonalnego dziecka, najpełniejszego doświadczania uczuć macierzyńskich i powstawania silnej więzi pomiędzy matką i dzieckiem.

Ważnymi działaniami sprzyjającymi zdrowiu są **szczepienia ochronne**. W Polsce prowadzi się je od dziesiątków lat, według obowiązującego kalendarza szczepień, dzięki czemu choroby zakaźne, przeciwko którym szczepimy, nie są już istotną przyczyną śmiertelności. Jeszcze w latach międzywojennych umierało z ich przyczyny około 20 % populacji w Polsce; w 1996 r. mniej niż 1 %. Do tej zmiany przyczyniła się także poprawa warunków społeczno-ekonomicznych i medycznych, które obecnie znów się pogarszają. Mimo opanowania problemu chorób zakaźnych nie należy rezygnować ze szczepień i ludzić się, że przestały być realnym zagrożeniem. Przykładem może być epidemia dyfterytu (błonicy) w latach 1990-96 wśród dzieci i dorosłych na terenach dawnego Związku Radzieckiego, gdzie początkowo śmiertelność sięgała 20 %. W Polsce obawiano się wtedy zawleczenia dyfterytu na tereny przygraniczne. Argumentem przekonującym o wartości szczepień ochronnych jest fakt wykorzenienia ospy prawdziwej (czarnej) w 1977 r., z powodu której jeszcze w latach 60-tych umierało na świecie 2 miliony ludzi rocznie. Całkowita eradykacja choroby zakaźnej jest niezbędna do przerwania szczepień.

	liczba zachorowań		liczba zgonów	
	maksymalna liczba zachorowań (rok)	1997	maksymalna liczba zgonów (rok)	1996
<b>odra</b>	192 147 (1969)	338	552 (1950)	0
<b>krztusiec</b>	95 968 (1960)	2 092	1 580 (1950)	1
<b>blonica</b>	43 976 (1954)	0	3 143 (1951)	0
<b>tężec</b>	456 (1954)	37	351 (1954)	15
<b>poliomyelitis</b>	6 090 (1958)	0	348 (1958)	0
<b>świnka</b>	219 516 (1994)	83 588	12 (1959)	0
<b>różyczka</b>	462 593 (1986)	138 782	4 (1972)	0
<b>ospa wietrzna</b>	216 402 (1990)	164 129	9 (1974)	3
<b>plonica</b>	88 148 (1950)	18 867	549 (1951)	0
<b>meningokokowe zapalenie opon mózgowych</b>	416* (1981)	144	96* (1988)	10

\* dane od 1970 r.

Liczba zarejestrowanych zachorowań i zgonów z powodu niektórych chorób zakaźnych, Polska od 1945 roku (wg Gałązki A., Magdzika W., "Gazeta Lekarska", 1998, 11)

Obecnie trwają badania nad stworzeniem szczepionek przeciwko drobnoustrojom wywołującym biegunki, zakażenia górnych dróg oddechowych i malarię oraz nad wynalezieniem nowej szczepionki przeciwko gruźlicy i szczepionki przeciwko HIV.

Przed szczepieniem konieczne jest zebranie wywiadu i badanie lekarskie. Należy użyć ważnej szczepionki z atestem Państwowego Zakładu Higieny.

Skuteczność szczepienia zależy od :

- rodzaju szczepionki
- dawki (dawek przypominających)
- sposobu szczepienia
- cech indywidualnych szczepionego

Odczyny poszczepienne występują najczęściej pod postacią miejscowego stanu zapalnego z jego typowymi objawami, stanów podgorączkowych połączonych z ogólnym gorszym samopoczuciem, trwających do kilku dni. Poważne odczyny ze strony CUN : zapaść, drgawki, encefalopatia opisywane były po szczepieniu przeciwko krztuścowi , jednak z częstością rzędu 1 przypadek na 100 tysięcy- 1 milion dawek oraz przeciwko błonicy, tężcowi i poliomyelitis (1 przypadek na 2 miliony dawek), dlatego nie mogą stanowić istotnego argumentu przeciwko szczepieniom ochronnym. Odczyn poszczepienny jest zawsze mniejszym zagrożeniem dla zdrowia i życia niż naturalne zakażenie chorobą zakaźną.

Istnieją przeciwwskazania do szczepienia :

- okresowe:
  - infekcja
  - gorączka
  - choroba zakaźna
  - wcześnieactwo (do osiągnięcia 2 kg w.c.)
- zupełne :
  - niedobory immunologiczne (przeciwwskazane szczepionki żywe)
  - choroby z autoagresji

ostre stadium białaczki  
chemioterapia

U dzieci alergicznych zaleca się podawanie leków przeciwhistaminowych przez 10 dni, zaczynając od dnia szczepienia.

WHO opracowała następujące zasady prowadzenia szczepień :

- po podaniu szczepionki zabitej lub anatoksyny można szczepić szczepionką zabita tego samego dnia lub po 14 dniach
- razem ze szczepionką żywą można podać inną szczepionkę zabita lub żywą, albo po 4 tygodniach zabita, albo po 6 tygodniach żywą
- szczepionkę przeciwko WZW B można skojarzyć z każdą szczepionką
- po podaniu gamma-globulin można szczepić szczepionką żywą po 6 tygodniach. Gamma-globulinę można podać w 2 tygodnie po szczepionce żywej, ale wówczas dawkę przypominającą już po 12 tygodniach. Ta zasada nie dotyczy szczepionek zabitych i doustnej szczepionki przeciwko poliomyelitis.
- odczyn tuberkulinowy jest miarodajny po szczepionce żywej po 6 tygodniach, ponieważ wtedy wygasają odczyny nadwrażliwości opóźnionej
- odstęp między dawkami przypominającymi to 4 - 6 tygodni. Maksymalne wydłużenie przez sytuacje losowe to: 3 miesiące między I i II dawką, 6 miesięcy między II i III dawką, po 6 - 24 miesiącach dawka IV.

Program szczepień ochronnych 1997 r. ustalony przez Głównego Inspektora Sanitarnego



Szczepienia  
IV strony







(Dz. U. 1994 r., nr 40, poz. 155)

Przez cały okres rozwoju dziecko objęte jest opieką profilaktyczną, czyli tzw. **powszechnymi profilaktycznymi badaniami lekarskimi** (dawniej: badania bilansowe). Celem tych badań jest:

- indywidualna ocena zdrowia i rozwoju fizycznego i psychospołecznego dziecka (zwrócenie szczególnej uwagi na tempo rozwoju, przebyte choroby, choroby przewlekłe - np. alergię, profilaktykę krzywicy, próchnicy zębów, chorób układu oddechowego - oraz higienę ciała, odpowiednie ubranie i sposób żywienia)
- określenie zagrożeń zdrowia dziecka związanych z :
  - - rodziną (patologia społeczna, choroby rodziców, używki w rodzinie, choroby przewlekłe w rodzinie, nadużycia, zaniedbywanie dziecka)
  - - szkołą (trudności w nauce i w relacjach międzyludzkich)
  - - grupą rówieśniczą (zagrożenie uzależnieniami, przede wszystkim narkomanią)
- ocena stylu życia dziecka ( zachowania prozdrowotne takie jak higiena osobista, higiena jamy ustnej, aktywność fizyczna, regularny tryb życia).

Do 15 rż dzieci przychodzą na badania z rodzicem. Pediatra rejonowy, opiekujący się danym dzieckiem, otrzymuje kartę badania rozwoju i zdrowia dziecka, wypełnioną wcześniej przez pielęgniarkę szkolną, wychowawcę dziecka i rodziców. Po badaniu lekarskim i analizie otrzymanych informacji lekarz wypełnia odpowiednią część karty, oceniając zdrowie dziecka, ewentualnie wydając odpowiednie zalecenia, a u VIII-klasistów orzekając o dalszym kształceniu i nauce zawodu.

tabelki : Terminy i zakres profilaktycznych badań u noworodków, niemowląt i dzieci do lat 2 (wg Górnicki B., Dębiec B., Baszczyński J., "Pediatria", t.I, tab. 7.1) oraz Szczegółowy zakres i termin wykonywania badań przesiewowych i powszechnych lekarskich badań profilaktycznych u dzieci w 4 i 6 rż oraz u uczniów szkół podstawowych i ponadpodstawowych. (tamże, tab. 7.2).





Tabelki

3 strongy



Opiece pediatrycznej przypada szczególna rola w tworzącym się w Polsce nowym kierunku medycyny, jakim jest promocja zdrowia. Tradycyjnie skupia się ona na profilaktyce, jednak specyfika grupy ludzkiej, którą się opiekuje, automatycznie implikuje możliwość i potrzebę kształcenia nawyków zdrowotnych. Oddziałuje na całą populację w wieku rozwojowym (25 % ogółu polskiej ludności), zatem na człowieka w okresie kształtowania się zachowań i stylu życia oraz na rodziców, którzy ze względu na dobro ich dzieci wydają się być silniej zmotywowani do zmian we własnym życiu. Kształtuje także w umyśle dziecka obraz jego kontaktów z lekarzami i pielęgniarkami, trwały i przenoszony na całą służbę zdrowia, oraz stosunek dziecka do własnego zdrowia i choroby : bierny i nieświadomy lub zaangażowany.

#### Piśmiennictwo:

Górnicki B., Dębiec B., Baszczyński J.: *Pediatrica*, Warszawa 1995, t. I

Dłużniewska K.: Higiena okresu wzrastania i dojrzewania [w:] *Medycyna zapobiegawcza i środowiskowa*, Warszawa 1997

Gałązka A., Magdzik W.: Szczepienia ochronne, "Gazeta Lekarska" 1998, 11

Spock B., Rothenberg M.B.: *Dziecko, pielęgnowanie i wychowanie*, Warszawa 1989

Gadzinowski J, Bręborowicz G.H. (red.): *Rekomendacja postępowań w medycynie prenatalnej*, Poznań 1999

## VIII. CHOROBY ZWIĄZANE ZE SZKODLIWYM STYLEM ŻYCIA.

Choroby związane z nieprawidłowym stylem życia stały się najważniejszym problemem współczesnej medycyny jako najczęściej występujące i najbardziej dotkliwe, związane z poważnymi konsekwencjami dla chorego i dla społeczności. Są nimi :

- choroby serca i układu krążenia
- nowotwory
- wypadki i urazy
- zatrucia

Jeszcze na początku XX wieku chorób tych nie wymieniano jako głównych przyczyn umieralności, jednak wraz z dokonującym się w medycynie "przewrotem epidemiologicznym" wysunęły się na pierwsze miejsce. Ich etiologia, bezsprzecznie uwarunkowana **wieloma** czynnikami (biochemicznymi, psychologicznymi, kulturowymi i środowiskowymi oraz społeczno-ekonomicznymi) pozostaje w wyraźnym związku z ludzkimi zachowaniami, tworzącymi pewną całość zwaną stylem życia. Dlatego choroby te są w znaczącej mierze rezultatem zachowań, zależnych od indywidualnego wyboru człowieka. W kontekście zmian w dzisiejszej medycynie i położenia większego nacisku na kształtowanie i poprawę zdrowia ludzkiego, stwierdzenie takiego uwarunkowania choroby zapoczątkowuje nowy kierunek ochrony zdrowia :

- uświadomienie związku pomiędzy szkodliwym stylem życia a **ciężką** chorobą, zaczynającą się często w niepozorny, podstępny sposób, stąd łatwo lekceważoną i zaniechaną; uświadomienie, że te spośród chorób wynikłych ze stylu życia, które są społecznie potępiane, nie przestają przez to być chorobami i powinny być leczone według reguł sztuki lekarskiej

- skuteczne sposoby trwałej zmiany szkodliwych zachowań i zastąpienie ich tzw. zachowaniami prozdrowotnymi.

To oddziaływanie na ludzką świadomość jest zmusną drogą i wymaga czasu, zanim przyniesie pierwsze widoczne owoce.

Nawyki zdrowotne zwane zdrowym stylem życia mają wyraźny wpływ na długość życia ludzkiego. Są nimi :

- 7 - 8 godzin snu na dobę
- 3 regularne posiłki dziennie
- umiarkowana aktywność fizyczna
- odpowiednia masa ciała
- niepalenie tytoniu
- umiarkowane, okazjonalne spożycie alkoholu

Klasycznym przykładem chorób związanych ze szkodliwym stylem życia są **uzależnienia**. Do substancji psychoaktywnych zalicza się obecnie (wg ICD 10):

- alkohol
- opiaty
- kanabinole
- leki uspokajające i nasenne
- kokainę
- substancje stymulujące (w tym kofeinę)
- substancje halucynogenne
- tytoń
- lotne rozpuszczalniki

Pod tym kątem bada się także przymusowe zachowania związane z grami hazardowymi oraz z jedzeniem.

Nazwa "uzależnienie" trafnie oddaje istotę chorób, w których człowiek, mimo ponoszonych ewidentnych szkód, nie jest w stanie dokonać samodzielnego, wolnego wyboru pomiędzy

zachowaniem zdrowym a zachowaniem dla niego szkodliwym. Uzmysławia także, jak bardzo delikatne i skomplikowane struktury osoby ludzkiej zostają przez nie uszkodzone.

Uzależnienia są dobrym przykładem dla praktycznego zrozumienia współczesnych definicji zdrowia i choroby rozumianych jako stany dynamiczne, w wielu przypadkach bez wyraźnej, punktowej granicy między nimi, w rozróżnieniu których nabierają wagi nie tylko stwierdzalne obiektywnymi metodami zaburzenia na poziomie biochemicznym organizmu człowieka, ale także subiektywne i społeczne oznaki dobrostanu lub jego braku.

Alkohol etylowy, narkotyki, niektóre leki (nasenne, uspokajające), nikotyna i substancje odurzające są środkami psychoaktywnymi, których **wspólną** cechą jest **zdolność modyfikowania** samopoczucia i zachowania. Oprócz tego mają swoje indywidualne właściwości, np. działanie pobudzające, uspokajające, nasenne czy przeciwbólowe.

Międzynarodowa Statystyczna Klasyfikacja Chorób i Problemów Zdrowotnych definiuje ogólnie następujące stany związane z przyjmowaniem środka (substancji) psychoaktywnego :

1. ostre zatrucie

użycie środka powoduje wystąpienie zaburzeń świadomości, procesów poznawczych, spostrzegania, afektu i innych funkcji psychofizjologicznych.

2. używanie szkodliwe

przyjmowanie środka powoduje szkodliwe następstwa somatyczne lub psychiczne

3. zespół uzależnienia

zespół zjawisk fizjologicznych, behawioralnych i poznawczych, w którym przyjmowanie środka i inne zachowania z nim związane dominują nad zachowaniami, charakterystycznymi dla danego człowieka sprzed fazy uzależnienia. Wiodącym objawem jest silne, "nie do odparcia" pragnienie przyjmowania środka. Nawet po długim okresie abstynencji przyjęcie środka może spowodować ponowne wystąpienie zespołu.

Rozpoznanie uzależnienia od substancji psychoaktywnej wymaga rzetelnego stwierdzenia co najmniej trzech spośród poniższych objawów :

- silne pragnienie lub przymus przyjmowania środka
- utrudniona samokontrola nad zażywaną ilością i przerwaniem przyjmowania środka
- objawy fizjologiczne: zespół odstawienny (objawy somatyczne i psychiczne o różnym nasileniu) przy odstawieniu lub wydatnym zmniejszeniu dawki dobowej. Objawy tego zespołu są charakterystyczne dla środka lub grupy środków.
- tolerancja na środek (przejawia się w postaci: "coraz więcej", "coraz częściej" lub mieszanej)
- utrata zainteresowań i koncentracja na zdobywaniu środka (zubożenie i degradacja osobowości, jaką był chory przed uzależnieniem)
- przyjmowanie środka mimo jawnych szkodliwych następstw.

Przyjmowanie środków psychoaktywnych jest spowodowane wieloma czynnikami, z których **każdy** okazuje się w danym przypadku chorobowym mniej lub bardziej znaczący :

1. uwarunkowania psychologiczne

większość uzależnionych styka się ze środkiem po raz pierwszy w młodości, w okresie kryzysu tożsamości; dla zaimanifestowania własnej niezależności; z potrzeby bycia akceptowanym przez grupę; czasem z nieistotnych powodów jak nuda czy chwilowy brak zajęcia, albo dla nieporadnej próby poradzenia sobie ze swoimi problemami, będącymi

źródłem cierpienia. Uważa się, że właśnie problemy osobowościowe są czynnikiem niezwykle mocno sprzyjającym powstawaniu uzależnienia (niezależnie od wieku).

## 2. uwarunkowania społeczne

są to nawyki wyniesione z rodziny i środowiska, które kształtowało styl życia człowieka; przyjmowanie środka psychoaktywnego może być warunkiem akceptacji grupy społecznej lub wyznacznikiem przynależności do niej.

## 3. uwarunkowania kulturowe

w obszarze kultury europejskiej i amerykańskiej alkohol jest używany w codziennym życiu, natomiast nielegalnie używa się np. marihuany. W kulturze arabskiej - odwrotnie. W krajach romańskich powszechnie używa się wina, w Niemczech piwa, a w krajach byłego Związku Radzieckiego i w Polsce tzw. twardych alkoholi (np. wódki). Ta lokalna specyfika może decydować o wyborze środka psychoaktywnego.

## 4. uwarunkowania ekonomiczne

## 5. uwarunkowania biologiczne

określają indywidualną reakcję organizmu ludzkiego i jej siłę na jednorazowe przyjęcie środka. Są szczególnie istotne dla powstawania zjawiska tolerancji na środek i uzależnienia fizycznego. Różna szybkość, z jaką występuje tolerancja, wydaje się być zdeterminowana genetycznie.

Uzależnienie psychiczne to początkowo silne pragnienie przyjmowania środka w celu szybkiego zmodyfikowania swoich uczuć i wywołania przyjemnych doznań, ostatecznie przymus przyjmowania środka celem uniknięcia złego samopoczucia spowodowanego jego brakiem. Uzależnienie fizyczne to stan tolerancji na substancję psychoaktywną, a na dalszym etapie objawy zespołu abstynencyjnego po jej odstawieniu.

Wyróżnia się kilka faz w rozwoju uzależnienia, niezależnie od rodzaju przyjmowanej substancji psychoaktywnej :

### 1. kontakt z substancją i doświadczanie jej działania

redukcja napięcia, uspokojenie, usunięcie przykrych uczuć (takich jak niepokój, lęk, wstyd, upokorzenie), uszczęśliwienie, upiększenie życia

### 2. powtarzanie doznań

powoduje to utrwalenie skojarzenia między istniejącym lub zbliżającym się stresem a redukującą go substancją. Tworzy się nawyk poprawiania swojego samopoczucia za pomocą substancji.

### 3. pierwsze (uchwytne) szkody

środek zaczyna być przyczyną problemów : zachowań powodujących dezaprobatę otoczenia, szkód społecznych (w rodzinie i w pracy), zdrowotnych (somatycznych), materialnych. Występują zaburzenia kontroli nad przyjmowaniem substancji. Chory dostrzega u siebie szkodliwe zmiany, cierpi z ich powodu, wmawia sobie, że ma kontrolę nad sytuacją i jeśli zechce, może ostatecznie zakończyć przyjmowanie środka. W fazie tej bardzo istotną rolę zaczynają grać charakterystyczne mechanizmy obronne osobowości (zaprzeczanie realności, tłumienie, racjonalizacja, projekcja, kompensacja, intelektualizacja), utrwalające się w tej fazie i ochraniające uzależnionego przed obiektywnym wglądem w istniejącą sytuację.

### 4. faza autoagresji

cierpienie z powodu przyjmowania substancji przewyższa doznawane dzięki niej przyjemności; życie i zainteresowania koncentrują się wokół zdobycia kolejnej porcji środka; uszkodzenie CUN i stopniowa psychodegradacja; zaburzenia instynktu samozachowawczego (może nastąpić samobójstwo lub śmierć z przedawkowania).

Każde uzależnienie powoduje szereg szkód u chorego. Najgroźniejsze są uzależnienia, poważnie naruszające psychikę i osobowość człowieka : alkoholizm i toksykomania. Alkohol i narkotyki powodują głęboki rozdzźwięk między światem realnym a rzeczywistością chorego. Powodowane przez nie szkody dotyczą :

- psychiki chorego (tym większe, im młodsza, mniej dojrzała jest jego osobowość),
- życia duchowego (głębokie naruszenie systemu życiowych wartości takich jak Bóg, rodzina, godność, uczciwość, odpowiedzialność),
- życia społecznego (niezdolność do wywiązywania się ze swoich ról : małżonka, rodzica, pracownika itd, utrata rodziny i przyjaciół, pracy i pozycji społecznej),
- kondycji fizycznej ( w zależności od rodzaju substancji, głębokości uzależnienia i stanu ogólnego)

**Nikotynizm** stosunkowo mało zniekształca realny obraz siebie i świata, a szkody, jakie powoduje, są niewspółmierne do szkód wywołanych przez alkohol lub narkotyki. Tym niemniej jest uzależnieniem, uważanym w USA za najważniejszy pojedynczy czynnik ryzyka wielu chorób. Polska należy od lat 80- tych do krajów o najwyższej konsumpcji papierosów : 100 miliardów sztuk rocznie. Palenie tytoniu jest czynnikiem ryzyka dla :

- raka płuc
  - raka krtani
  - przewlekłych obturacyjnych zapaleń oskrzeli
  - chorób serca i naczyń (zawał serca, nadciśnienie tętnicze, miażdżyca - tt. wieńcowych i tt. kończyn dolnych)
  - choroby wrzodowej żołądka i dwunastnicy
  - dystrofii noworodków urodzonych z matek-palaczek
  - wystąpienia powyższych chorób u osób narażonych na wdychanie dymu tytoniowego (biernych palaczy), a u dzieci dodatkowo opóźnień w rozwoju.
- WHO szacuje, że 40% zgonów polskich mężczyzn w wieku 35 - 69 lat jest rezultatem palenia tytoniu.

Sięganiu po tytoń, a co za tym idzie narażaniu się na uzależnienie, sprzyjają :

- wzory zachowań lansowane przez środki masowego przekazu
- reklama wyrobów tytoniowych, widoczna i przyciągająca wzrok
- dostępność tytoniu
- styl życia w środowisku kształtującym człowieka
- poszukiwanie odprężenia i zredukowania wpływu stresów oraz obniżenia lęku

Nikotyna jest substancją psychoaktywną , która w niewielkich dawkach stymuluje CUN i zwiększa aktywność układu oddechowego oraz wykazuje działanie uspokajające, odprężające, antydepresyjne, przeciwłękowe, poprawiające samopoczucie. Jest zatem źródłem przyjemnych doznań psychicznych i fizycznych, co utrudnia porzucenie palenia. Stanowi 95% alkaloidów tytoniu (kolejne najważniejsze to nikoteina, nikotamina i nikotelina).

Oprócz nikotyny dym tytoniowy zawiera kilkaset substancji toksycznych, z których najważniejsze to :

- tlenek węgla (blokuje Hb, tworząc z nią HbCO i uniemożliwiając wiązanie przez nią tlenu. U nałogowych palaczy stężenia HbCO sięga 15% i powoduje przewlekłe niedotlenienie CUN i tkanek)
- cyjanowodor (hamuje układ oksydazy cytochromowej i uniemożliwia wykorzystanie tlenu przez komórki)
- kwas octowy, mrówkowy i siarkowodorowy (drażnią błonę śluzową jamy ustnej, dróg oddechowych i przewodu pokarmowego)

Smola dymu tytoniowego to nazwa jego fazy cząsteczkowej. Występują w niej różne szkodliwe substancje, m. in. kancerogeny (benzoapiren, benzen, dwumetylonitrozoamina, dwuetylonitrozoamina, chlorek winylu), węglowodory alifatyczne i aromatyczne i związki azotu i siarki.

Przeciwdziałanie nikotyzmowi jak do tej pory opiera się głównie na rozpowszechnianiu wiedzy o szkodliwości palenia i zalecaniu odstawienia tytoniu. Ze strony państwa istotne działania to: zakaz sprzedaży wyrobów tytoniowych osobom do lat 18, ochrona niepalących w miejscach publicznych, odpowiednia polityka cen na wyroby tytoniowe (ograniczenie ich dostępności), obniżanie norm dopuszczalnych zawartości substancji szkodliwych w wyrobach tytoniowych, zakaz reklamy tytoniu w telewizji, radiu, kinie, prasie dziecięcej i młodzieżowej, zakaz reklamy i sprzedaży tytoniu w zakładach opieki zdrowotnej, szkołach wyższych, placówkach kulturalno-oświatowych i sportowo-rekreacyjnych, obowiązek umieszczania napisu informującego o szkodliwości palenia na reklamie i opakowaniach wyrobów tytoniowych, bezpłatne leczenie uzależnionych od nikotyny w publicznych zakładach opieki zdrowotnej (ustawa o ochronie zdrowia przed następstwami używania tytoniu i wyrobów tytoniowych z 9 XI 1995, Dz. U., 1996, nr 10, poz. 55).

Etiologia **alkoholizmu** (choroby alkoholowej) jest, jak wspomniano wyżej, wieloczynnikowa i jeszcze niedostatecznie poznana. Występuje cała konstelacja czynników, nakładających się na siebie, z których najistotniejszą rolę grają :

- czynniki psychologiczne ("profil psychiczny"),
- nawyki rodzinne i środowiskowe (w tym działanie alkoholu ułatwiające kontakty międzyludzkie)
- czynnik dziedziczny: dehydrogenaza aldehydowa (LDH) metabolizująca etanol
- poziom naturalnych opiatów (endorfin) w CUN istotnych dla radzenia sobie ze stresem i cierpieniem.

Szacuje się, że w Polsce nadużywa alkoholu ponad 3 mln ludzi, a co 5-ty pijak staje się alkoholikiem (dla porównania: w USA co 10-12). Wg danych Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej spożycie alkoholu w 1988 r. wynosiło 8.1 litra czystego spirytusu na 1 dorosłego Polaka, w 1994 r. 11 litrów. Wysokie spożycie alkoholu jest czynnikiem ryzyka **niezależnie** od rodzaju używanych alkoholi i sposobu spożycia. Czynnikiem sprzyjającym nadużywaniu alkoholu jest cena i jego dostępność. Głębokość i szybkość wystąpienia objawów zwykłego upojenia alkoholowego zależy od :

- indywidualnej tolerancji na alkohol
- stanu odżywienia
- aktualnego stanu ogólnego człowieka

Uzależnienie w rozwiniętej postaci charakteryzuje się jednym z trzech opisanych niżej sposobów picia:

- codzienne wypijanie alkoholu dla utrzymania zadowalającego funkcjonowania
- regularne, ale ograniczone do weekendów picie w dużych ilościach
- naprzemienne ciągi picia i okresy trzeźwości

Do tego obrazu dołącza się brak kontroli nad ilością spożywanego alkoholu, niepamięć zdarzeń z okresu upicia się, konfabulacje (wypełnianie luk pamięciowych treściami zmyślonymi), picie mimo wystąpienia chorób, picie alkoholi niekonsumpcyjnych.

Zespół abstynencyjny jest rezultatem neuroadaptacji człowieka do stałej obecności alkoholu we krwi. Jego typowymi objawami są: zaburzenia żołądkowo-jelitowe, męczliwość, niepokój, nadpobudliwość, wzmożona potliwość, tachykardia i wzrost ciśnienia tętniczego krwi, widoczne drżenie rąk i języka, bóle głowy i bezsenność, niekiedy słabo wyrażone objawy psychopatologiczne: omamy i iluzje.

Szkody spowodowane alkoholizmem dotyczą wielu układów i narządów w organizmie ludzkim :

- |   |   |
|---|---|
| 1. system nerwowy -                       | padaczka<br>neuropatia obwodowa<br>atrofia mózgu<br>atrofia mózdzku<br>urazy głowy<br>śmierć spowodowana chorobami naczyń mózgowych   |
| 2. psychozy alkoholowe                    |   |
| 3. przewód pokarmowy -                    | ostra dysfunkcja przełyku<br>zespół Mallory - Wiessa<br>nowotwory jamy ustnej, gardła i przełyku<br>gastritis erosiva<br>ostre owrzodzenie żołądka i dwunastnicy<br>rak żołądka<br>upośledzenie wchłaniania jelitowego<br>zapalenie trzustki<br>rak trzustki<br>poalkoholowe zapalenie wątroby<br>cirrhosis hepatis<br>rak wątrobowokomórkowy |
| 4. układ sercowo-naczyniowy               | cardiomiopatia poalkoholowa<br>arytmie<br>nadciśnienie<br>choroba niedokrwienna serca   |
| 5. układ oddechowy                        | przewlekłe choroby obturacyjne płuc<br>zapalenie płuc<br>ropień płuc<br>gruźlica płuc<br>rak krtani<br>rak płuca  |
| 6. układ wewnątrzwydzielniczy, metabolizm | hipo- i hiperglikemia<br>cukrzyca<br>zaburzenia metabolizmu składników mineralnych<br>dna moczanowa   |
| 7. układ rozrodczy                        | depresja czynności jajników i jąder   |
| 8. układ kostny i mięśnie                 | miopatia<br>martwica niedokrwienna głowy kości udowej<br>osteoporoza  |
| 9. układ krwionośny                       | anemia<br>trombocytopenia<br>upośledzenie funkcji leukocytów i zaburzenia odporności  |

10. różne
- urazy
  - interakcje alkoholu i leków
  - niedożywienie
  - zaburzenia w rozwoju ciąży
  - FAS (fetal alcohol syndrome)

Zestawienie psychicznych, somatycznych i behawioralnych szkód spowodowanych alkoholizmem. (wg Last J.M.: Public health and human ecology, 1998, tab.6-11, zmodyfikowana )

Działania zapobiegające alkoholizmowi obejmują znaną już drogę, jaką jest uświadamianie o szkodliwych skutkach pijaństwa oraz promocję zdrowia- próbę zmiany szkodliwych

obyczajów ludzkich i nawyków społecznych. Zabroniona jest sprzedaż alkoholu ludziom młodym (do 18 rż). Zmiana ustawy z 26 X 1982 r. o wychowaniu w trzeźwości i przeciwdziałaniu alkoholizmowi określa warunki wydawania czasowych zezwoleń na obrót napojami alkoholowymi, zaleca taką politykę cenową, która służyłaby ograniczeniu spożycia alkoholu i zmianie struktury spożycia, zakazuje reklamy alkoholu, zapewnia bezpłatną terapię i rehabilitację osób współuzależnionych, bezpłatną pomoc psycho- i socjoterapeutyczną dla dzieci osób uzależnionych od alkoholu, której można udzielić bez zgody rodziców lub opiekunów, jeśli są nietrzeźwi (ustawa o zmianie ustawy o wychowaniu w trzeźwości i przeciwdziałaniu alkoholizmowi z 12 IX 1996, Dz. U., 1996, nr 127, poz. 593).

Leczenie alkoholizmu obejmuje postępowanie objawowe, jakim jest wyprowadzenie chorego ze stanu zatrucia alkoholem, oraz leczenie z wyboru, jakim jest psychoterapia, i leczenie podtrzymujące, czyli uczestnictwo w spotkaniach grup AA. Według badań amerykańskich około 30 % leczonych zachowuje trwałą abstynencję. Leczeniem obejmuje się także współmałżonków i dzieci alkoholików, jako osoby z tzw. zespołem współuzależnienia (najogólniej mówiąc jest to zespół zaburzeń emocjonalnych, a wg niektórych zaburzenie osobowości, rozwijające się w ciągu lat wspólnego życia z alkoholikiem).

Kontrowersyjne jest leczenie alkoholizmu przez wszycie esperalu, wciąż chętnie stosowane. Esperal zawiera disulfiram, hamujący m. in. LDH i beta- hydroksylazę dopaminy. Reakcja na disulfiram występuje do około 15 minut po wypiciu alkoholu :

- objawy typowe                zaczerwienienie skóry
- bóle głowy
- nudności i wymioty
- objawy cięższe              ból w klatce piersiowej
- hipotensja
- omdlenie

Disulfiram może być przyczyną zaburzeń rytmu serca, zawału serca i drgawek.

Wszycie esperalu **nie jest leczeniem przyczynowym**, ponieważ abstynencja, którą powoduje, jest wymuszona strachem. Jest natomiast **niebezpieczne** dla chorego ze względu na chaos panujący w jego emocjach. Przy dzisiejszym stanie wiedzy lekarskiej o alkoholizmie wyklucza się wszycie esperalu bez objęcia chorego psychoterapią.

Trzecim, równie groźnym uzależnieniem jest **toksykomania**. Obejmuje ona uzależnienie od narkotyków, leków i tzw. inhalantów (klejów, rozpuszczalników itp). Częstość obecnie



zjawiskiem jest politoksykomania, czyli równoczesne uzależnienie od kilku środków. Obserwuje się częstsze uzależnienia od amfetaminy lub amfetaminy i opiatów. Rozszerza się przyjmowanie marihuany i środków halucynogennych.

Toksykomania - tak jak alkoholizm - wiąże się z uzależnieniem fizycznym i psychicznym oraz z rozległymi szkodami w psychice, ciele i życiu społecznym chorego. Powszechnie znanym zagrożeniem związanym z narkomanią jest zakażenie HIV i WZW. Długoterminową terapię (pobyt na oddziale detoksykacyjnym i dalsza psychoterapia) kończy około 10% uzależnionych.

W Polsce toksykomania jest problemem społecznym od lat 60-tych. Szacuje się, że liczba przyjmujących narkotyki wynosi 300 tysięcy, w tym uzależnionych 100 tysięcy. W Polsce północnej dominuje przyjmowanie amfetaminy, w Polsce południowej "kompotu" (wywaru z maku). Stwierdza się nasilenie narkomanii w szkołach, co obecnie ma być raczej wyrazem mody niż buntu. Uzależnienie często wiąże się z początkowym przyjmowaniem marihuany i stopniowym kontaktem z tzw. twardymi narkotykami.

Najczęściej przytaczany obecnie amerykański podział środków uzależniających (substancji chemicznych zmieniających świadomość) wg DSM III wyróżnia :

- środki depresyjne
  - etanol
  - większość środków nasennych
  - poходne benzodiazepiny
  - marihuana
  - haszysz
- stymulanty
  - amfetamina
  - kokaina
  - kofeina
  - nikotyna
- środki działające na poszczególne ośrodki w CUN
  - silne środki uspokajające
  - leki przeciwdepresyjne
  - związki litu
  - leki przeciwpsychotyczne
  - środki halucynogenne
  - opiaty (morfina, heroína, kodeína)

Uważa się, że decydujący wpływ na uniknięcie uzależnienia mają :

- osobowość narażonego na kontakt z narkotykami (w tym głównie stopień dojrzałości, stabilna hierarchia wartości, rozwiązane problemy egzystencjalne, przejrzyste normy moralne postępowania, odwaga)
- stabilne, oparte na zaufaniu życie rodzinne
- dobra sytuacja w szkole lub w pracy
- wybór wartościowych przyjaciół i podtrzymywanie tych więzi
- zdolność do samodzielnego, krytycznego myślenia, przewidywania i oceniania, jakie zachowania będą w ostatecznym rozrachunku szkodliwe, nawet jeśli są rozpowszechnione
- wypełnienie czasu wolnego rozwijającymi, twórczymi zajęciami

Wzrastające zagrożenie toksykomanią wiąże się również ze zwiększającym się obecnie zapotrzebowaniem na życzliwość, przyjaźń i zaufanie. Jest to rezultat tworzenia cywilizacji konkurencji i sukcesu za wszelką cenę, nieustannego braku czasu na głębokie relacje międzyludzkie i refleksję nad sobą samym. Wszechobecna konkurencja w połączeniu z powszechnym odejściem od chrześcijaństwa stwarza nowy, egoistyczny i pozbawiony wrażliwości model zachowania się wobec drugiego człowieka. Powierzchnowość kontaktów

z ludźmi wzmacnia poczucie samotności i frustracji, będących źródłem przewlekłego cierpienia i usposabiających do sięgnięcia po narkotyki.

Działania zapobiegające toksykomanii powinny koncentrować się przede wszystkim wokół warunków, w jakich rozwija się młody człowiek i które mają na niego silny i trwały wpływ: rodziny, szkoły i rówieśników. Trzeba również zadbać o niezbędną, rzetelną wiedzę dziecka na temat środków odurzających i skutków, jakie powodują. Wśród dzieci o większym narażeniu ocenia się potencjalne zagrożenie (diagnoza lekarska, rozpoznanie rodzinne i środowiskowe), ewentualnie kieruje do leczenia (motywacja do leczenia, zahamowanie pogłębiania się choroby, zapobieganie nawrotom, zminimalizowanie szkód osobowościowych, somatycznych i społecznych). Podkreśla się szczególną rolę rodziców, którzy powinni dysponować minimum wiedzy o narkotykach, w tym także o sygnałach używania narkotyków, jednoznacznie potępić ich przyjmowanie pod jakąkolwiek postacią i wyjaśnić dlaczego, ustalić i przekazać dziecku kanon zasad postępowania i swoją hierarchię wartości, samemu stać się wzorem dla niego, tworzyć i podtrzymywać silne, serdeczne i pełne zaufania więzi rodzinne, rozmawiać (czyli także słuchać) ze swoim dzieckiem, angażować się w jego problemy, stawiać mu realistyczne wymagania, umożliwiać uczestnictwo w wartościowych zajęciach, zachęcać do czytania wartościowej literatury, poznać i zapraszać do domu kolegów dziecka. Działania ze strony państwa ujmuje ustawa o zapobieganiu narkomanii z 31 I 1985 ( Dz. U. 1985, nr 4, poz 15, z późniejszymi zmianami oraz rozporządzenia poszczególnych ministrów- por. Jethon Zb: Medycyna zapobiegawcza i środowiskowa , Warszawa 1997, s. 351).

Sygnałami wskazującymi na używanie narkotyków mogą być różne kombinacje następujących objawów :

- zmiany w osobowości                      zmiany nastroju  
drażliwość, skrytość  
wrogość,  
depresja  
nagła nieprzewidywalność działania  
bierność i apatia  
utrata dotychczasowych zainteresowań  
kłamstwa i uniki  
wyobcowanie w rodzinie i częstsze konflikty  
nowi, dziwnie wyglądający koledzy
- zmiany nawyków                              zmiany rytmu snu i czuwania i nawyków żywieniowych  
brak higieny osobistej  
unikanie dawnych przyjaciół  
zaniedbywanie obowiązków  
odbieranie telefonów o dziwnych porach  
kradzieże  
wynoszenie z domu cennych przedmiotów na sprzedaż  
rozchwianie systemu wartości, obojętność religijna  
swobodne, przypadkowe kontakty seksualne
- zmiany w wyglądzie i pogorszenie stanu zdrowia                      spadek masy ciała i zaburzenia łaknienia  
częste przeziębienia  
przekrwienie spojówek  
rozszerzenie lub zwężenie źrenic  
niespójna, zamazana mowa

senność  
niepokój ruchowy  
okresowe wzrosty aktywności  
tatuaze i ślady po wstrzyknięciach dożylnych  
próby samobójcze

Zmiany w osobowości i zachowaniu dziecka, które powinny zwrócić uwagę środowiska (wg Jethon Zb.: Medycyna zapobiegawcza i środowiskowa, Warszawa 1998, tab. 9.1, zmodyfikowana)

Powiązania osoby z jednostkami socjalizującymi i wychowującymi w profilaktyce uzależnień przedstawia następujący schemat:

SCHEMAT

(materiał udostępniony przez Krakowski Oddział Detoksykacyjny w Pleszowie)

**Piśmiennictwo:**

- Jethon Zb.: Medycyna zapobiegawcza i środowiskowa, Warszawa 1997  
Piotrowski A.: Zaburzenia psychiczne spowodowane używaniem środków psychoaktywnych [w:] Psychiatria dla studentów medycyny, Warszawa 1998  
Augustin B.: Cykl artykułów o alkoholizmie, "Gazeta Lekarska", 1996, nr 2,3,4,5,6,7,8, 1997, nr 1,2,4,5, 1999, nr 2  
Dudzik R.: Materiały do I Ogólnopolskiej Konferencji Oddziałów Detoksykacyjnych w Polsce, lipiec 1998  
Last J.M.: Public health and human ecology, USA 1998  
Petrovic St.: Narkotyki i człowiek, Warszawa 1988  
Klasyfikacja zaburzeń psychicznych i zaburzeń zachowania ICD-10 - badawcze kryteria diagnostyczne, WHO 1993, Kraków- Warszawa 1998





## IX. ŻYWIENIE CZŁOWIEKA W PRAKTYCE PROMOCJI I OCHRONY ZDROWIA.

### 1. WPROWADZENIE.

Człowiek, podobnie jak wszystkie organizmy heterotroficzne, pobiera tlen z powietrza, a z wodą i pożywieniem liczne związki chemiczne, wykorzystywane jako substrat energetyczny i materiał budulcowy niezbędny dla utrzymania przemiany materii, a wobec tego wszystkich funkcji organizmu.

Przyjmowanie pokarmu i wykorzystanie metaboliczne jego składników są, jak wszystkie procesy życiowe, genetycznie uwarunkowane.

Składniki odżywcze przyswojone z produktów żywnościowych należą do tych samych grup związków chemicznych, jakie występują w komórkach organizmu człowieka. W przemianie materii spełniają one rolę składników energetycznych (węglowodany, tłuszcze i białka, oraz składników budulcowych (składniki odżywcze z wszystkich grup) (Tab. 1)

Wszystkie procesy życiowe odbywają się dzięki energii uzyskiwanej przy metabolicznym "spalaniu" cukrowców, tłuszczów i białek; wymienione składniki pokarmowe, a także niezbędne dla człowieka witaminy i składniki mineralne są materiałem budulcowym elementów strukturalnych, składnikami płynów ustrojowych i substancji regulujących przemianę materii.

Tab.1. Składniki odżywcze

Składniki pokarmowe	Składniki odżywcze	
<b>Białka</b>	Aminokwasy:	Endogenne i egzogenne
Tłuszcze:	Kwasy tłuszczowe:	Nasycone, Jednonienasycone, Wielonienasycone
	Steroidy	Cholesterol
Węglowodany:	Cukry	Jednocukry, dwucukry, wielocukry
Składniki mineralne:	Makroskładniki	Wapń, fosfor, magnez, sód, potas
	Mikroskładniki	Żelazo, cynk, miedź, mangan, selen, jod, molibden, chrom, fluor
Witaminy	Rozpuszczalne w tłuszczach	Wit.A, Wit.D, Wit.E., Wit.K
	w wodzie	Wit.C, Wit.B <sub>12</sub> , Foliiany, Wit B <sub>6</sub> , Wit.B <sub>1</sub> , Wit.B <sub>2</sub> , Niacyna, Biotyna, Kwas pantotenowy

Na pożywienie pierwotnego człowieka składały się empirycznie dobrane części organizmów zwierzęcych i roślinnych określane jako produkty spożywcze pochodzenia naturalnego. Obecnie żywność naturalną uzupełniają produkty przetworzone przy pomocy

różnych procesów technologicznych, dając zestaw artykułów ( produktów żywnościowych ) wspólnie stosowanych w żywieniu ludności.

Produkty spożywcze są zbudowane z różnych substancji chemicznych (**składników pokarmowych**); przeważająca ich ilość (powyżej 90% masy produktu) ulega w przewodzie pokarmowym człowieka strawieniu do **składników odżywczych**, wchłanianych przez nabłonek przewodu pokarmowego do naczyń krwionośnych lub limfatycznych. Składniki odżywcze są przetwarzane w procesach metabolicznych ludzkiego organizmu .

W naturalnych produktach spożywczych, szczególnie pochodzenia roślinnego, występują również **składniki nieodżywcze**, które nie podlegają trawieniu w przewodzie pokarmowym, i nie są użytkowane jako substrat w procesach metabolicznych. Ich działanie na organizm może być często korzystne: spełniają rolę wypełniacza przewodu pokarmowego (włókno pokarmowe-błonnik, elastyna), pobudzają apetyt i wydzielanie fermentów trawiennych (substancje barwne, smakowe i zapachowe) , mogą działać korzystnie na procesy zachodzące w przewodzie pokarmowym oraz ogólnie ochronnie np. jako antyoksydanty. Są wśród nich jednak także związki, które spożyte w większej ilości mogą działać niekorzystnie (np. antywitaminy). Zgodnie z nabytym doświadczeniem ludzie spożywają w ciągu dnia różne produkty roślinne i zwierzęce, zawierające małe ilości zróżnicowanych składników nieodżywczych, które nie wywołują w tym wypadku widocznego niepożądanego działania.

Artykuły spożywcze mogą ulegać zanieczyszczeniu przez zewnątrzpochodne substancje chemiczne i drobnoustroje, co stwarza dla człowieka niebezpieczeństwo spowodowania zakażenia pokarmowego lub rzadziej, pokarmowego zatrucia.

Bodźcem do spożycia posiłku jest uczucie głodu (lub przynajmniej apetytu), sygnałem do jego zakończenia jest uczucie sytości. Występowanie ich jest efektem działania łańcucha sygnałów o charakterze bodźców mechanicznych, chemicznych ( poprzez produkty przemiany materii), bodźców termicznych oraz hormonalnych regulatorów metabolizmu.

Sygnały te dochodzą one do podwzgórzowych i korowych ośrodków centralnego układu nerwowego; często wzmacniane przez doznania wzrokowe, zapachowe oraz węchowe i wzbudzają chęć spożycia pokarmu. W miarę jedzenia, bodźce o podobnym charakterze, powstające podczas procesu trawienia, wchłaniania i wzrostu poziomu składników odżywczych i/lub ich metabolitów we krwi, wywołują uczucie sytości. Skłania ono do zakończenia posiłku.

Pobieranie wody reguluje uczucie pragnienia, generowane przez komórki nerwowe odbierające sygnały zmian ilości wody ustrojowej, jej przemieszczenia w obrębie obszarów wewnątrzustojowych, oraz zmian w stężeniu elektrolitów, zwłaszcza sodu, w płynach zewnątrzkomórkowych i we krwi.

Doznania głodu i sytości są regulatorami ilości i rytmu spożywania pokarmów.

## 2. OBSERWACJE WPLYWU ŻYWIENIA NA ZDROWIE A WSPÓŁCZESNE CELE RACJONALNEGO ŻYWIENIA.

Atmosfera ziemską zapewnia człowiekowi pełne pokrycie potrzeb metabolicznych na tlen. O wodę i pożywienie ludzie muszą się starać. Człowiek pierwotny zdobywał jedzenie; fakt ten był istotnym czynnikiem stymulującym rozwój umysłowy i postęp w zakresie sporządzania narzędzi, które ułatwiały pozyskiwanie pożywienia, jego przygotowanie do spożycia a także jego przechowywanie. Obawa przed brakiem pokarmu lub jego niewystarczającą ilością wynikała u ludzi z obserwacji utraty siły fizycznej przy braku jedzenia, a w krańcowych sytuacjach - występowania zgonu.

W czasach starożytnych mieszkańcy krajów śródziemnomorskich znali sztukę uprawy roli i hodowlę bydła i dysponowali stosunkowo dużą liczbą produktów spożywczych, a także



przypraw, dostarczanych częściowo z krajów wschodnich. W zachowanych pismach starożytnej Grecji znajdują się opisy posiłków i potraw codziennego życia, a także wystawnych przyjęć. Przedstawiano również obserwacje o znaczeniu zdrowotnym niektórych pokarmów. Odnotowano np., że mleko kobiece jest najbardziej właściwym pokarmem w żywieniu niemowląt, opisano lecznicze działanie wątroby w przypadkach niedowidzenia o zmierzchu (nyctalopia, zaburzona wzrokowa adaptacja do ciemności), a Hipokrates wskazywał na potrzebę stosunkowo większej ilości pokarmu w okresie wzrastania, niż w przypadku dorosłego człowieka. Duże znaczenie przypisywano składowi pożywienia podawanego chorym, a Celsus na podstawie ówczesnych obserwacji stwierdził, że "optimum remedium est cibus opportune datus" (najlepszym lekiem jest dobrze dobrany pokarm).

W informacjach o wojsku rzymskim (1.wiek po Ch.) znalazły się dane o ilościach produktów jakie przewidywano na dobę dla żołnierzy w okresie marszów i walk, oraz w okresie obozowania. Opisano także wyposażenie oddziałów w urządzenia umożliwiające ogrzewanie potraw.

Zapisy, które podają szczegółowe ilości produktów w dobowej racji żołnierskiej zachowały się również z okresu średniowiecza. Pozwalają one określić retrospektywnie z dobrym przybliżeniem ilości składników pokarmowych spożywanych w całodziennych posiłkach żołnierzy opisywanych oddziałów wojskowych i wskazują na pokrycie potrzeb energetycznych w ilościach odpowiadających współcześnie określönemu zapotrzebowaniu.

Początki nauki o związku między odżywianiem się a przemianami chemicznymi w żywych organizmach, połączonych ze zużyciem tlenu i wytwarzaniem dwutlenku węgla, przypadają na koniec XVIII wieku oraz na wiek XIX. Rozwój nauk chemicznych oraz równocześnie fizjologii i patologii dostarczały dokumentacji o zależności procesów życiowych od składników pożywienia, określanymi jakościowo i ilościowo przy pomocy analizy chemicznej. Pod koniec XIX wieku znana już była ilość białek, węglowodanów i tłuszczów występująca w podstawowych produktach spożywczych. Przeprowadzano też pierwsze obserwacje ilości poszczególnych produktów w dobowym pożywieniu różnych grup ludności.

Okresy braku żywności były jedną z klęsk znaną od czasów starożytnych. Występowały one na skutek nieurodzaju albo po zniszczeniach wojennych. Obserwowano po nich epidemie chorób i zwiększoną częstość zgonów. Braki żywności pojawiły się również w XIX wieku wśród wzrastającej liczby ubogich mieszkańców miast w okresie rozwoju przemysłu. W warunkach niedostatku pokarmu, poza pogorszeniem stanu zdrowia ludności zaobserwowano także wolniejsze wzrastanie dzieci.

W pierwszych dziesięciach 20 wieku zidentyfikowano witaminy oraz choroby spowodowane ich niedoborami, a także niedobory składników mineralnych; w 30 latach tego stulecia opisano choroby z niedoborów energetyczno-białkowych, występujące masowo w krajach trzeciego świata. Ostatnia wojna światowa spowodowała, że niedobory pokarmowe, zwłaszcza energetyczno-białkowe pojawiły się też na kontynencie europejskim; rejestrowane dane demograficzne potwierdziły, że niedoborom pokarmowym towarzyszy zwiększona zapadalność na choroby zakaźne i wysoka umieralność ludności, szczególnie nasilona w grupach niemowląt i dzieci. Te spostrzeżenia wpłynęły na podejmowanie lekarskich badań sposobu odżywiania określonych grup ludności równoległe z oceną stanu zdrowia badanej populacji.

Próby określenia bezpiecznej ilości składników odżywczych w pożywieniu na poziomie zapobiegającym niedoborom pokarmowym podjęła w latach 1935/36 Komisja Fizjologów (Wielka Brytania), a uzupełniła i rozpowszechniła Komisja Zdrowia ówczesnej Ligi Narodów. W oparciu o te zalecenia i o własne badania sposobu odżywiania ludności opracowano w Wielkiej Brytanii zasady żywienia ludności w czasie II wojny światowej. Opierały się one na

systemie kartkowego zakupu dobrze zbilansowanego zestawu produktów spożywczych. Stan zdrowotny ludności Wielkiej Brytanii, odżywiającej się według kartkowych proporcji artykułów spożywczych, wykazał korzystniejsze niż przed wojną wskaźniki zdrowotne w zakresie tempa rozwoju dzieci oraz przeżywalności ludzi starszych.

Obserwacje towarzystw ubezpieczeniowych Stanów Zjednoczonych wskazywały, że wyższe współczynniki zgonów ludzi po pięćdziesiątym roku życia dotyczą zarówno osób niedożywionych, jak i ludzi z zawyżoną masą ciała w stosunku do wysokości oraz ludzi otyłych.

Długoletnie badania grup ludności z wybranych miejscowości, oraz przekrojowe badania międzynarodowe pozwoliły na zaobserwowanie asocjacji między charakterem produktów spożywczych w dobowych racjach pokarmowych i ilościowymi proporcjami poszczególnych składników odżywczych, a częstością występowania określonych zaburzeń metabolicznych. Zaburzenia te wywołują typowe zmiany patologiczne szczególnie wówczas, gdy są skojarzone z osobniczymi genetycznymi uwarunkowaniami.

Przykładem może być otyłość; w jej patogenezie występuje zawsze nadmierna, w stosunku do potrzeb organizmu, wartość energetyczna całodobowego pożywienia. Poznano już genetyczne uwarunkowania, które ułatwiają jej narastanie. Należą do nich zaburzenia regulacji uczucia sytości, a także obniżenie zdolności do spalania nadwyżek energetycznych. Z kolei otyłość może ułatwiać występowanie zaburzeń t.zw. zespołu polimetabolicznego, jak np. insulinooporność i hiperinsulinemia, upośledzona tolerancja glukozy, hyperleptynemia, zaburzenia poziomu lipoproteidów i triglicerydów, hyperurikemia. Każde z nich w zależności od uwarunkowań genetycznych organizmu może prowadzić do rozwoju metabolicznych chorób degeneracyjnych: cukrzycy typ 2 i jej powikłań, choroby nadciśnieniowej oraz miażdżycy z jej następstwami.

Przeważająca liczba mieszkańców w krajach rozwiniętych ma swobodny dostęp do urozmaiconego rynku artykułów żywnościowych oraz możliwość jedzenia do osiągnięcia pełnej sytości. Zapobieganie otyłości wymaga świadomego współdziałania ludności przy dokonywaniu wyboru produktów i potraw, tak, by doznanie sytości pokrywało się z właściwym pokryciem potrzeb energetycznych i budulcowych organizmu.

Pożywienie jest dla człowieka złożonym czynnikiem środowiskowym, niezbędnym dla utrzymania życia. Współczesna wiedza o żywieniu człowieka opiera się na naukach z zakresu biologii molekularnej, biochemii, fizjologii, fizjopatologii, a u ludzi chorych także na wiedzy o etiologii i patogenezie procesów chorobowych. W omawianiu zagadnień żywieniowych korzystamy ze zdobyczy i postępu podanych kierunków badań dla określenia związku między składem chemicznym pożywienia i strukturą racji pokarmowych a stanem zdrowia. W praktyce odżywiania odgrywają także rolę czynniki społeczne, ekonomiczne oraz rodzinne nawyki i zwyczaje żywieniowe. Naukę o żywieniu człowieka można więc rozpatrywać na poziomie zjawisk molekularnych, komórkowych, indywidualnych organizmów oraz grup ludności; zalicza się ją też do przedmiotów interdyscyplinarnych.

Ze względu na wpływ żywienia na stan zdrowia - zagadnienia te są integralnym elementem nauk medycznych.

Rozwój wiedzy o uwarunkowaniach i przebiegu procesów metabolicznych żywych organizmów, w tym też człowieka, pozwala na coraz lepsze poznanie potrzeb w zakresie żywienia oraz na opracowanie wskazań dotyczących sposobu odżywiania się w kolejnych okresach życia. Celem wskazań jest zachowanie dobrego stanu zdrowia jednostek i całych grup ludności. Istotnymi miernikami powodzenia w tym zakresie są

1. prawidłowy rozwój młodych organizmów
2. pełna zdolność przystosowywania się do zmieniających się warunków środowiska zewnętrznego

3. efektywność procesów odpornościowych organizmów na działanie niekorzystnych i szkodliwych czynników środowiska
4. ochrona przed zaburzeniami metabolicznymi, powodującymi rozwój procesów chorobowych
5. wydłużenie wieku przeżycia ludności przy zachowaniu wysokiej osobniczej sprawności fizycznej i umysłowej osób starszych.

Niewłaściwe odżywianie jest istotnym czynnikiem w patogenezie procesów chorobowych, przyczynowo związanych z niedoborami, lub też nadmiarami pokarmowymi. Nadmiary pokarmowe i niewłaściwe proporcje składników odżywczych są częstą przyczyną zmian metabolicznych, które są podłożem rozwoju pochodnych schorzeń i wpływają na częstość zgonów również w krajach Europy. Należą do nich: otyłość, miażdżyca z jej następstwami, choroba nadciśnieniowa, cukrzyca typ 2, nowotwory o określonej lokalizacji, osteoporoza, próchnica zębowa, a także niedokrwistość żywieniowa z niedoboru żelaza. Również zanieczyszczenia produktów spożywczych, szczególnie mikrobiologiczne mogą być przyczyną masowych zachorowań.

W czasie epizodów chorób różnej etiologii, które występują w życiu każdego człowieka, podnosi się wydatek energetyczny. Może pojawiać się pogorszenie apetytu oraz utrudnienie spożycia, trawienia i wykorzystania składników pokarmowych, a także zmiany zapotrzebowania składników budulcowych. Potrzeby specjalnego odżywiania osób chorych obserwowano od czasów starożytnych. Obecnie określa się potrzeby dostosowania składu oraz sposobu przyrządzania pożywienia w różnych metabolicznych zaburzeniach w przebiegu procesów chorobowych. Dąży się przy tym, by żywienie chorego człowieka

1. pokrywało aktualne zapotrzebowanie energetyczne i potrzeby w zakresie składników budulcowych
2. odciążało chory narząd lub wyrównywało zaburzony tor metaboliczny
3. było dla pacjenta źródłem przyjemnych doznań.

### 3. ZAPOTRZEBOWANIE POKARMOWE CZŁOWIEKA.

#### 3.1. Przemiana materii (metabolizm)

Przemiana materii organizmu ludzkiego zachodzi w każdej komórce narządów i tkanek zgodnie z programem genetycznym jądra komórkowego i planowymi funkcjami elementów strukturalnych komórki. W organizmach heterotroficznych źródłem substancji chemicznych podlegających przemianom jest pożywienie. Z jego składników pochodzi materiał dla budowy i odbudowy tkanek oraz substancji regulujących procesy metaboliczne, a także, uzupełniony przez tlen powietrza, chemiczny substrat przemian energetycznych. Na przemianę materii składają się

- **endoergiczne procesy syntez chemicznych** składników budulcowych niezbędnych dla budowy struktur komórkowych, mnożenia komórek oraz wymiany elementów komórkowych; są to **procesy anaboliczne** organizmu, wymagające dopływu energii i chemicznych materiałów budulcowych

- **egzoergiczne procesy degradacji i spalań** chemicznych składników elementów komórkowych oraz materiału chemicznego dochodzącego do komórki z krwią lub limfą, a pobieranego przez organizm z pożywieniem ze środowiska pozaustrojowego; składają się one na **procesy kataboliczne**. W ich przebiegu wytwarza się energia biologicznie użyteczna niezbędna dla procesów syntez, oraz energia cieplna, która umożliwia utrzymanie stałej temperatury ciała w zmiennych termicznych warunkach środowiska zewnętrznego człowieka.

Przemiana materii w zakresie procesów egzoergicznych i endoergicznych zachodzi w każdej komórce żywego organizmu według genetycznego planu funkcji poszczególnych

tkanek i narządów. Nośnikiem planowych funkcji komórki jest **jądro komórkowe**. Wnętrze jądra wypełnia karioplazma, w której znajduje się jąderko i chromatyna (DNA i histony). Informacja genetyczna zakodowana jest w DNA. Podstawową jednostką informacyjną jest trójka nukleotydów (triplet, kodon) oznaczająca aminokwas, podczas gdy gen zawiera informację dotyczącą jednego łańcucha polipeptydowego. Uruchomienie informacji genetycznej wymaga przepisania jej z matrycy DNA na mRNA w procesie transkrypcji. Powstające mRNA są wzorcami (template) syntetyzowanego białka. Transkrypcja zachodzi poza czasem podziałów komórkowych, natomiast w dzielących się mitotycznie komórkach dekondensacja chromosomów umożliwia semikonserwatywną replikację DNA w fazie S interfazy.

**Cytoplazma komórki** wykazuje obecność zróżnicowanych struktur, które spełniają różne funkcje w metabolizmie komórkowym:

- mitochondria są w komórce strukturalnym podłożem procesów katabolicznych (cykl kwasu cytrynowego, beta-oksydacja kwasów tłuszczowych, oksydacyjna fosforylacja) ; zachodzi tu produkcja energii chemicznej gromadzonej w wysokoenergetycznych wiązaniach ATP niezbędnej dla procesów syntezy, oraz energii cieplnej umożliwiającej zachowanie termicznych warunków środowiska wewnątrzustrojowego
- rybosomy związane z retikulum endoplazmatycznym granularnym są miejscem biosyntezy białek (informacja zakodowana w sekwencji nukleotydów w mRNA zostaje w procesie translacji przełożona na sekwencję aminokwasów w tworzącym się białku)
- cytosol komórki stanowi uwodnioną fazę cytoplazmy, zawierającą enzymy glikolizy oraz enzymy katalizujące reakcje anaboliczne w komórce
- retikulum endoplazmatyczne gładkie jest podłożem biosyntezy różnych lipidów (kwasy tłuszczowe, cholesterol, sterydy) i miejscem utleniania wielu ksenobiotyków (cytochrom P-450)
- aparat Golgiego pełni funkcje wydzielnicze ( polisacharydy, mukopolisacharydy, glikoproteiny -glikolizacja białek, lipoproteiny)
- lizosomy zawiadują procesami trawienia wewnątrzkomórkowego dzięki obecności w ich wnętrzu hydrolitycznych enzymów trawiennych
- peroksosomy są miejscem degradacji niektórych kwasów tłuszczowych oraz wytwarzania i degradacji nadtlenku wodoru ( zawierają katalazę, peroksydazę, oksydazę moczanową i inne enzymy utleniające)
- cytoplazmatyczna błona otaczająca komórkę - umożliwia transport substancji chemicznych do wnętrza komórki, a produktów przemian poza komórkę.

### 3.2 Procesy kataboliczne organizmu człowieka

Podstawowym substratem komórkowych przemian katabolicznych jest glukoza. Jako źródło energii w katabolicznych procesach komórki mogą służyć również kwasy tłuszczowe i glicerol oraz w małym stopniu aminokwasy. Przemiany oddychania wewnętrznego zachodzące w cytoplazmie i mitochondrium komórki przedstawione są na poniższym schemacie.

Ryc 1

Zachodzące w komórkach procesy kataboliczne podlegają kontroli hormonalnej i regulacji enzymatycznej. Ilość uzyskanej energii biologicznie użytecznej podczas całkowitego utlenienia glukozy do dwutlenku węgla i wody wynosi 36 ATP, natomiast w przypadku glikolizy mleczanowej 2 ATP. Ilość uzyskanej energii związanej z beta -oksydacją kwasów tłuszczowych jest wyższa i zależna od długości łańcucha węglowego, np. podczas utlenienia kwasu palmitynowego uzyskuje się 131 ATP. W wiązaniach wysokoenergetycznych ATP zawarte jest tylko około 40% energii uwalniającej się podczas utleniania biologicznego substratu organicznego, a pozostała część (około 60%) ulega rozproszeniu jako energia cieplna.

Bardziej skomplikowane są procesy metaboliczne w przypadku białek. Białka komórkowe są degradowane do aminokwasów przez systemy enzymatyczne cytosolu i lizosomów; znaczna ich część (do 80%) podlega w tych samych komórkach resyntezie. Pozostałe aminokwasy, jak również część aminokwasów dochodzących do komórek z krwią ulega dezaminacji, a "szkielety węglowe" aminokwasów po dalszych przemianach (specyficznych dla różnych aminokwasów i różnych tkanek) dochodzą do postaci kwasów wchodzących w przemiany cyklu kwasu cytrynowego.

W czynnościach organizmu człowieka ogólnym celem przemian energetycznych jest

- \* utrzymanie zjawisk życiowych organizmu
- \* termogeneza
- \* umożliwienie aktywności fizycznej.

### 3.3 Pokarmowe źródła energii i ich równoważniki energetyczne.

Zewnątrzustrojowym wyrazem komórkowych przemian energetycznych jest oddychanie zewnętrzne (pobieranie tlenu i wydalenie dwutlenku węgla), a także wydalenie w moczu niektórych produktów przemiany białek.

Intensywność przemian energetycznych organizmu określa się przy pomocy jednostek energii. Stosuje się przy tym tradycyjną jednostkę energii cieplnej, jaką jest kaloria, a raczej jej wielokrotność t.j.kilokaloria (kcal). Z wprowadzeniem międzynarodowego systemu SI (System International) jednostek w fizyce, przyjęto dla energii jednostkę Joule (dżul) i jego wielokrotności kilojoule (kJ) oraz megajoule (MJ); równoważną ilością energii dla obu jednostek są:  $1 \text{ kcal} = 4.184 \text{ kJ}$  oraz  $1 \text{ kJ} = 0,239 \text{ kcal}$ .

Energia uzyskiwana w organizmie człowieka w procesie spalań komórkowych pochodzi z przemiany chemicznych składników pokarmowych z grupy węglowodanów, tłuszczów i białek. Niewielkie ilości energii uzyskuje się również z pośrednich produktów ich przemiany, występujących w spożywanych produktach jak alkohole oraz kwasy organiczne.

Wartość energetyczną procesów spalań poszczególnych składników pożywienia można określić doświadczalnie poprzez spalania w bombie kalorymetrycznej; uzyskuje się przy tym wartości **fizycznych** równoważników energetycznych (Gross Energy). Są one zależne od stopnia utlenienia podstawowych elementów cząsteczek chemicznego składnika pożywienia.

W organizmie człowieka występują pewne straty ilościowe składników pożywienia, związane ze stratami z przewodu pokarmowego oraz w wyniku wydalenia produktów niepełnego spalania aminokwasów z moczem.. Ilość energii uzyskiwana ostatecznie w procesach przemian w organizmie określana jest jako energia przemienne (metaboliczna) (Metabolizable Energy), a uzyskiwane ilości energii na wagową jednostkę substratu nazywamy biologicznymi równoważnikami energetycznymi (tab. 2)

Tab2

**Wykorzystanie składników pożywienia - równoważniki energetyczne.**  
**kcal / g (kJ/g)**

Równoważniki	Energia brutto	Energia przyswajalna	Energia przemiana
	fizyczne	biologiczne	standardowa (Atwater' a)
Cukrowce	4,1 (17,2)	4,1 (17,2)	4 (17)
Tłuszcze	9,3 (38,9)	9,3 (38,9)	9 (38)
Białka	5,4 (22,6)	4,1 (17,2)	4 (17)
Etanol	7,1 (29,7)	7,1 (29,7)	7 (29)

**Podstawowa i ogólna przemiana materii - metodyka pomiarów.**

Pomiar intensywności przemian energetycznych opiera się na:

\*ocenie ilości wytwarzanej w organizmie i **oddawanej do otoczenia** energii cieplnej (kalorymetria bezpośrednia)

\*ocenie ilości **pobranego** przez organizm **tłenu** i **wydalonego dwutlenku węgla** (kalorymetria pośrednia)

\*monitorowaniu częstości tętna, którego zwiększenie łączy się ze zwiększonym zużyciem tlenu, metoda stosowana chętnie w badaniach dzieci pozostających w środowisku domowym

\*ocenie różnicy tempa zaniku izotopów  $^2\text{H}$  i  $^{18}\text{O}_2$  z organizmu badanego po podaniu wody podwójnie znakowanej trwałymi izotopami wodoru i tlenu i wyliczenia na tej podstawie ilości zużytego tlenu i wydalonego dwutlenku węgla (metoda podwójnie znakowanej wody).

**Podstawowa przemiana materii.**

Najniższy poziom przemian energetycznych, wytwarzających niezbędną ilość energii dla zachowania podstawowych funkcji życiowych organizmu w warunkach higienicznego komfortu środowiska określany jest jako **podstawowa przemiana materii (PPM)** = basal metabolic rate (BMR). Pomiar PPM należy w praktyce przeprowadzać u człowieka pozostającego w pełnym spoczynku (pozycja leżąca), wcześniej rano, najmniej 12-18 godzin po spożyciu posiłku, w optymalnych warunkach środowiska termicznego oraz spokoju psychicznego. Ponieważ zachowanie szczególnie ostatniego warunku jest trudne, bardziej właściwym terminem (określającym poziom przemiany materii zgodny z warunkami pomiaru) jest **spoczynkowa przemiana materii** (resting metabolic rate - RMR), lub **spoczynkowy wydatek energetyczny** (resting energy expenditure - REE). Używany poniżej skrót PPM odpowiada raczej doświadczalnej wartości REE. Pomiary przemiany materii przeprowadza się przez czas dobrany zależnie od stosowanej metody. Wyniki podaje się ostatecznie w ilość energii wytwarzanej w jednostce czasu, a uzyskaną wartość przelicza się na 1 dobę.

W badaniach doświadczalnych, przy oznaczaniu pobierania i wykorzystania tlenu przez niektóre narządy człowieka w warunkach przemiany spoczynkowej, stwierdzono szczególnie duże zużycie tlenu przez wewnętrzne narządy w stosunku do ich masy, a więc ich dużą aktywność metaboliczną (wątroba, mózg, nerka). U prawidłowo zbudowanych ludzi dorosłych w tym samym wieku, podstawowa przemiana materii jest proporcjonalna do ciężaru ciała; występuje również zależność od wieku, płci i budowy ciała.; najwyraźniejsza okazała się zależność od masy aktywnych tkanek, którą wyraża się wzorem: masa ciała ciała

w kg do potęgi 0,75. Jest ona bardzo bliska wartości beztłuszczowej masy ciała (lean body mass).

W okresie niemowlęcym i całego dzieciństwa PPM wyrażona na kg masy ciała jest znacznie wyższa niż u dorosłego człowieka. Jest to następstwem wyższego stosunku masy narządów o wysokiej aktywności przemian do ogólnej masy ciała dziecka oraz wyższej komponenty procesów syntez, towarzyszących procesowi wzrastania.

Dla praktyki szacowania wysokości PPM opracowano wzory regresji, które pozwalają na oszacowanie wysokości spoczynkowej przemiany materii dla osób należących do różnych grup wieku i płci na podstawie wartości wysokości i masy ciała (Harris i Benedict 1918 r., Schofield i inni, 1985), oraz na podstawie tylko masy ciała (WHO/FAO/UNU 1985) (tab.3) Wynik końcowy wyliczenia PPM w zależności od wzoru podaje końcową wartość w kcal lub MJ.

Tab 3.

**Szacowanie wysokości podstawowej przemiany materii na podstawie masy ciała**

Płeć	wiek lata	rownanie dla szacoweania spoczynkowej przemiany materii	
		w kg/dobę	w MJ/ dobę
<hr/>			
	0 - 3	(60,9 x MC) - 54	( 0,249 x MC) - 0,127
	3 - 10	(22,7 x MC) + 495	(0,095 x MC ) + 2,110
	10 - 18	(17,5 x MC) + 651	(0,074 x MC ) + 2,754
	18 - 30	(15,3 x MC) + 679	(0,063 x MC) + 2,754
	30 - 60	(11,6 x MC) + 879	(0,049 x MC) + 3,653
	60 i powyżej	(13,5 x MC) + 487	(0,049 x MC) + 2,459
<hr/>			
żeńska	0 - 3	(61,0 x MC) - 51	(0,244 x MC) - 0,130
	3 - 10	(22,5 x MC) + 499	(0,085 x MC) + 2,033
	10 - 18	(12,2 x MC) + 746	(0,056 x MC) + 2,898
	18 - 30	(14,7 x MC) + 496	(0,062 x MC) + 2,036
	30 - 60	( 8,7 x MC ) + 829	(0,034 x MC) + 3,538
	60 i powyżej	(10,5 x MC) + 596	(0,038 x MC) + 2,755
<hr/>			
według	WHO (1985)		

Szacowanie PPM jest użyteczne dla oceny średniej wartości PPM dla grup osób (tej samej płci i w zbliżonym wieku) oraz dla dalszej oceny średniego dobowego zapotrzebowania energetycznego grup ludności. Ma ono zastosowanie także przy opracowaniu zaleceń żywienia pojedynczych osób (również w praktyce klinicznej) jako wartość wyjściowa przy szacowaniu całodobowego zapotrzebowania energetycznego.

Podstawowa przemiana materii może u tej samej osoby ulegać zmianom na skutek działania niektórych czynników w ciągu dłuższego okresu czasu. Tendencja do wyższych wydatków energetycznych, związanych ze spoczynkową przemianą materii, nosi nazwę **termogenezy adaptacyjnej**. Występuje ona :

- a/ u osób wykonujących przez dłuższy okres czasu pracę fizyczną (w porównaniu z okresem siedzącego trybu życia)
- b/ po dłuższym pobycie w warunkach chłodu (około 5 dni w 5 stopniach C ). Podobny efekt mogą wywoływać czynniki stresogenne.
- c/ po wprowadzeniu do organizmu niektórych związków hormonalnych jak adrenalina i tyroksyna oraz pobudzających jak kofeina i pochodne benzydryny; ten sam efekt daje palenie papierosów, które może podnosić PPM nawet o 20% .



d/ w czasie procesów chorobowych: w chorobach gorączkowych ( na temperaturę ciała wyższą o każdy stopień C, wzrost PPM o 10 - 14% , znaczny wzrost PPM także, po urazach, złamaniach i oparzeniach.

W okresach niedożywienia występuje powolny spadek spoczynkowej przemiany materii. W okresach podażi pożywienia o znacznie zawyżonej wartości energetycznej obserwowano w niektórych badaniach wzrost spoczynkowej przemiany rzędu 10-15 %.

Wysokość PPM obniża się z wiekiem. Spada ona początkowo szybko od około 34 kcal/kg/dobę po urodzeniu oraz osiąga wartość około 15 kcal/kg/dobę po zakończeniu wzrastania, to jest w przybliżeniu w wieku 18 lat. U dorosłych ludzi spadek PPM wynosi około 2 % na każde 10 lat życia. Różnice te są ujęte w równaniach regresji, stosowanych przy szacowaniu PPM.(tab.3)

### **Ogólna dobową przemiana materii**

#### **Termogeneza po posiłkach.**

Wydatek energetyczny organizmu podnosi się po spożyciu pokarmu ponad aktualnie występujący poziom przemiany materii (przy tych samych warunkach prowadzonego pomiaru); największa różnica występuje około 3 godz. po posiłku. Uważa się obecnie, że przyczyny tego wzrostu są złożone i jeszcze niedostatecznie wyjaśnione. Zjawisko to określa się obecnie nazwą **termogeneza poposiłkowa** (dietary induced termogenesis - DIT). Obejmuje ona potrzeby energetyczne trawienia, wchłaniania transportu i przemian spożytych składników pokarmowych. Przy ustabilizowanym całodobowym żywieniu około 10% dobowych wydatków energetycznych wiąże się z popokarmowym wzrostem wydatku energetycznego. Składają się na nią 2-4% wartości energetycznej spożytego tłuszczu, 4-7 % wartości węglowodanów i 18-25 % wartości spożytych białek. Posiłki zrównoważone pod względem składu dają niższy efekt cieplny, niż wartość wyliczona wg proporcji spożytych składników. Termogeneza poposiłkowa jest również niższa po posiłku porannym (po nocnej przerwie), a także w przypadkach żywienia przez dłuższy czas poniżej poziomu zapotrzebowania energetycznego.

### **Wydatki energetyczne związane z aktywnością fizyczną.**

Ogólny wydatek energetyczny związany z aktywnością fizyczną, w tym z pracą najwyraźniej wpływa na wysokość ogólnej dobowej przemiany materii. Określa się go doświadczalnie najczęściej przy zastosowaniu metodyki kalorymetrii pośredniej, a u dzieci także na podstawie szybkości akcji serca. Wyznacza się sumę energii wydatkowanej na procesy przemiany podstawowej i aktywność fizyczną, a u ludzi spożywających posiłki dochodzi również składowa termogenezy poposiłkowej. Wysokość wydatku energetycznego przy różnych czynnościach zależy głównie od pracy układu mięśniowego (ilości mięśni w stanie napięcia lub wykonujących skurcze), a także, w pewnym stopniu od wzrostu aktywności innych narządów.

Z uwagi na mechanizację wielu czynności, obniżając wysiłek fizyczny człowieka, ulegają obecnie obniżeniu różnice wydatku energetycznego w czasie pracy w różnych zawodach. Pojawiają się natomiast większe różnice w codziennej aktywności podczas wypoczynku w związku z narastającą dbałością o aktywność fizyczną, ważną dla zachowania zdrowia.

Wysokość dobowych wydatków energetycznych przy różnych czynnościach określa się na jednostkę masy ciała (kg) i jednostkę czasu, jako wartość średnią dla badanej grupy osób w podobnym wieku i płci - (tab.4)

**Tab. 4. Średnie wydatki energetyczne (kcal na minutę) w czasie niektórych czynności dla grup ludzi wybranych wg płci, wieku i ciężaru ciała badanych**

--						
Wiek	Dorośli 20 - 30 lat		Młodzież 14 lat		Dzieci 9 - 11 lat	
Płeć	mężczyźni	kobiety	chłopcy	dziewczynki	chłopcy	dziewczynki
Ciężar ciała kg	65	55	51	52	29-35	25-35
<b>Czynności :</b>						
leżenie i wypoczynek, sen	1,08	0,9	1,04	0,99	0,80	0,75
siedzenie w spokoju	1,39	1,15	-	-	-	-
siedzenie - praca	1,8 * *	1,6 * *	1,47*	1,27*	0,9 *	1,12*
lekka praca domowa	3,1	2,5	-	-	-	-
sprzątanie pokoju	-	-	2,8	2,8	-	-
chodzenie 4 km/godz	3,4	2,6	-	-	-	-
spacer	-	-	4,4	3,7	3,0	2,0

---

wg.Durnina i Passmore'a 1967 i FAO/WHO 1973

Zgodnie sugestią WHO (1985) wydatek energetyczny można również podać jako wielokrotność podstawowej przemiany materii. Wartość ta jest nazywana współczynnikiem aktywności. Przybliżone wartości współczynników aktywności dla różnych czynności mężczyzn i kobiet o przeciętnej budowie przedstawia tab.5.

Różnica między wydatkami energetycznymi mężczyzn i kobiet jest wyrażona przy użyciu współczynnika aktywności, poprzez wysokość przemiany spoczynkowej w określonej jednostce czasu, różnej dla mężczyzn i kobiet (mnożna) zaś współczynnik aktywności (mnożnik ) ma tę samą wartość dla analogicznych czynności..

**Tab.5. Przybliżone wartości wydatków energetycznych w stosunku do spoczynkowej przemiany dla mężczyzn i kobiet**

Rodzaj aktywności		SPM w jednostce czasu X współczynnik aktywności_		
Rodzaj aktywności		dane przykładowe:		
<b>Wypoczynek:</b>	sen, leżenie	<b>SPM</b>	<b>x</b>	<b>1,0</b>
<b>Mała aktywność :</b>	czynności w pozycji siedzącej, pisanie, szycie, praca laboratoryjna, prowadzenie pojazdu, malowanie, gotowanie, gra w karty, gra na instrumentach, prasowanie	<b>SPM</b>	<b>x</b>	<b>1,5</b>
<b>Lekki wysilek:</b>	chodzenie po płaskim terenie 4-5 km/godz., mechanika samochodowa, handel aparatami elektrycznymi, dywanami, praca w restauracji sprzątanie domu, opieka nad dziećmi, golf, żaglowania, ping-pong	<b>SPM</b>	<b>x</b>	<b>2,5</b>
<b>Umiarkowany wysilek :</b>	Chodzenie 5,5 - 6,5 km/godz., pielienie i okopywanie, noszenie ciężarów, jazda na rowerze , jazda na nartach tenis, tańce	<b>SPM</b>	<b>x</b>	<b>5.0</b>

<b>Ciężki wysiłek :</b>	wchodzenie z ciężarem pod górę, wyrąb drzew, ciężkie ręczne wykopy, koszykówka, futbol, wspinaczka	<b>SPM</b>	<b>x</b>	<b>7.0</b>
-------------------------	--	------------	----------	------------

dane wg.Durnina i Passmora (1967) oraz WHO (1985). Wybór Recommended Dietary Allowances (1990 ).

Ocena dobowego wydatku energetycznego wymaga określenia czasu wykonywania poszczególnych czynności (chronometraż czynności oraz określenia średniego współczynnika aktywności dla całej doby) (tab. 5.)

Wyznaczanie dobowego wydatku energetycznego przebiega według poniżej podanego przykładu

Tab.6. Dzienny wydatek energetyczny mężczyzny wykonującego umiarkowane ciężką pracę fizyczną

Wiek 35 lat, masa ciała 65 kg, wysokość 172 cm  
Obliczona PPM 68 kcal na godzinę.

Czynności:	współczynnik aktywności (AF)	czas (godziny)	kcal
sen	1 x PPM	8	544
aktywność zawodowa	3 * x PPM	8	1632
aktywność pozazawodowa	2,5 x PPM	2	340
zajęcia domowe	1.5 x PPM	6	571
razem ogólny dobowy wydatek energetyczny		24	3087

\*średnia ważona dla czynności w pracy

$$\text{Średnia aktywność całego dnia} = (AF 1 \times 8) + (AF 3 \times 8) + (AF 2,5 \times 2) + (AF 1,4 \times 6) = 45,4 : 24 = 1,892$$

Wartości podane w tabelach pozwalają na określenie przybliżonego indywidualnego wydatku energetycznego dla poszczególnych osób., związanego z aktywnością fizyczną. Potrzeba wyliczeń dotyczy przypadków konieczności indywidualnej żywieniowej porady, zwłaszcza w warunkach zmieniającego się trybu życia połączonego ze zmianą aktywności fizycznej..

### Czynniki ogólnej dobowej przemiany materii

Na ogólną dobową przemianę materii składają się wydatki energetyczne podstawowej przemiany materii, termogeneza poposiłkowa i termogeneza związana z aktywnością fizyczną. Elementy ogólnej dobowej przemiany materii są ze sobą ściśle powiązane. Zmiany jednej ze składowych wpływają na poziom pozostałych.

Dobowy wydatek energetyczny podaje równocześnie wartość energetyczną całodziennego pożywienia, którego spożycie zapewni uzyskanie pożądanego bilansu energetycznego - jest to **wartość zapotrzebowania energetycznego**.

Do czynników wpływających na różnice dobowego zapotrzebowania energetycznego, wyrażonego na kilogram masy ciała należy:

**- Wiek:**

Znaczną część beztłuszczowej masy ciała dzieci stanowią narządy wewnętrzne o dużej aktywności metabolicznej., co podnosi **poziom PPM**. Dzieci odznaczają się również wysoką **aktywnością fizyczną**, tak że średni dobowy współczynnik aktywności wynosi 1,7 - 2,0 x PPM. **Proces wzrastania**, z wyjątkiem grupy niemowląt odpowiada za około 1% wzrostu całkowitego zapotrzebowania energetycznego (około 5 kcal/g przyrostu masy ciała).

W grupie ludzi dorosłych stopniowo obniża się beztłuszczowa masa ciała(około 2-3 % na dekadę). Proces ten dotyczy głównie ilości masy mięśniowej. Obniża się również aktywność fizyczna, szczególnie po ukończeniu 75 r oku życia., tak że określony współczynnik dobowej aktywności fizycznej wynosi ca.1,45 - 1,5.

**-Płeć:**

Różnice w składzie ciała, nieznaczne w pierwszych dziesięciu latach, stają się wyraźne w okresie pokwitania. Większa masa mięśniowa mężczyzn powoduje, że różnica w wysokości spoczynkowego wydatku energetycznego dla obu płci wynosi około 10 %. Dalsze różnice, wiążą się z pracą mężczyzn, częściej połączoną z większym wysiłkiem fizycznym.

Specjalne obciążenie metaboliczne kobiet w okresie ciąży jest związane ze wzrostem dodatkowych tkanek łożyska i płodu. Przyrost masy ciała w tym okresie o 12,5 kg, przy ciężarce urodzonego dziecka 3,3 kg, powoduje całkowity koszt energetyczny oceniony na 80.000 kcal. W stosunku do tej wartości, dzieląc podany koszt energetyczny ciąży przez ok.250 dni czasu trwania ciąży , oceniono zapotrzebowanie energetyczne kobiet w tym okresie na dodatkowe 300 kcal/ dobę. Dla oceny potrzeb energetycznych w okresie laktacji przyjęto, że kobieta karmiąc piersią zużywa głównie w pierwszych miesiącach odłożony w ciąży zapas tłuszczu, a wydzielane mleko ma wartość 70 kcal na 100 ml ; na podstawie tych danych oceniono, że ilość energii pozwalająca na uzyskanie dostatecznej ilości pokarmu wymaga dodatku pożywienia o wartości 500 kcal.

**- Proces wzrastania**

Najbardziej wyraźny i najwyższy w stosunku do masy ciała jest proces wzrastania po urodzeniu i w ciągu pierwszego roku życia. Omówiono powyżej koszt budowy tkanek matki i płodu w okresie ciąży. Także u osób dorosłych możliwy jest przyrost masy ciała, u sportowców związany z rozrostem masy mięśniowej. W różnych okresach życia, po ubytku masy ciała w procesie chorobowym występuje odnowa zasobów tkankowych: dzieci, u których w czasie choroby nastąpiło również zahamowanie wzrastania liniowego, wykazują przyrost masy i długości (wysokości) ciała określane jako wzrastanie wyrównawcze. Energetyczne koszty wzrastania oceniane są na 5 kcal na 1 g przyrostu masy ciała, które są sumą wydatków na procesy syntez i wartości energetycznej odłożonego białka i tłuszczu.

**- Masa ciała**

Osoby o wyższej masie ciała wykazują wyższą spoczynkową przemianę materii i proporcjonalnie do masy ciała wyższy koszt energetyczny wysiłku fizycznego. Dlatego ciężar ciała jest istotny dla oceny wydatków energetycznych i dobowego zapotrzebowania energetycznego. Dla osób otyłych lub wyraźnie niedożywionych wartość energetyczną pożywienia powinno się ustalać wg. ciężaru należnego przy danej wysokości ciała.

**-Warunki klimatyczne**

Ogrzewanie i klimatyzacja pomieszczeń także w warunkach pracy powodują obniżenie wpływu warunków klimatu zewnętrznego na organizm.

Praca w temperaturze powietrza poniżej 14 °C z większą wydatkiem energetycznym przy jej wykonywaniu o ok. 14 %, a dodatkowe 2 % - ciężar ubrania i obuwia. Również przy oziębieniu ciała i drżeniu z zimna wydatek energetyczny wzrasta.

U osób wykonujących ciężką pracę w wysokiej temperaturze otoczenia (37 °C lub wyższej), wydatek energetyczny wzrasta w związku z mechanizmem utrzymania stałej temperatury ciała w warunkach gorąca. W tym wypadku pożywienie wyrównuje umiarkowane straty energetyczne, a także straty wody i innych składników odżywczych, wydalanych przy poceniu.

### **Zalecana wartość energetyczna dobowych racji pokarmowych.**

Różnice w zestawie i natężeniu działania czynników wpływających na wysokość ogólnej dobowej przemiany materii sprawiają, że dla oceny wartości dobowego zapotrzebowania energetycznego grup ludności posługujemy się średnimi wartościami dobowych wydatków energetycznych; można również korzystać z wyników badań sposobu odżywiania i wyliczonej średniej wartości energetycznej całodobowych posiłków, spożywanych przez grupę badanych, którzy swobodnie korzystają z urozmaiconego zestawu produktów spożywczych i nie wykazują objawów choroby lub cech niewłaściwego stanu odżywienia.

Badania z tego zakresu, wykonane w wielu krajach na różnych populacjach sugerowały ustalanie zaleceń dla grup ludności utworzonych według wieku i płci, (dla kobiet także okresu ciąży i karmienia), z wyróżnieniem podgrup osób o tej samej masie ciała i podobnym dobowym wydatku energetycznym. Zastosowanie średnich wartości zapotrzebowania energetycznego dla grupy umożliwia osobniczą fizjologiczną regulację spożycia poprzez doznania uczucia głodu i sytości u członków grupy, a także obserwacja zmiany masy i składu ciała przy utrzymujących się niedoborach lub nadmiarach energetycznych.

## **4. SKŁADNIKI POŻYWIENIA I ICH ROLA W ORGANIZMIE CZŁOWIEKA.**

### **Rola składników pożywienia w przemianie materii.**

Składniki pożywienia wprowadzane do organizmu człowieka doustnie przechodzą do przewodu pokarmowego, w którym podlegają w swej głównej masie procesowi trawienia; składniki które nie podlegają trawieniu są wydalone razem z trawionymi tą drogą enzymami trawiennymi i złuszczone nabolonkiem przewodu pokarmowego. Stopień skuteczności procesu trawienia jest różny dla poszczególnych składników pokarmowych; zależy on od:

- chemicznej budowy składnika,
- liczby procesów przemian doprowadzających go do postaci podlegającej wchłanianiu,
- powierzchni jelita zaangażowanej w proces wchłaniania,
- interakcji między składnikami pokarmowymi zawartymi w posiłku, a szczególnie obecności i ilości substancji niestrawnych.

Na tempo procesów wchłaniania wpływają również zabiegi kulinarne. Opóźnianie wchłaniania mogą powodować przyjmowane leki, a także zmiany chorobowe, związane z zakażeniami bakteryjnymi (np. *Vibrio cholerae*).

Strawność określa się w przypadku składników pokarmowych, które po działaniu enzymów trawiennych, dochodzą do postaci związku podlegającego wchłanianiu, a także dla całości racji pokarmowej (tzw. strawność suchej masy). **Współczynnik strawności** jest to *procentowy stosunek strawionej i wchłoniętej ilości składnika odżywczego do ilości tego składnika spożytego z pokarmem*.

W przypadku nie podlegających trawieniu witamin i składników mineralnych przyjęto określenie **biodostępność**. Jest ona do pewnego stopnia regulowana przez samo jelito (np. czynnik wewnętrzny /*intrinsic factor* ( przy wchłanianiu wit.B12), co w przypadku składników mineralnych zapobiega nadmiernemu wchłanianiu (np.żelaza).

Pochodzące z artykułów spożywczych składniki chemiczne dostarczają substratu dla przemian energetycznych oraz dla budowy tkanek organizmu i wewnątrzustrojowych związków, które regulują przemianę materii i inne funkcje życiowe organizmu.

W procesach spalań w największym stopniu jest wykorzystywana glukoza pochodząca z węglowodanów, kolejno ilościowo kwasy tłuszczowe i glicerol pochodzące z tłuszczów; źródłem energii są też aminokwasy, które nie zostały wykorzystane jako materiał budulcowy. Rolę enzymów i koenzymów w tych procesach spełniają witaminy i składniki mineralne.

Materiał budulcowy tkanek oraz regulatorów metabolizmu i funkcji organizmu człowieka pochodzi więc z wszystkich grup składników pokarmowych. Niektórych związków organizm nie może wytworzyć: nazywamy je **egzogennymi lub niezbędnymi składnikami pokarmu**.

## 5. SKŁADNIKI POKARMU O ZNACZENIU ENERGETYCZNYM I BUDULCOWYM.

### 5a. Białka

Białka są podstawowymi elementami budulcowymi struktur każdej żywej komórki i substancji regulujących przebieg metabolizmu komórkowego. W przemianie materii organizmów heterotroficznych zachodzi stały rozpad i odbudowa białek ustrojowych, przez co gospodarka białkowa wiąże się z przemianami energetycznymi, a zużywane białko pokarmowe dostarcza w ogólnym bilansie określoną ilość energii. Ponadto efektywne wykorzystanie białka pokarmu wymaga pełnego pokrycia potrzeb energetycznych organizmu. Ten związek metaboliczny powoduje, że pokarmową rolę białek wiąże się z problemami bilansu energetycznego organizmów żywych.

Białka są poliamidami o wysokiej masie cząsteczkowej. Podstawowymi elementami struktury białka jest 20 alfa-aminokwasów; z których 18 ma znaczenie jako składniki odżywcze w żywieniu człowieka. W organizmach zwierzęcych występuje jeszcze kilkanaście alfa-aminokwasów oraz nie-alfa aminokwasy, które nie są składnikami białek, ale związkami pośrednimi w ich przemianach lub spełniają swoje funkcje w przemianie materii.

Określona grupa aminokwasów może być wytwarzana w organizmie człowieka z glukozy i poprzez cykl kwasu cytrynowego z kwasów organicznych w drodze transaminacji albo z wolnych aminokwasów przez transaminację lub redukcyjną aminację. W przypadku niektórych aminokwasów brak jest możliwości ich wytwarzania w organizmie, dlatego są one nazywane **egzogennymi lub niezbędnymi**. Aminokwasy arginina i histydyna, produkowane w organizmie dorosłych ludzi, są uważane za niezbędne w okresie niemowlęcym. Tyrozynę może ustroj wytwarzać z fenyloalaniny, zaś cystynę z metioniny. Aminokwasy te uważa się za **względnie niezbędne**.

Podstawą do wyróżnienia kilku chemicznych grup aminokwasów są cechy budowy chemicznej cząsteczek, a szczególnie ich bocznego łańcucha (tab7.)

Tab 7. **L-aminokwasy występujące w żywności**

Rodnik boczny	Nazwa aminokwasu i jej skrót
alifatyczny	Glicyna (Gly) , Alanina(Ala)
" rozgałęziony	<b>Leucyna (Leu), Isoleucyna (Ile ) Walina ( Wal)</b>
z grupą hydroksylową	Seryna (Ser) <b>Treonina (Tre)</b>
kwaśny	Kwas glutaminowy (Glu)* Kwas asparaginowy (Asp)*
zasadowy	<b>Lizyna (Liz)</b> , Arginina (Arg), Histydyna (His)
aromatyczny	<b>Fenylalanina (Fen)</b> Tyrozyna (Tyr) <b>Tryptofan (Trp)</b>
siarkowy	<b>Metionina (Met)</b> , Cysteina (Cys)**
cykliczny	Prolina (Pro)***

\* występują też amidy: asparagina (Asn) i glutamina (Gln)

\*\* cysteina występuje też jako dimer cystyna

\*\*\* prolina jest iminokwasem

*kursywą wyróżniono aminokwasy niezbędne*

Poza podstawowym wykorzystaniem w budowie białka, aminokwasy podlegają przebudowie na związki azotowe o istotnym znaczeniu dla przemiany materii i funkcji ustrojowych:

- **glicyna, kwas asparaginowy** i donator grup metylowych - **metionina** są związkami wyjściowymi dla endogennych zasad purynowych i pirymidynowych, które wchodzi w skład cząsteczki kwasów nukleinowych.

- **tryptofan** ulega przemianie na aminy biogenne centralnego układu nerwowego, w tym na serotoninę. Niewielka część tryptofanu (1 /60) ulega przemianie na niacynę.

- **tyrozyna** jest prekursorem dla hormonów: adrenalina i noradrenalina oraz tyroksyna.

Białkami jest wiele hormonów, wśród nich : glukagon, insulina, insulinopodobne czynniki wzrostowe 1 i 2, hormon wzrostu.

Białkami są również izoenzymy, które mogą katalizować tę samą reakcję lecz z różną wydajnością. Wzorzec cząsteczki enzymu determinują izoenzymy, które z kolei są determinowane przez wzorzec genetyczny. Zestaw izoenzymów decyduje o indywidualnych cechach metabolizmu.

Atywność enzymów zbudowanych wyłącznie z białka zależy od chemicznych właściwości funkcjonalnych, które z kolei zależą od bocznych łańcuchów 9-ciu aminokwasów:

imidazolowego pierścienia histydyny

grupy karboksylowej glutaminianów i asparaginianów

grupy hydroksylowej seryny, treoniny i tyrozyny

aminowych grup lizyny

guanidynowych grup argininy

sulfhydrylowych grup cysteiny.

Grupy te działają jako zasady i kwasy i katalizują przenoszenie protonów i reakcje przenoszenia grup funkcyjnych. Metale jak kobalt, żelazo, mangan, miedź, cynk i molibden działają jako kofaktory w reakcjach enzymatycznych. Są one miejscem dodatniego ładunku, współdziałają z dwoma albo więcej ligandami (małe cząsteczki, które wiążą się z białkiem).

**Budowa cząsteczki białka** jest złożona. Znaczna liczba aminokwasów, które są cegiełkami budulcowymi białka, stwarza możliwość różnej kolejności połączeń i różnej długości łańcucha w drobinie białka. Liczba i sekwencja aminokwasów determinuje pierwszorzędową strukturę białka. Drugorzędowa struktura wynika z obecności wewnątrzcząsteczkowych wiązań wodorowych, które zapewniają przestrzenny układ łańcucha aminokwasów. Strukturę trzeciorzędową warunkuje układ wiązań dwusiarczkowych, który nadaje ostateczny format cząsteczce białka. Czwartorzędowa struktura występuje w białkach, które są kompleksami więcej niż jednego łańcucha polipeptydowego; występują przy tym różne alternatywne układy struktury czwartorzędowej, które nadają białku różne biologiczne właściwości istotne dla ich roli w procesach metabolicznych i relacji genetycznej.

Białka zbudowane wyłącznie z aminokwasów tworzą grupę białek prostych. Białka, których cząsteczki zawierają też związki inne niż aminokwasy, zalicza się do białek złożonych..

**Białka proste** występujące w tkankach roślinnych i zwierzęcych to:

**albuminy** (rozpuszczalne w wodzie i w roztworach soli)

**globuliny** (rozpuszczalne tylko w roztworach soli)

Zawierają one pełny zestaw niezbędnych aminokwasów o korzystnych proporcjach dla pokrycia potrzeb białkowych człowieka.

W białkach podporowych i ochraniających zwierząt występują **skleroproteiny**, nierozpuszczalne w wodzie i słabych kwasach i zasadach. Należą do nich

a) keratyny, występujące we włosach i naskórku (też w piórach, rogach, kopytach). Nie są trawione w przewodzie pokarmowym człowieka. Hydrolizowane w warunkach laboratoryjnych służą do wyrobu bulionów.

b) elastyna występuje w ścięgnach i ścianach tętnic, nie jest trawiona także po gotowaniu

c) kolagen jest białkiem strukturalnym tkanki łącznej właściwej, chrzęstnej i kostnej. Po gotowaniu przechodzi w żelatynę i jest trawiony.

Białkami o stosunkowo małej cząsteczce są

**histony** (rozpuszczalne w wodzie i rozcieńczonych roztworach kwasów), które występują głównie w jądrach komórek roślinnych i zwierzęcych w połączeniu z kwasami nukleinowymi.

Do białek występujących wyłącznie w produktach roślinnych należą:

**gluteliny** (rozpuszczalne w rozcieńczonych zasadach)

**prolaminy** (gliadyny - rozpuszczalne w alkoholu).

W produktach zbożowych gluteliny i prolaminy tworzą kompleksy zwane glutenem, od którego zależą wartości wypiekowe mąki. U małych dzieci może występować enteropatia poglutenowa (celiakia), uwarunkowana genetycznie, lecz także występująca po infekcjach jelitowych.

Białka złożone tworzą kilka grup związków, których własności zależą również od charakteru części grupy niebiałkowej. Należą tu **nukleoproteidy**, **fosfoproteidy**, **metaloproteidy**, **chromoproteidy**, **glikoproteidy** oraz **lipoproteidy**.

W pożywieniu występują równocześnie białka o różnym typie budowy chemicznej oraz zestawach aminokwasów typowych dla poszczególnych produktów spożywczych. Białka te ulegają w przewodzie pokarmowym człowieka rozkładowi pod wpływem endopeptydaz w żołądku i jelicie cienkim do oligopeptydów oraz trój- i dwupeptydów, a następnie przy udziale egzopeptydaz do aminokwasów.



Wchłanianie produktów trawienia białka ze światła jelita zachodzi głównie na poziomie małych peptydów i aminokwasów. Hydroliza drobnych peptydów zachodzi pod wpływem peptydaz występujących na powierzchni wchłaniania jelitowego. Do komórek jelita wchłaniają się peptydy i aminokwasy dzięki licznym mechanizmom charakterystycznym dla obu typów związków; wchłonięte peptydy ulegają tam dalszemu rozkładowi. W bardzo małych ilościach wchłaniają się również cząsteczki białka, co ma znaczenie dla produkcji immunoglobulin IgA oraz IgG, i powstawania lokalnej odporności jelita cienkiego. Zjawisko to, występujące w niedojrzałych organizmach (noworodki, zwłaszcza wcześniaki), może być także przyczyną powstawania alergii i nietolerancji pokarmowych (celiakia, sprue).

Poza białkami pożywienia ulegają trawieniu również białka wydzielane do przewodu pokarmowego jako składniki sekrecji jelitowej oraz złuszczone nabłonki. Azot wykrywany w kale stanowi około 10% azotu pożywienia, a ogólna przeciętna strawność białka wynosi 90%.

Aminokwasy przechodzące do żyły wrotnej mieszają się z aminokwasami krążącymi we krwi, które pochodzą z obligatoryjnej wymiany budulca komórkowego. Źródło aminokwasu nie jest rozpoznawane przy wyborze aminokwasów do celów syntez komórkowych.

W komórkach błony śluzowej jelita występuje duża aktywność syntez białkowych, które produkują substancje wykorzystywane dla odbudowy elementów komórkowych, produkcji enzymów i śluzu oraz syntezy *alipoprotein* niezbędnych dla wytwarzania chylomikronu.

W tkankach organizmu zachodzą stałe procesy syntezy i rozkładu białka, przy czym ilość aminokwasów biorących udział w przemianach przekracza ilość wprowadzoną z pożywieniem, ponieważ do puli wolnych aminokwasów włączają się aminokwasy uwolnione w przemianach komórkowych. Produkty przemian aminokwasów są wydalone z organizmu (kreatynina, mocznik, kwas moczowy i inne związki azotowe). Proporcje związków białkowych wydalanych z organizmu ulegają zmianie przy zaniżonej podaży białka w dobowej racji pokarmowej lub w okresach głodu.

Porównanie ilości związków azotowych zawartych w pokarmie i wydanych z organizmu daje wartość bilansu azotowego, który zgodnie z zaleceniami WHO (1985) jest podstawowym wskaźnikiem przy ocenie zapotrzebowania białkowego u dorosłych ludzi. W okresie wzrastania, poza koniecznością uzyskiwania dodatniego bilansu azotowego wskaźnikami pokrycia zapotrzebowania na białko jest przebieg procesu wzrastania oraz *proporcje elementów budowy ciała (beztłuszczowa i tłuszczowa masa ciała, woda ustrojowa)*. Niedobór białka występuje przeważnie równocześnie z niedoborem energetycznym oraz innych składników pożywienia jako skutek zaniżonego spożycia pożywienia.

W przypadkach podawania pożywienia o niskiej zawartości białka (np. przy znacznie zawyżonej ilości sacharozy lub czystej skrobi oraz tłuszczu) występuje spadek apetytu, którego następstwem jest ostatecznie niedobór białkowo-energetyczny.

### **Zapotrzebowanie na aminokwasy.**

Zaniżona podaż pojedynczego aminokwasu egzogenne prowadzi do obniżenia białkowych syntez w ustroju, a w konsekwencji obniża możliwość wykorzystania innych aminokwasów, obecnych w pożywieniu i prowadzi do ujemnego bilansu azotowego.

Badania zapotrzebowania na aminokwasy egzogenne i względnie egzogenne prowadzono intensywnie od początku ostatniego półwiecza. W przypadku badań w grupach niemowląt, podstawą oceny zapotrzebowania był proces wzrastania; natomiast w przypadku dzieci i osób dorosłych uznano, że wystarczającym wskaźnikiem zapotrzebowania na wymienione aminokwasy jest bilans azotowy, dodatni u dzieci, a zrównoważony u dorosłych. Wyniki badań zapotrzebowania na poszczególne aminokwasy przedstawiono w tabeli 8.

Tab 8

Dobowe zapotrzebowanie na aminokwasy

Aminokwasy	Zapotrzebowanie mg/kg/m.c/dobę dla grup:			
	Niemowlęta 3-4 mies.	Dzieci 2 lata	Dzieci 10-12 lat	Dorośli
Histydyna	28	?	?	8-12
Izoleucyna	70	31	28	10
Leucyna	161	73	42	14
Lizyna	103	64	44	12
Metionina + cystyna	58	27	22	13
Fenylalanina + tyrozyna	125	60	22	14
Treonina	87	37	28	7
Tryptofan	17	12.2	3.5	3.5
Walina	93	38	25	10

wg. danych WHO 1985

Przedstawione wyniki podlegają jeszcze dalszym doświadczalnym sprawdzianom, szczególnie w stosunku do ludzi dorosłych i ludzi starszych.

### Pojęcie wartości odżywczej białka.

W badaniach bilansowych zaobserwowano już w początkach bieżącego stulecia, że przy podaży tej samej ilości białka pochodzącego z produktów roślinnych lub zwierzęcych obserwuje się różną retencję azotu w organizmie. Równocześnie wykazano w badaniach doświadczalnych na rosnących zwierzętach, że takie same ilości białka różnego pochodzenia dają różne przyrosty masy ciała, co określono terminem **wartości wzrostowej białka**, a oznaczoną wartość skrótem **PER (protein efficiency ratio)**.

Nowszym miernikiem wartości budulcowej białka jest doświadczalna ocena **współczynnika przyrostu tkankowego białka (wykorzystanie białka netto NPU - nett protein utilisation)**. Uwzględnia on stopień strawności białek oraz wartość biologiczną całego zestawu aminokwasów w spożywanym pokarmie ( $NPU = \text{wartość biologiczna białka} \times \text{stopień strawności}$ ). Przyczyną różnicy wykorzystania białek w praktycznym żywieniu okazał się przede wszystkim ich skład aminokwasowy w zakresie aminokwasów egzogennych.

Tab.9

Niezbędne aminokwasy w wybranych produktach spożywczych, w białku wzorcowym i mieszanych dobowych racjach pokarmowych ( wg. WHO 1985 ).

Aminokwasy w mg na gram białka danego produktu.

Aminokwas	Mleko kobiece	jajo kurze	mleko krowie	woło- wina	dobowa racja		wzorzec <sup>3)</sup>
					1-3 lat <sup>1)</sup>	ogólna <sup>2)</sup>	
Histydyna	26	27	27	34			
Izoleucyna	40	54	47	48	54	52	28
Leucyna	93	86	95	81	80	77	66
Lizyna	66	70	78	89	70	68	58
Metionina + cystna	42	57	35	40	35	35	25
Fenylalanina + tyrozyna	72	93	102	80	81	78	63
Treonina	43	47	44	46	49	39	34
Tryptofan	17	17	14	12	12	12	11
Walina	55	66	64	50	57	54	35
Razem bez histydyny	434	490	477	445	429	415	

1) na 1g białka przeciętnej racji pokarmowej dzieci w wieku 1-3 lat

2) na 1g białka przeciętnej racji pokarmowej dorosłych

3) aminokwasy białka wzorcowego wg. WHO, 1985.

### Chemiczny wskaźnik wartości odżywczej białka.

W badaniach doświadczalnych wykazano, że z naturalnych produktów spożywczych najwyższą retencję azotu wykazuje mieszanina białek (a więc i zestaw aminokwasów) w całym jajku kurzym, a w organizmie młodych ssaków mleko matki (samicy tego samego gatunku). Skład aminokwasowy wymienionych białek stał się punktem wyjścia dla badań nad zapotrzebowaniem aminokwasów.

Dane o ilości aminokwasów w artykułach żywnościowych umożliwiły doświadczalne wyróżnienie produktów, które po spożyciu pozwalają uzyskać wyrównany bilans azotowy przy najniższej podaży. Na tej podstawie opracowano teoretyczny wzorzec zestawu i proporcji aminokwasów egzogennych (tab.9) zawartych w 1 gramie białka produktów, które przy najniższej podaży wykazują najlepsze pokrycie potrzeb białkowych ludzkiego organizmu. **Porównanie** ilości kolejnych aminokwasów w 1 gramie białka produktu ( lub w jednym gramie białka zestawu pokarmowego) z ilością tego samego aminokwasu w białku wzorcowym pozwala na liczbowe określenie proporcji wykorzystania białka w organizmie. Bierze się pod uwagę aminokwas występujący w najniższej ilości w stosunku do białka wzorcowego (**aminokwas ograniczający wykorzystanie**) i wylicza wskaźnik aminokwasu ograniczającego WAO ( Protein Score - PS, Chemical Score-CS) wg wzoru:

$$\text{WAO} = \frac{\text{zawartościach poszczególnych niezbędnych aminokwasów w białku pożywienia (mg/g białka)}}{\text{zawartość tego samego aminokwasu w białku wzorcowym (mg/g białka)}}$$

Wskaźnik ten pozwala na ocenę ilościowego wykorzystania białka do celów budulcowych i oszacowanie bezpiecznej ilości białka w dobowej racji pokarmowej.

Pokrycie zapotrzebowania na aminokwasy egzogenne można uważać za wystarczające jeżeli:

1. proporcje krążących aminokwasów odpowiadają bieżącym potrzebom syntez białkowych w organizmie,
2. w pożywieniu znalazły się aminokwasy egzogenne w ilościach odpowiadających fizjologicznemu zapotrzebowaniu organizmu
3. została zachowana równowaga bilansu azotowego (w okresach wzrastania i odbudowy tkanek - bilans dodatni).

### Ocena zapotrzebowania na białko.

Dla pełnego pokrycia zapotrzebowania na białko pożywienie musi dostarczać równocześnie niezbędną ilość aminokwasów egzogennych oraz aminokwasy endogenne. Sumaryczna ilość dostarczanego azotu powinna :

- \*pokrywać potrzeby związane z zachowaniem substancji białkowych organizmu oraz zwiększaniem się ich ilości w okresie wzrastania, w tym u kobiet w okresie ciąży,
- \*uzupełniać straty azotu w związkach azotowych moczu, złuszczonego naskórka, włosów, paznokci, śluzu jamy nosowej i innych wydzielin.

Dla wyznaczania potrzeb azotu przeprowadzono liczne badania eksperymentalne. Stały się one podstawą wyliczeń zapotrzebowania na sumaryczną ilość azotu oraz jej przeliczenia na ilość białka wzorcowego dla grup osób w okresie wzrastania i w wieku dorosłym .

Tab.10

### Ocena zapotrzebowania białkowego u dzieci i młodzieży.

Potrzeby związane z wzrastaniem						Ilości białka wzorcowego	
wiek	Przyrost azotu /kg/dobę	Przyrost azotu x1,5 mg/kg/dobę	Przyrost azotu x1,5 (wykorzysta nie 70%) mg/kg/dobę	Utrzymanie białka organizmu mg/kg/dobę	Całkowite potrzeby azotu mg/kg/dobę	g/kg/dobę średnia	średnia+SD
Chłopcy i dziewczynki:							
Miesiące							
3-5,9	47	70	100	120	220	1,38	1,73
6-11,9	34	51	73	120	193	1,21	1,51
Lata							
1	16	25	36	119	155	0,97	1,21
5	9	13	19	116	135	0,84	1,05
9	8	12	17	111	128	0,80	1,00
Chłopcy							
12	9	13	19	108	127	0,79	0,98
17	3	5	7	103	110	0,69	0,86
Dziewczeta							
12	7	10	14	108	122	0,76	0,95
17	0	0	0	103	103	0,64	0,80

Wyniki badań indywidualnych w tej samej grupie fizjologicznej wykazują dużą zmienność osobniczą, dlatego ustalono, że za bezpieczną ilość białka dla grupy fizjologicznej przyjmuje się wartość średnią dla grupy powiększoną o 2 odchylenia standardowe. Ten tok postępowania jest stosowany przy ocenie zapotrzebowania na wszystkie budulcowe składniki pożywienia i zapewnia, że wyznaczona w ten sposób wartość pokryje zapotrzebowanie prawie całej badanej populacji (97 %).

Na zmienność osobniczą gospodarki białkowej organizmu składają się nie tylko genetycznie uwarunkowane cechy metabolizmu, lecz również dodatkowe czynniki żywieniowe i środowiskowe jak stopień pokrycia zapotrzebowania energetycznego, wysiłek fizyczny oraz różne czynniki stresowe.

Prace nad weryfikacją danych co do bezpiecznej ilości białka w dobowej racji pokarmowej są stale kontynuowane i stanowią podstawę bieżącej korekty ustaleń; w porównaniu z danymi WHO z 1973 r ustalono ostatnio (WHO 1985r) nieco wyższe wartości bezpiecznej ilości białka (tab.11).

Tab.11. Bezpieczny poziom spożycia białka wzorcowego dla wybranych grup ludności  
Komitet ekspertów FAO/WHO/UNU 1985\* (dla porównania j.w. 1973 rok \*\*  
g białka na kg m.c. na dobę

Grupa ludności rok	chłopcy - mężczyźni		dziewczęta- kobiety	
	1973	1985	1973	1985
Wiek lata				
10-11	0,82	0,99	0,79	1,00
14-15	0,70	0,96	0,61	0,90
16-17	0,63	0,90	0,58	0,83
dorośli	0,57	0,75	0,52	0,75

\* wg.Ziemlańskiego 1977.

Ustalona wartość bezpiecznego spożycia białka wzorcowego zapewnia pokrycie zapotrzebowania na aminokwasy egzogenne, ale równocześnie dotyczy również aminokwasów endogennych. Mogą być one wprawdzie syntetyzowane w organizmie, lecz przy ich niedoborze organizm zużywa elementy budulcowe aminokwasów egzogennych dla syntezy brakujących aminokwasów endogennych. Potrzeby w zakresie ilości aminokwasów endogennych należy mieć na uwadze przy zestawianiu mieszanek leczniczych dla żywienia dojelitowego, lub przy wyborze gotowych przemysłowych mieszanek aminokwasowych, uzupełniających naturalny zestaw pokarmowy. Proporcja aminokwasów egzogennych do endogennych jest jednym ze wskaźników wartości odżywczej mieszaniny białek pokarmowych.

### **Zasady wyznaczania ogólnego zapotrzebowania na białko**

Przy ustalaniu potrzeb metabolicznych organizmu człowieka na białko należy brać pod uwagę dane które określają:

1. dobowe ilości wydalanego azotu ustrojowego, wskazujące na potrzeby wyrównania strat azotu, a w okresie wzrastania ilości azotu zatrzymanego w związku ze zwiększeniem masy nowych tkanek
2. zapotrzebowanie organizmu na aminokwasy egzogenne
3. wartość odżywczą mieszanych białek spożywanych zwyczajowo w dobowych racjach pokarmowych

4. ogólną ilość białka w dobowej racji niezbędną dla wyrównania strat i pokrycia ewentualnych dodatkowych potrzeb w zakresie związków azotowych.

Poza badaniami doświadczalnymi podstawą dla opracowania zaleceń co do wysokości spożycia białka jest jego rzeczywiste spożycie w populacji, wynik oznaczenia chemicznego wskaźnika wartości białek (CS=WAO) przeciętnej racji pokarmowej oraz jego strawności.

Badania sposobu odżywiania przeprowadzone w krajach rozwiniętych w różnych grupach ludności wskazują, że białka pokrywają wówczas 10%-12% wartości energetycznej dobowej racji pokarmowej, a w grupach dzieci i młodzieży nawet do 15 %. Ilość ta, przy zwyczajowych zestawach artykułów żywnościowych zapewnia pokrycie potrzeb na aminokwasy i azot, z wyjątkiem krańcowo niskiej wartości energetycznej dobowych racji. Podobne wyniki dają badania przeprowadzone w Polsce, przy czym strawność białek wynosi około 90%. Na podstawie cytowanych danych ustalono dla warunków bytowych w Polsce WAO na 100, a współczynniki strawności na 90 % i wyznaczono bezpieczne i zalecane ilości białka w dobowej racji pokarmowej (tab. 14a., 14b., i 14 c).

### 5b. Tłuszcze.

Tłuszcze (lipidy) są grupą związków występujących w tkankach zwierzęcych i roślinnych. Są one strukturalnymi składnikami komórek, substancjami metabolicznie aktywnymi, a także materiałem zapasowym organizmu. Wysoka wartość energetyczna uzyskiwana z jednostki masy tłuszczu powoduje, że jest on podstawowym źródłem długoterminowych zapasów energetycznych.

Tłuszcze cechują się zróżnicowaną budową chemiczną. W zestawie związków zaliczanych do grupy lipidów występują:

Tłuszcze proste

- a) triglicerydy (trójglicerydy, triacylglicerole, tłuszcze właściwe)
- b) woski

Tłuszcze złożone:

- a) fosfolipidy
- b) glikolipidy

Tłuszczowce:

- a) Sterole (cholesterol, prowitamina D, kwasy żółciowe, hormony steroidowe, sterole roślinne)

Wspólną cechą związków z grupy tłuszczów jest nierozpuszczalność w wodzie, rozpuszczają się one natomiast w tzw. rozpuszczalnikach tłuszczowych, jak eter etylowy i naftowy, alkohol, chloroform, benzyna i t.p.

Na tłuszcz pokarmowy składają się różne związki tłuszczowe, głównie triglicerydy, ale także fosfolipidy i sterole. Glicerol jest alkoholem w cząsteczkach trójestrowych glicerydów, oraz w fosfolipidach i woskach. Cholesterol występuje jako samodzielny związek lub ester kwasów tłuszczowych; jest on strukturalnym składnikiem ścian i błon komórkowych, prekursorem kwasów żółciowych, hormonów nadnerczowych i płciowych oraz witaminy D.

Podstawowym składnikiem triglicerydów są **kwasy tłuszczowe** nasycone i nienasycone (tab.12).

Tab.12. Kwasy tłuszczowe

Kwasy tłuszczowe w pożywieniu człowieka .				
Kwasy nasycone		Liczba atomów	Kwasy nienasycone	Liczba
atomów				
nazwa	węgla w cząsteczce	nazwa	węgla w cząsteczce	
<b>o krótkim łańcuchu:</b>				
		<b>Kwasy jednonienasycone</b>		
		Krotonowy (butenowy n-2)	4	
Kwas masłowy (butanowy)	4	Palmitooleinowy ( heksadecenowy n-7)		16
Kapronowy (heksanowy)	6	Oleinowy (oktadecenowy cis n-9)		18
<b>o średnim łańcuchu:</b>		Elaidynowy ( oktadecenowy trans n-9)		18
Kaprykowy	8	Erukowy (dokozenowy n-9)		22
Kaprynowy (dekanowy)	10	Cetozolowy (dodozenowy n-11)		22
Laurynowy ( dodekanowy)	12	Nerwonowy (tetrakozenowy n-9)		24
<b>o długim łańcuchu:</b>		<b>Kwasy wielonienasycone:</b>		
Mirystynowy (tetradekanowy)	14	Linolowy (oktadekadienowy (n-6)		18
Palmitynowy (heksadekanowy)	16	alfa-Linolenowy (oktadekatrienowy (n-3)		18
Stearynowy (oktadekanowy)	18	gamma-Linolenowy (oktadekatrienowy(n-6)		18
Arachinowy (eikozanowy)	20	Arachidonowy (eikozatetraenowy (n-6)		20
Behenowy (dokozenowy)	22	Eikozapentaenowy (n-3)		20
Lignocerynowy(tetrakozanowy)	24	Dokozapentaenowy (n-6)		22
		Dokozaheksaenowy (n-3)		22

W kwasach nienasyconych numer pozycji węgla z podwójnym wiązaniem liczy się (w naukach żywieniowych) od metylowanego końcowego węgla łańcucha. Kompozycja kwasów tłuszczowych i jej różnorodność nadaje tłuszczom określone cechy organoleptyczne, jak łatwość procesów emulgacji oraz konsystencję związaną z temperaturą topnienia i wrzenia.

Tłuszcz pożywienia może pokryć w pełni energetyczne i metaboliczne potrzeby człowieka na ten składnik; w organizmie występuje także możliwość syntezy kwasów tłuszczowych (głównie kwasu palmitynowego /heksadekanowego/ i stearynowego /oktadekanowego/. Są one wytwarzane w wątrobie i w tkance tłuszczowej, a proces ten nasila się przy żywieniu bogatym w węglowodany; natomiast pożywienie bogate w tłuszcze obniża produkcję endogennych kwasów tłuszczowych. W organizmie człowieka jest syntetyzowany również jednonienasycony kwas oleinowy /oktadecenowy/ poprzez *desaturację na węglach 8 i 9 pod wpływem enzymu 8-9 desaturazy*. Aktywność tego enzymu obniża się w czasie głodzenia i w przebiegu cukrzycy, nasila ją natomiast podaż białka i zastosowanie insuliny.

Wśród wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, występujących w organizmie szczególne miejsce zajmują dwie "rodziny" kwasów tłuszczowych, w których podstawowy związek jest substancją egzogenną dla organizmu człowieka. Są to: kwas linolowy (oktadeka dienowy n-6) oraz kwas alfa-linolenowy (oktadekatrienowy n-3). Kwasy z podwójnym wiązaniem na pozycji n-6 i n-3 nie mogą być syntetyzowane w organizmie człowieka (niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe - NNKT), i muszą być dostarczane w pożywieniu; Kwasy te (linolowy i gamma linolenowy (n-6), oraz alfa-linolenowy (n-3) mogą podlegać w organizmie przemianie na wielonienasycone kwasy tłuszczowe z rodziny n-6 i n-3 o dłuższych łańcuchach węglowych. Uważa się jednak za wskazane, by ich niezbędne metabolity dostarczało również pożywienie. Długołańcuchowe nienasycone kwasy

tłuszczowe występują w strukturalnych lipidach komórek i są istotne dla zachowania integralności błon

mitochondrialnych. Podlegają one również przemianom na miejscowo aktywne substancje należące do grup prostanoidów (prostaglandyny i prostacykliny), tromboksanów i leukotrienów. Korzystny zestaw tych substancji powstaje z kwasu eikozapentaenowego (EPA 20:5, n-3), który występuje w olejach ryb morskich.

Podaż jednonienasyconych i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych sprzyja obniżeniu poziomu cholesterolu i triglicerydów we krwi oraz LDL lipoproteidów. Uważa się, że odpowiednie proporcje lipidów pożywienia przeciwdziałają miażdżycy naczyń i występowaniu zawałów mięśnia sercowego.

W badaniach doświadczalnych wywołano ostry stan niedoboru NNKT u szczurów, żywionych beztłuszczową karmą, który ustępował po podaniu substancji, określonych pierwotnie nazwą "witaminy F". Niedobór NNKT charakteryzuje się objawami dermatozy, opóźnieniem wzrastania, zaburzeniami reprodukcji oraz funkcji innych narządów. U ludzi objawy NNKT obserwowano u niemowląt, szczególnie z niską urodzeniową masą ciała, którym podawano pokarm zawierający odtłuszczone mleko. U dorosłych ludzi zasób NNKT w tkankach nie dopuszcza do wystąpienia ostrych objawów niedoborów; opisywano jednak przypadki zmian skórnych i zwiększonej przepuszczalności skóry u dorosłych, żywionych dłuższy okres czasu parenteralnie dietą beztłuszczową.

Ilość nagromadzonych w organizmie niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych, należących do rodziny n-3 oraz n-6 (linolowy kwas n-6 i alfa linolenowy kwas n-3) zależy w dużej mierze od składu kwasów tłuszczowych w aktualnie spożywanych racjach pokarmowych.

### **Tłuszcze jadalne.**

W tłuszczach jadalnych poza glicerydami występuje niewielka ilość (ok 1 %) frakcji nieglicerydowej (frakcja niezmylejająca), w której głównym składnikiem jest cholesterol w tłuszczach zwierzęcych, sterole roślinne w tłuszczach roślinnych, a poza nimi witaminy i prowitaminy rozpuszczalne w tłuszczach.

Tłuszcze pożywienia człowieka są pochodzenia zwierzęcego i roślinnego. Najwyższe proporcje tłuszczów zwierzęcych występują w zapasowej tkance tłuszczowej zwierząt (słonina, łój - ponad 80% masy) i wytopionym z nich smalcu, oraz w maśle - tłuszczu uzyskanym z krowiego mleka. Tłuszcz mleka występuje jako emulsja, w której kuleczki tłuszczu są otoczone przez stabilizującą je otoczkę składającą się z białka fosfolipidów i cholesterolu; może on być źródłem znaczącej ilości tłuszczu dobowej racji pokarmowej. Zemulgowany tłuszcz złożony z triglicerydów, fosfolipidów i cholesterolu występuje też w żółtku jaj. Szczególnie wartościowym źródłem tłuszczów zwierzęcych są ryby morskie z uwagi na zawartość NNKT rodziny n-3 (kwas eikozapentaenowy (n-3) (EPA) oraz kwas dokozaheksaenowy (n-3) (DHA) oraz rozpuszczonych w tłuszczach witamin A i D.

Powszechnie spożywane tłuszcze roślinne pochodzą z olejów roślinnych, które uzyskuje się na drodze tłoczenia i ekstrakcji głównie z nasion (rzepak niski, rzepak, słonecznik, soja, len, kukurydza i inne) oraz owoców (oliwki). Mają one w temperaturze pokojowej konsystencję płynną, są bogate w kwas oleinowy, nadają się jako dodatek do sałatek. Zawierają zróżnicowane ilości NNKT oraz wit.E; oleje uboższe w NNKT można wykorzystywać również do smażenia.

Tłuszcz zawarty w produktach zbożowych jest bogaty w kwas linolowy. Kwas alfa-linolenowy (n-3) występuje w nieco większych ilościach w oleju rzepakowym bezerukowym. Występuje on również w chloroplastach roślin, jest strukturalnym tłuszczem występującym w zielonych liściach szpinaku, sałaty, kapusty, szczypiorku, a także w tłuszczu włoskich



orzechów; mimo niewielkiej globalnie ilości tych kwasów w roślinnych produktach liściastych są one znaczącym źródłem tego składnika.

Z olejów roślinnych są produkowane margaryny, przy czym dla utwardzenia olejów ich kwasy tłuszczowe w części podlegają uwodornieniu, a następnie doprowadzeniu do stanu emulsji z wodą, mlekiem i innymi dodatkami. W procesie utwardzania mogą powstawać kwasy tłuszczowe konfiguracji trans, inne niż naturalne w mleku, Kwasy trans, jak wynika z badań epidemiologicznych, działają niekorzystnie na procesy związane z gospodarką tłuszczową a nawet na procesy reprodukcji. Zastąpienie uwodornienia procesami estryfikacji obniża występowania izomerów trans.. Margaryny przeznaczone do smarowania pieczywa (maziste, dlatego sprzedawane w opakowaniach kubkowych) są witaminizowane. Margaryny stołowe niskokaloryczne zawierają syntetyczne emulgatory i mają znacznie obniżoną zawartość tłuszczu (zgodnie z nakazem znakowania skład margaryny podawany jest na opakowaniu). Produkowane są również tłuszcze "masłopodobne", w których tłuszcz mleka zastąpiono w części olejem roślinnym.

### **Trawienie tłuszczów.**

Główną masę tłuszczu pokarmowego tworzą triglicerydy. Warunkiem skutecznego trawienia tłuszczu w przewodzie pokarmowym jest emulgujące działanie kwasów żółciowych oraz trawienne głównie lipazy trzustkowej. Działanie niewielkiej ilości lipazy śliny przechodzącej z pokarmem do żołądka oraz lipazy żołądkowej ma szczególnie znaczenie w wieku niemowlęcym i przebiega wówczas bez udziału kwasów żółciowych. W późniejszych okresach życia skurcze żołądka przyczyniają się do powstania grubej emulsji tłuszczowej, przechodzącej do dwunastnicy, gdzie rozpoczyna się pełne działanie emulgujące kwasów żółciowych oraz rozkład przy działaniu lipaz trzustkowych. W procesie trawienia z triglicerydów powstają 2-monoacylglicerole oraz kwasy tłuszczowe. Fosfolipidy są rozkładane pod działaniem trzustkowej fosfolipazy, a estry cholesterolu przez trzustkową esterazę cholinową. W dalszym etapie produkty rozkładu tworzą "mieszane micelle", w których występują monoacylglicerole, kwasy tłuszczowe o łańcuchach dłuższych niż 12 węgli, sole kwasów żółciowych i fosfolipidy. Micelle te są ponadto zdolne do włączania cholesterolu, karotenoidów, tokoferoli i nieco niestrawionych triglicerydów.

Kwasy tłuszczowe o krótkich (C4-C6) i średnich (C8-C12) łańcuchach węglowych, przechodzą z enterocytów bezpośrednio do żyły wrotnej i do wątroby. W wątrobie wchodzi do cyklu procesu spalania. Stąd też kwasy tłuszczowe o średniej długości łańcucha węglowego są stosowane w zestawie tłuszczów podawanych w przypadkach zaburzeń trawienia tłuszczów i w klinicznych zespołach złego wchłaniania.

Produkty trawienia nagromadzone w micelach przechodzą do wnętrza enterocytów na drodze pinocytozy. Następuje tam resynteza triglicerydów. Otrzymują one otoczkę fosfolipidów i alipoprotein (apoA i apoB), a następnie przechodzą do naczyń limfatycznych, gdzie tworzą chylomikrony i lipoproteiny o bardzo małej gęstości (VLDL). W tej postaci dochodzą do żyły szyjnej i po przejściu przez krążenie płucne i serce przechodzą z układu tętniczego do naczyń włosowatych (tam występują jeszcze alipoproteiny C i D) a następnie do mięśni szkieletowych, serca, gruczołu piersiowego i tkanki tłuszczowej. Lipoproteiny, których apolipoproteiny są bardzo zróżnicowane, rozpoznają specyficzne receptory komórkowe. Dzięki temu determinują rodzaj tkanki odbierającej cząsteczki chylomikronu i VLDL i dalszy przebieg ich przemian. Alipoproteiny apoC-II aktywują lipazę lipoproteinową, a apoA-1 bierze udział w aktywacji estryfikacji cholesterolu. Profil apolipoproteiny jest uwarunkowany genetycznie, a niektóre jego warianty mogą być przyczyną zaburzeń metabolicznych.

Po posiłkach zwiększony poziom insuliny kieruje lipoproteiny do tkanki tłuszczowej, a w okresie laktacji także do gruczołu piersiowego.

### **Metabolizm tłuszczu.**

W tkankach pod wpływem lipazy lipoproteinowej następuje hydroliza lipoprotein; uwolnione kwasy tłuszczowe pozostają w komórkach, a resztkowe (remnants), cząsteczki VLDL przechodzą z powrotem do naczyń, ulegają rozpadowi do drobniejszych cząsteczek IDL (intermediat density lipoprotein) a następnie do lipoproteidów niskiej gęstości (LDL - low density lipoprotein), które są podstawowym nośnikiem cholesterolu w organizmie człowieka. Odłączenie i pobieranie cholesterolu przez komórki zachodzi na drodze pasywnej endocytozy, albo dzięki działaniu specyficznego receptora. Wprowadzony do komórek (pochodzący z pożywienia) cholesterol, uwolniony przy pomocy lizosomalnych enzymów wpływa na elementy komórkowej syntezy cholesterolu i hamuje jego endogenną biosyntezę.

Lipoproteiny o małych cząsteczkach (HDL - high density lipoproteins) przenoszą estry cholesterolu (estryfikacja katalizowana przy pomocy enzymu acylotransferazy lecytyna-cholesterol) z komórek obwodowych do wątroby, gdzie cholesterol jest substratem syntezy nowych lipoprotein lub ulega przemianie do kwasów żółciowych.

Biosynteza kwasów tłuszczowych oraz ich estryfikacja do triacylgliceroli, fosfolipidów i innych lipidów zachodzi w większości tkanek organizmu człowieka. Jeżeli ilość tłuszczu w pożywieniu jest niska, zwiększa się intensywność syntezy tłuszczów szczególnie w wątrobie celem pokrycia potrzeb na tłuszcz zapasowy i strukturalny. Kwasy tłuszczowe nasycone i jednonienasycone i niektóre wielonienasycone mogą powstawać w procesach przemiany materii organizmu; wyjątkiem są substancje macierzyste wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z grupy n-6 (kwas linolowy) oraz n-3 (kwas alfa-linolenowy) zaliczane do t.zw. niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT). Organizm człowieka musi je otrzymać w pożywieniu. Brak lub bardzo zaniżona ilość NNKT przez dłuższy okres czasu prowadzi do objawów niedoboru; deficyt, zaburzone proporcje w obrębie NNKT i zbyt niska ilość w stosunku do innych kwasów tłuszczowych zaburza ustrojową produkcję substancji czynnych (prostanoidów) w organizmie o specyficznym działaniu lokalnym, a pośrednio także ogólnoustrojowych..

### **Zalecane ilości tłuszczu w dobowej racji pokarmowej.**

Przy opracowaniu zaleceń co do ilości tłuszczu w dobowej racji pokarmowej uwzględnia się

- a) sumaryczną ilość tłuszczów oraz proporcję jego wartości energetycznej w stosunku do kaloryczności całej racji pokarmowej
- b) proporcje ilościowe między nasyconymi, jednonienasyconymi i niezbędnymi wielonienasyconymi kwasami tłuszczowymi.

Sumaryczna ilość tłuszczu wpływa na masę racji pokarmowej - zwiększenie ilości tłuszczu obniża objętość potrawy przy zachowaniu poziomu kaloryczności. Tłuszcze pozwalają na smakowe urozmaicenie posiłków przy zróżnicowanych technologiach sporządzania potraw z dodatkiem tłuszczu. Niektóre badania ilościowego spożycia tłuszczu wskazują, że wysokie proporcje tłuszczu mogą sprzyjać powstawaniu otyłości. Dlatego dorosłym o siedzącym trybie życia lub tylko umiarkowanie czynnym zaleca się ilość tłuszczu nie przekraczającą 30 % dobowego zapotrzebowania energetycznego. Wyższe proporcje zaleca się niemowlętom (analogiczne jak w mleku kobiecym) i stopniowo obniża się je z wiekiem dziecka.

Zalecenia co do proporcji NNKT w całej masie tłuszczu, a także stosunku kwasów tłuszczowych rodziny n-3 do n-6 są nadal badane w zakresie ich fizjologicznego działania. Obecne ustalenia zaleceń dla warunków żywienia w Polsce podano w tabelach 13,14,15.

## 5c. Węglowodany.

Węglowodany są podstawowym źródłem energii w żywieniu człowieka. Są one syntetyzowane w zielonych częściach roślin. W roślinach tworzą one podstawowe elementy struktur komórkowych oraz zapasowe składniki, gromadzone w szczególnie dużym stężeniu w nasionach zbóż.

Węglowodany występujące w organizmach roślin i zwierząt zestawiono w tabeli 12.

Tab13. Węglowodany proste i ich niektóre związki pochodne.

Monosacharydy		Dwusacharydy	Pochodne alkoholowe	Polisacharydy zwierzęce	Polisacharydy roślinne
Pentozy	heksozy				
Arabinoza	D-glukoza	Sacharoza	Sorbitol	Glikogen	Skrobiowe: skrobia
Ksyloza	D-Fruktoza	Maltoza	Mannitol		amyloza
Ryboza	D -Galaktoza	Laktoza	Inozytol		amylopektyny
Deoksy-ryboza	D-Mannoza	Trehaloza	Dulcitol		<i>Nieskrobiowe: celuloza</i>
			Ksylitol		<i>hemicelulozy</i>

Kursywą wpisano związki z grupy błonnika pokarmowego

Dla człowieka węglowodany pożywienia są podstawowym składnikiem wykorzystywanym jako materiał energetyczny.. Procesy spożycia, trawienia i wchłaniania węglowodanów umożliwiają ciągłe ich wykorzystanie jako źródła energii. Węglowodanowy materiał zapasowy, jakim w organizmach zwierząt i człowieka jest glikogen, występuje w niskiej proporcji, jako swego rodzaju "pogotowie energetyczne" dla szybkiego uzyskania glikozy.

Zbudowane ze złożonych węglowodanów tkanki strukturalne roślin spełniają ponadto rolę substancji balastowych w przewodzie pokarmowym człowieka, gdzie wpływają na procesy trawienia i wchłaniania oraz perystaltykę jelitową.

**Jednocukry z grupy pentozy** stanowią strukturalny składnik kwasów nukleinowych i koenzymów, są też składnikami glikoprotein.

**Jednocukry z grupy heksoz i dwucukry** występują w naturalnych produktach spożywczych jak owoce i warzywa oraz mleko i miód. Sacharoza jest ekstrahowana z trzciny cukrowej, a w warunkach umiarkowanego klimatu z buraków cukrowych. Jest ona dwucukrem dodawanym jako przyprawa smakowa do potraw oraz dodatek z wyboru do wielu napojów, stanowi też podstawowy składnik cukierków, czekolady i ciastek. Spożycie znacznej proporcji sacharozy (cukru stołowego), który jest oczyszczonym jednoskładnikowym artykułem żywnościowym, może obniżyć ilość składników budulcowych (gęstość) w stosunku do wartości energetycznej racji pokarmowej. Dlatego zaleca się, by

ilość sacharozy utrzymywać poniżej 10% wartości energetycznej dobowej racji pokarmowej.

Jedno- i dwucukry są dobrze rozpuszczalne w wodzie. Jako przyprawa różnią się siłą słodzenia: przyjmując za standard słodycz cukru stołowego (sacharozy) opisany wartością 100 przypisano glukozie wartość siły słodzenia 70, laktozie - 16; a siłę słodzenia fruktozy oceniono na 115-170.

### **Wielocukry (polisacharydy)**

Skrobia jest wielocukrem zbudowanym z cząsteczek glukozy, które wiążą się w łańcuchy nierozgałęzione (amyloza) i rozgałęzione (amylopektyna). W roślinie tworzą one mikroskopijne ziarenka, których kształt i wielkość zależy od ilościowego stosunku amylozy do amylopektyny. Ziarenka te tworzą strukturę jakby krystaliczną, nierozpuszczalną w zimnej wodzie. Po ogrzaniu w środowisku wilgotnym ziarenka skrobii pęcznieją, a skrobia staje się wrażliwa na działanie enzymów trawiennych przewodu pokarmowego z grupy amylaz. Najszybciej przebiega proces trawienia skrobii świeżo ugotowanej. Ponowne ochłodzenie (chleb, płatki zbożowe, schłodzone i odgrzewane ziemniaki) powoduje oporność (retrogradację) skrobii, co zwalnia lub utrudnia proces trawienia (oporna skrobia). Produktem częściowej hydrolizy skrobii są dekstryny, które są dodawane do mieszanek przygotowywanych do żywienia dojelitowego (dekstryny, jako oligosacharydy mają większą cząsteczkę niż sacharoza i glukoza i w związku z tym wykazują niższe działanie osmotyczne w żołądku lub jelitach). Związki skrobiowe dobowej racji powinny pokrywać 45%-50% dobowego zapotrzebowania energetycznego starszych dzieci i ludzi dorosłych.

**Wielocukry nieskrobiowe** są zaliczne do grupy związków pochodzenia roślinnego, które nie podlegają działaniu enzymów trawiennych. Razem z ligniną, nieskrobiową tkanką podporową roślin, tworzą one grupę związków występujących w produktach roślinnych pod nazwą **włókno pokarmowe** (uprzednia nazwa: błonnik pokarmowy). W grupie związków włókna pokarmowego występują liczne substancje, które są odporne na działanie enzymów trawiennych i nie podlegają zmianom chemicznym w górnych odcinkach przewodu pokarmowego. Należą do nich nierozpuszczalne celuloza i lignina, rozpuszczalne w wodzie po ekstrakcji hemicelulozy i pektyny, a także rozpuszczalne gumy i żywice, w których składzie występuje heterogenna grupa rozgałęzionych polisacharydów.

W przewodzie pokarmowym włókno pokarmowe tworzy jakby gąbczastą strukturę, która przechodząc z trawioną treścią pożywienia przez jelita

- zwalnia wchłanianie produktów trawienia w górnym odcinku przewodu pokarmowego
- zwiększa objętość treści jelitowej, przyspiesza pasaż jelitowy
- wpływa na absorpcję tłuszczów i przemianę kwasów żółciowych w jelitach, a przez to na metabolizm steroli
- wpływa na procesy fermentacji w jelicie grubym i zwiększa objętość masy kałowej.
- może wpływać na wchłanianie składników mineralnych, a także niektórych leków (digoksyna, paracetamol).

Razem z włóknem pokarmowym dochodzą do jelita grubego kwas fitynowy, krzemiany, sterole roślinne i inne substancje, związane ze ścianami komórek roślinnych. Obfitość flory bakteryjnej i zestaw drobnoustrojów jelitowych zależy od ilości i składu włókna pokarmowego, które bakterie jelitowe rozkładają w przebiegu własnej przemiany materii. W beztlenowych warunkach proces rozkładu resztek pokarmu i cząstek samego błonnika prowadzi do wytworzenia krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych, które są wchłaniane oraz gazowych substancji jak wodór i metan. Wytworzony wodór użytkują bakterie redukujące związki siarkowe. Włókno pokarmowe powoduje również zwiększenie masy treści

jelita grubego dzięki wiązaniu wody przez nierozłożony błonnik, zwiększenie ilościowej flory bakteryjnej oraz osmotyczne działanie produktów fermentacji bakteryjnej.

Wpływ błonnika na procesy zachodzące w przewodzie pokarmowym wiąże się ze zmianami procesu trawienia i wchłaniania węglowodanów i tłuszczów, które mają znaczenie w zapobieganiu rozwojowi procesów chorobowych, zaliczanych do degeneracyjnych chorób wieku dojrzałego i podeszłego. Zwolnienie wchłaniania glukozy prowadzi do obniżenia indeksu glikemicznego co może opóźniać rozwój otyłości, zwiększać skuteczność leczenia dietetycznego w cukrzycy i współdziałać w zapobieganiu chorobie niedokrwiennej serca. Poprzez lokalne działanie włókna na przewód pokarmowy obniża częstość występowania zaparć, uchyłkowatości jelit, kamicy dróg i woreczka żółciowego, zapalenia wyrostka robaczkowego i innych.

Ze względu na znaczenie błonnika dla funkcji przewodu pokarmowego oraz jego wpływu na procesy metaboliczne, za wskazaną uważa się stałą obecność błonnika, a szczególnie nieskrobiowych polisacharydów w dobowej racji pokarmowej na poziomie około 18 g.

### **Zalecana ilość węglowodanów w dobowej racji pokarmowej.**

Węglowodany są podstawowym składnikiem wykorzystywanym w organizmie na pokrycie potrzeb energetycznych. Ich naturalnym źródłem są produkty roślinne. Węglowodany zapewniają korzystny przebieg spalania tłuszczów i chronią przed zużywaniem aminokwasów na cele energetyczne. Przy odpowiednim doborze zestawu produktów roślinnych proces trawienia i wchłaniania skrobi i cukrów jest raczej wolny, do czego przyczynia się obecność roślinnego włókna pokarmowego.

Badania stanu odżywienia dużych grup ludności wskazują, że pożywienie bogate w produkty zbożowe, warzywa i owoce zapewnia ochronę przed zaburzeniami metabolicznymi, które prowadzą do degeneracyjnych chorób w okresach wieku dojrzałego. Z uwagi na ukierunkowanie fizjologicznego działania produktów skrobiowych oraz warzyw i owoców zaleca się by produkty węglowodanowe pokrywały 50-65% dobowego zapotrzebowania energetycznego, w tym tylko do 10% pochodzących z cukru stołowego.

### **Zalecane ilości składników odżywczych w dobowych racjach pokarmowych.**

Odżywianie uważa się za prawidłowe wówczas, kiedy organizm otrzymuje wszystkie składniki odżywcze w odpowiednich ilościach i wzajemnych proporcjach. Takie odżywianie zapewnia w każdym okresie życia prawidłowy przebieg wszystkich funkcji organizmu: możliwość rozmnażania, rozwój, bieżącą odnowę tkanek organizmu oraz zachowanie odporności na działanie czynników stresowych i czynników chorobotwórczych; zapewnia również utrzymanie pożądanej aktywności i zdolności do pracy fizycznej. Wykorzystanie metaboliczne każdego ze składników bulcowych lub zestawu składników energetycznych wymaga obecności i odpowiedniej proporcji pozostałych składników pożywienia. Te potrzeby wysunęły konieczność opracowania informacji co do składu dobowej racji pokarmowej oraz ilościowych proporcji składników odżywczych, optymalnej dla utrzymania zdrowia ludności. Zwrócono również uwagę na zdrowotne korzyści realizacji opracowanych zaleceń w codziennym odżywianiu.

Zadanie opracowania ilościowych zaleceń składu racji pokarmowych dla grup ludności podejmują ośrodki naukowe praktycznie w każdym kraju w oparciu ogólnoswiatowe i własne wyniki badań fizjologicznych i epidemiologicznych. Proponowane zalecenia są w dużej mierze obrazem stanu wiedzy o procesach metabolicznych organizmu człowieka i o zapotrzebowaniu na pokarmowy substrat dla przemiany materii. Zalecenia są stale sprawdzane i korygowane tak z uwagi na postęp wiedzy, jak i ze względu na zmieniające się

warunki bytu i pracy oraz pojawiające się problemy degeneracyjnych zmian w stanie zdrowia ludności.

W wykonaniu prac nad zaleceniami zestawu składników odżywczych dobowej racji pokarmowej ustalano:

- determinanty i wysokość dobowych wydatków energetycznych oraz wskazania i zasady ich pokrycia przez składniki energetyczne
- ilość składnika w pożywieniu, która
  - \*pozwala na utrzymanie korzystnego fizjologicznie poziomu składnika w płynach i tkankach organizmu lub zadowalającego stopnia aktywności enzymu
  - \*nie dopuszcza do pojawiania się jakichkolwiek objawów niedoboru
  - \*umożliwia utrzymanie potrzebnego bilansu danego składnika (czas badania bilansu jest różny w zależności od cech fizjologicznych badanych i substancji odżywczej)
  - \*utrzymuje na korzystnym poziomie wybrany wskaźnik pokrycia zapotrzebowania.

Dla określenia zaleceń żywienia ludności ustalono różne postępowanie przy wyrażaniu potrzeb energetycznych i zapotrzebowania na składniki budulcowe.

\*Przy ocenie zapotrzebowania energetycznego grupy ludności podaje się oznaczone **przeciętne wydatki energetyczne** jako poziom zapotrzebowanie (estimated average requirement - EAR)

\* Przy ocenie zalecanych ilości składników budulcowych bierze się pod uwagę określony w badaniach rozrzut indywidualnych wartości zapotrzebowania w grupie osób o tych samych cechach fizjologicznych, przyjmując za poziom referencyjny **wartość średnią + 2 odchylenia standardowe** (Reference nutrient intake - RNI, wyznaczany dla białka, witamin i składników mineralnych). Obliczona wartość średnia - 2 odchylenia standardowe (lower reference nutrient intake) podaje ilość składnika, wystarczającą tylko dla pojedynczych osób w grupie.

\* **Bezpieczny poziom** jest określeniem stosowanym w przypadkach podawania ilości lub zakresu ilości składnika, co do którego nie dysponujemy dostatecznymi informacjami dającymi podstawę do wyznaczenia przeciętnego spożycia.

“Normy żywienia” opracowano w Polsce na podstawie zestawienia danych uzyskanych w badaniach epidemiologicznych sposobu odżywiania oraz światowych badań doświadczalnych. Podają one średnie zapotrzebowanie energetyczne w oznaczonych grupach ludności. Zalecenia spożycia składników budulcowych są najczęściej nieco wyższe o tzw. rąb bezpieczeństwa) niż onaczony poziom referencyjny: w przypadku białka wzięto przy tym pod uwagę ilości białka w naturalnych produktach spożywczych tradycyjnego zestawu artykułów żywności. W przypadku składników mineralnych i witamin zaważyły występujące różnice biodostępności określonego składnika w posiłkach i indywidualne wahania zapotrzebowania. “Normy żywienia” są przydatne do planowania dobowych racji pokarmowych grup ludności; w praktyce przy opracowaniu zestawu dobowych posiłków niezbędnym jest użycie tabel, które podają skład chemiczny i wartość energetyczną produktów spożywanych na terenie kraju.

“Normy żywienia” służą też jako wartości wyjściowe dla odżywiania indywidualnego; w dostosowaniu ich do rzeczywistego zapotrzebowania energetycznego pomagają sygnały uczucia głodu i sytości.

Aktualne normy żywienia dla ludności w Polsce opublikowano w 1994 roku (praca zbiorowa pod redakcją S. Ziemiańskiego). Przedstawiona poniżej tabela przeciętnego zapotrzebowania energetycznego i zalecanej ilości białka i tłuszczu w dobowych racjach pokarmowych grup ludności w Polsce podaje wyciąg danych z wymienionej powyżej publikacji (tab.14a, 14b, 14c), które dotyczą średniej wartości energetycznej oraz zalecanego

poziomu białka i tłuszczu dla dzieci ( tab.14a ), młodzieży ( tab.14b ) i osób dorosłych (tab.14c ). Przyjmując wartość energetyczną dobowej racji za 100%, oznacza się również procenty energii (E%) jaką w dobowej racji dostarczają zalecane ilości białka i tłuszczu . Ilość węglowodanów wyrażoną w wartości E%, wyznacza się przez sumowanie E% białek i tłuszczów i odjęcie uzyskanej wartości od 100.

W ustalaniu zalecanych ilości składników energetycznych pożywienia jednym z istotnych przesłanek są metaboliczne i zdrowotne następstwa , związane z proporcją różnych związków chemicznych , jakie występują w składnikach pokarmowych objętych nazwami: białka, tłuszcze i węglowodany.

Tab 14a, tab 14 b, tab. 14c.







### Piśmiennictwo

1. Biesalski H.K., Furst P., Kasper H., Kluthe R., Pólert W., Puchstein C., Stahelin H.B.: Ernährungmedizin. Georg Thieme Verlag, 1995
2. Dłużniewska K.: Rola żywienia w rozwoju człowieka, w Biomedyczne podstawy rozwoju i wychowania., red.N.Wolański, PWN, Warszawa 1983.
3. Eastwood M.: Principles of Human Nutrition. Chapman and Hall, London , 1997
4. Garrow J.S., James W.P.T., Ralph Ann eds: Human Nutrition and Dietetics. Churchill Livingstone, 1993.
5. Food and Nutrition Board, Comission on Life Sciences, National Research Council : Recommended Dietary Allowances, 10th Edition, National Akademy Press, Washington DC, 1989
6. Hasik J.(red.) Dietetyka. PZWL Warszawa, 1992
7. Palicka E.: Higiena żywności i żywienia. str.161-231 w Podstawy Higieny (red.J.Marcinkowski) Volumes, Wrocław, 1997
8. Rafalski H.: Żywność, Żywienia, Odżywianie. str.129 - 168 w Medycyna Zapobiegawcza i Środowiskowa (red.Z.Jethon), PZWL Warszawa, 1997
9. Schofield W.N., Schofield C., James W.P.T.: Basal Metabolic Rate - Review and Prediction, together with annotated bibliography; Human Nutrition: Cnical Nutrition 1985, 39C, Suppl.12:5-41
10. Szczygieł A.: Podstawy fizjologii żywienia PZWL W-wa 1975
11. Szczygieł B. i .Socha J. (red): Żywienie pozajelitowe i dojelitowe w chirurgii. PZWL W-wa 1994
12. WHO Study Group: Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases, Technical Report Series 797, WHO, Geneva 1990
13. Ziemiański S. Normy żywienia dla ludności w Polsce. Żywienie Człowieka i Metabolizm, 1994 21 (Nr.4) str.303 -
14. Ziemiański S., Budzyńska-Topolowska J.: Wegetarianizm w świetle nauki o żywności i żywieniu. Fundacja Promocji Zdrowego Żywienia "Danone", W-wa. 1997

## X. PRODUKTY SPOŻYWCZE JAKO ŹRÓDŁA SKŁADNIKÓW ODŻYWCZYCH.

Uwzględniając różnice w składzie chemicznym i wartości odżywczej produktów spożywczych wyróżnia się kilkanaście ich grup:

**# Produkty zbożowe:** ziarna jednoliściennych traw: pszenica, żyto, jęczmień, owies, proso, kukurydza, ryż; ziarna dwuliściennych rdestowatych: gryka; przetwory: mąki, pieczywo, kluski, kasze, otręby.

Wobec małej zawartości wody zawierają skoncentrowane składniki odżywcze, wśród nich:

- duża ilość węglowodanów (ok. 60-80% masy), głównie skrobi (50- 80%), zgromadzonej w bielmie, ponadto małe ilości rafinozy (1,5- 6%), sacharozy (1- 2,5%), glukozy i fruktozy (0,1%),
- dużo błonnika występującego głównie w okrywie owocowo- nasiennej (łusce) oraz warstwie aleuronowej (zewnątrzna część bielma),
- średnia ilość białka (albuminy, globuliny, prolaminy, gluteniny), wahającą się znacznie zależnie od odmiany zboża (9-16%), zgromadzoną w warstwie aleuronowej, w tym gluten; są to białka niepełnowartościowe ze wzgl. na niską zawartość Lys, Met, Tre,
- mała zawartość tłuszczów (1- 3% w pszenicy, ryżu, 5-10% w owsie, kukurydzy), głównie w warstwie aleuronowej i w zarodku, z wysoką proporcją kwasów linolowego i oleinowego,
- znaczne ilości składników mineralnych w warstwie zewnętrznej ziarna: fosfor, siarka, chlor, potasu, magnez, wapń, krzem,
- znaczne ilości witamin z grupy B oraz mniej witaminy E i beta- karotenu, zlokalizowane w zewnętrznej części ziarna oraz w zarodku.

Jakość mąki oceniamy wg stopnia wymiału (wyciągu): im bliżej 100%, tym więcej mąki uzyskano z danej porcji ziarna, tym mniejszy odrzut) lub wg ilości popiołu (tj. składników mineralnych) pozostałego ze spalenia 100 kg mąki: np. typ 450 (tortowa)- tylko 450 g popiołu, typ 1400 (sitkowa)- 1400 g popiołu.

**# Mleko i przetwory** należą do najcenniejszych produktów spożywczych zawierając prawie wszystkie składniki odżywcze:

- dużą ilość białka pełnowartościowego (3,3% w mleku krowim, 5,7% w mleku owczym), głównie kazeina (ok.80% białka w mleku krowim), laktoalbumina, laktoglobuliny;
- tłuszcz w zmiennej ilości 3,5-0,05%, głównie kwas oleinowy, palmitynowy, mirystynowy, oraz krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe (w mleku krowim); są to tłuszcze łatwo przyswajalne ze wzgl. na formę zemulgowaną,
- węglowodany: laktoza (5%; mleko stanowi jedyne jej źródło w ludzkiej diecie)); pod wpływem bakterii fermentuje do kwasu mlekowego,
- średnie ilości składników mineralnych: wapnia, fosforu, potasu, chloru, magnezu,
- znaczne ilości witamin B, witaminy A i karotenów (więcej latem i jesienią), mało witaminy D, K.

Produkty mleczne **fermentowane**: kwaśne mleko, kefir, jogurt zawierają wszystkie składniki mleka, z wyj. laktozy (przetworzonej w kwas mlekowy pod działaniem różnych szczepów bakteryjnych (i w etanol pod wpływem drożdży w kefirze); kazeina pod działaniem kwasu mlekowego ulega denaturacji i wytrąceniu w postaci skrzepu.

**Twaróg** jako odwodnione kwaśne mleko zawiera skoncentrowane jego składniki, ale mniejsze ilości wapnia i witamin B, których część pozostaje w serwatce.

**Sery podpuszczkowe** (żółte, pleśniowe) jako produkty enzymatycznego wytrącania kazeiny oraz częściowego rozkładu białek, laktozy i tłuszczów przez bakterie lub grzyby są dobrym źródłem białka, wapnia, witamin B, zwłaszcza B<sub>12</sub>, zawierają też dużo tłuszczu, są wysokokaloryczne i trudno strawne.

# **Jaja** (kurze) zawierają prawie wszystkie składniki odżywcze:

- dużą ilość białka pełnowartościowego (12% masy jaja), zawartą głównie w żółtku,
- znaczną ilość tłuszczu (ok.10% masy jaja), znajduwaną prawie wyłącznie w żółtku (ok.30% masy), głównie kwas oleinowy, stearynowy, palmitynowy, linolowy, linolenowy; ze względu na postać zemulgowaną jest to tłuszcz łatwo przyswajalny; dużo lecytyny,
- dużą ilość cholesterolu (ok. 250 mg/ 1 jajo),
- bardzo mała ilość węglowodanów (ok.1%),
- wszystkie witaminy: dużo (więcej latem) A, D, E i beta- karotenu (głównie w żółtku), znaczną ilość witamin z grupy B, mało witaminy C;
- znaczące ilości składników mineralnych: żelaza, fosforu, magnezu (w żółtku), wapnia, siarki, potasu, chloru.

# **Mięso i ryby**. Do tej grupy zaliczane są: wszystkie jadalne części zwierząt rzeźnych, dzikich, ptaków, ryb, płazów, skorupiaki, mięczaki.

Tkanka mięśniowa **zwierząt rzeźnych** stanowi wartościowy produkt spożywczy zawierając:

- dużą ilość białka pełnowartościowego (ok.20% masy): mioglobina, hemoglobina, albumina, globulina oraz kolagen i elastyna tkanki łącznej,
- inne związki azotowe określane łącznie jako tzw. ciała wyciągowe, łatwo przechodzące do wywaru mięsnego (rosół), nadające potrawom mięsnym charakterystyczny smak i zapach,
- zmienną ilość tłuszczów (4,5- 7% w chudym mięśni, ok.35-50% w przeciętnej porcji mięsa) zawierających głównie kwasy: palmitynowy, stearynowy, oleinowy, NNKT w b. małych ilościach;
- brak lub śladowe ilości węglowodanów(ok.1% masy), głównie glikogen,
- dużo składników mineralnych: żelazo łatwo przyswajalne, fosfor, wapń, cynk, miedź, selen, siarka, potas, sód, chlor,
- dużą ilość witamin z grupy B, zwłaszcza B<sub>12</sub>, mniej A, D, E.

Mięso **drobiowe** charakteryzują pewne odrębności:

- nieco niższa całkowita zawartość tłuszczu (ok.35%), odmienny skład tłuszczu, w którym dominują kwasy tł. nienasycone: oleinowy, linolenowy,
- nieco większa zawartość magnezu i cynku,
- zawartość niewielkich ilości witaminy C.

Jest ono łatwiej strawne.

**Ryby** dostarczają wartościowego pokarmu zawierając:

- dużą ilość białka pełnowartościowego (16- 20% masy), głównie albumin i globulin tkanki mięśniowej, z małą domieszką białek tkanki łącznej; jest to białko o bardzo wysokiej strawności i przyswajalności (ok. 96%),
- różne ilości tłuszczów (0,3% w filetach dorsza, do 15% w łososi, makreli), w których dominują kwasy tł. nienasycone; najwięcej tłuszczu zawiera wątroba ryb (40- 65% z dorsza, 11- 27% z halibuta); są to tłuszcze o wysokiej strawności (ok. 97%),
- dużo składników mineralnych: wapnia, fosforu, żelaza, jodu (ryby morskie), magnezu, siarki, potasu, sodu; zawartość ich jest wyższa w wyrobach spożywanych wraz ze skruszałymi ośćmi,
- dużo witamin z grupy B, zwł. kwasu nikotynowego; w izolowanym tłuszczu z ryb, zwł. z wątroby jest wysoka zawartość witamin A i D.

# **Masło i śmietana** są wyróżnione spośród produktów tłuszczowych ponieważ zawierają:

- duże ilości tłuszczów (73- 82% w maśle, 9- 30% w śmietanie) o składzie jak w mleku, skoncentrowany cholesterol,
- znaczne ilości witamin A i D,
- niewielka ilość laktozy w śmietanie słodkiej.

Posiadają wysoką wartość energetyczną.

#### # **Inne tłuszcze.**

Oleje **roślinne** otrzymywane są przez tłoczenie nasion roślin oleistych (rzepak, słonecznik, kukurydza, soja, arachidy, sezam, kokos) lub owoców (oliwki).

(Należy unikać spożywania tłuszczu kakaowego, palmowego, kokosowego, w których znajduje się znaczna ilość nasyconych kwasów: palmitynowego, stearynowego.)

Tłuszcze **zwierzęce** uzyskiwane są z tkanki tłuszczowej podskórnej zwierząt (boczek, słonina) lub okołonarządowej (smalec, łój), a także z mięsa i wątrób ryb morskich.

Własności produktów tłuszczowych różnego pochodzenia:

Roślinne	Źródło	Zwierzęce
oleje margaryny ziarna zbóż		masło słonina, smalec mięso, mleko
płynna (z wyj. masła kakaowego, kokosowego)	<i>Postać</i>	stała (z wyj. oleju wątrób rybich)
dużo MUFA, PUFA dużo	<i>Kwasy tłuszczowe NNKT</i>	dużo SFA mało/ brak
dużo	<i>Wit.E</i>	mało
brak (obecna w margarynach jako dodatek)	<i>Wit. A,D</i>	dużo w tłuszczu wątrób rybich i w maśle brak w słoninie, boczku
brak (wyj. dużo w oleju palmowym)	<i>Karoteny</i>	brak
fitosterole	<i>Sterole</i>	cholesterol

Strawność tłuszczów jest wyższa w przypadku:

- postaci płynnej (oleje),
- formy emulgowanej (mleko, śmietana, masło, margaryna, jaja),
- większej proporcji krótko- i średniołańcuchowych kwasów tłuszczowych,
- większej proporcji nienasyconych kwasów tłuszczowych,
- tłuszczów surowych (nie poddawanych działaniu wysokiej temperatury).

# **Ziemniaki** są wyodrębnione spośród warzyw ze względu na:

- dużą zawartość skrobi (15- 20% masy), wahającą się zależnie od odmiany; niewielką ilość innych węglowodanów (0,5- 1,5%),
- niską zawartość błonnika (1,1- 1,7% masy),
- najwyższą wśród warzyw wartość energetyczną,
- wyższą niż w innych warzywach zawartość i wartość odżywczą białka (tuberyna), przyswajalnego w ok. 70%,
- średnią zawartość witaminy C; są jednak znaczącym jej źródłem ze wzgl. na dużą ilość ziemniaków spożywanych przez polską populację.

Białko i składniki mineralne znajdują się głównie pod łupiną, dlatego należy obierać ziemniaki możliwie cienko lub tylko szorować.

# **Warzywa i owoce** będące bogatym **źródłem witaminy C**: warzywa zielone liściaste :nać pietruszki, sałata, kapusta, brukselka, szpinak; owoce: porzeczki, truskawki, poziomki, maliny, cytryna, papryka, jabłka; kalarepa,

- zawierają obok witaminy C znaczące ilości karotenów, kwasu foliowego, potasu, magnezu, mniejsze ilości witamin z grupy B, ponadto są znaczącym źródłem błonnika;
- kapusta należy do najczęściej spożywanych w polskiej populacji, obfituje w wapń, żelazo; kwaszona jest łatwiej strawna, gdyż błonnik ulega częściowej fermentacji i zmiękczeniu;
- szpinak wykazuje stosunkowo wysoką zawartość białka (podobną jak ziemniaki), karotenu, żelazo w małej ilości, ponadto słabo przyswajalne; zawiera też kwas szczawiowy wiążący wapń i żelazo, zmniejszający ich wchłanianie.

# **Warzywa i owoce** będące bogatym **źródłem karotenu**: żółte, czerwone i zielone: marchew, pomidory, papryka, dynia, melon, morele, brzoskwinie; zielone: sałata, szpinak, szczypior, botwina;

# **Inne warzywa i owoce**, a także wyżej wymienione zawierają:

- dużo błonnika, o różnych proporcjach włókien rozpuszczalnych i nierozpuszczalnych zależnie od gatunku i wieku rośliny,
- różne ilości węglowodanów przyswajalnych: glukoza, fruktoza, sacharoza; w niektórych warzywach oraz w niedojrzałych owocach większe ilości skrobi, takie produkty muszą być ugotowane przed spożyciem,
- dużo składników mineralnych: potas, wapń, żelazo (słabo przyswajalne), fosfor,
- kwasy organiczne: jabłkowy, cytrynowy, winowy,
- niewielkie ilości białek (głównie globuliny) i tłuszczów.
- ze względu na wysoką zawartość wody charakteryzują się małą wartością energetyczną.

# **Nasiona roślin strączkowych**: fasola, groch, soja, bób, soczewica. Zawierają:

- dużą ilość węglowodanów (ok. 45% w grochu i fasoli, 10-20% w pozostałych), głównie skrobi,
  - dużo błonnika,
  - wysoka zawartość białka (w suchej masie: 35% soja, 20% groch, fasola) o wysokiej wartości odżywczej, przy czym aminokwasy siarkowe są ograniczającymi; duże ilości związków purynowych,
  - niewielkie ilości tłuszczów (najwięcej soja 4,5%),
  - znaczącą ilość minerałów: fosforu, wapnia, żelaza,
  - dużo witamin z grupy B oraz niewiele E, K, C i krotenu.
- Są pokarmem trudno strawnym.

# **Cukier i słodczyce** to grupa najmniej pożądana w zdrowym żywieniu. Zawierają one:

- prawie wyłącznie węglowodany proste (sacharoza); jedynie miód naturalny oraz przetwory owocowe zawierają glukozę i fruktozę oraz niewielkie ilości minerałów i witamin,
- są wysokokaloryczne.

Produkty z poszczególnych grup posiadają odmienną wartość odżywczą, przy czym większość wykazuje ograniczone spektrum składników odżywczych. Dlatego, aby zapewnić organizmowi dostarczenie całej ich gamy należy łączyć w posiłkach produkty z różnych grup.

Możliwie duże urozmaicenie w doborze pokarmów stwarza margines bezpieczeństwa dla zaspokojenia zapotrzebowania organizmu na składniki odżywcze.

Korzystne jest również łączenie w jednym posiłku produktów o przeciwwstawnym działaniu na gospodarkę kwasowo- zasadową organizmu, pamiętając, że:

- mięso, ryby, drób, jaja oraz produkty zbożowe są źródłem związków zakwaszających w związku z obfitością fosforu, siarki, chloru,
- warzywa i owoce oraz mleko działają alkalizująco dzięki zawartości pierwiastków zasadowotwórczych: sodu, potasu, wapnia, magnezu, żelaza.

We właściwym doborze produktów spożywczych w codziennym żywieniu pomocna jest tzw. **piramida zdrowego żywienia** opracowana w ramach Narodowego Programu Profilaktyki Cholesterolowej dla zapobiegania przede wszystkim schorzeniom na tle miażdżycy. Warunkiem efektywności takiej profilaktyki jest wdrożenie prawidłowego żywienia już w dzieciństwie, wyrobienie odpowiednich nawyków i kontynuowanie prozdrowotnego żywienia przez całe życie.

\*\*\*\*\* Produkty zbożowe z mąki wysokiego wymiału (razowej) oraz grube kasze, otręby, powinny stanowić podstawę codziennego żywienia; należy spożywać je w każdym posiłku (5 porcji dziennie).

\*\*\*\* Warzywa powinny być spożywane w ilości 4 porcji, w tym 1 porcja ziemniaków.

\*\*\* Owoce spożywać należy w ilości 3 porcji dziennie.

Warzywa i/lub owoce powinny być spożywane w każdym posiłku głównym, a optymalnie również z II śniadaniem, podwieczorkiem, czy jako przekąski (dojadanie). Pożądane spożycie warzyw i owoców wynosi dla dorosłego mężczyzny ok. 3/4 kg, a dla kobiety ok. 1/2 kg dziennie.

\*\* Mleko i jego przetwory powinny być spożywane najmniej w 2 porcjach dziennie. Dla osoby dorosłej optymalna ilość mleka to 3-4 szklanki, z czego część można zastąpić serem, maślanką, kefirem.

\* Mięso chude lub ryba w 1 porcji, która raz w tygodniu może być zastąpiona nasionami roślin strączkowych. Ryby morskie najlepiej zjadać 2-3 razy w tygodniu.

Dopuszczalne są niewielkie ilości tłuszczów dodanych, najlepiej oleju roślinnego.

Jaja zaleca się spożywać okazjonalnie, nie przekraczając 2 sztuk w tygodniu.

### **Literatura:**

Bijok B., Bijok F.: Surowce i technologia żywności. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa, 1994.

Garrow J.S., James W.P.T., Ralph A. (Eds): Human Nutrition and Dietetics. Churchill Livingstone, Edinburgh, 1993.

Rutkowska U. (red.): Wybrane metody badania składu i wartości odżywczej żywności. PZWL, Warszawa, 1981.

Szczygieł A.: Podstawy fizjologii Żywnienia. PZWL, Warszawa, 1975.

Ziemlański Ś., Budzyńska- Topolowska J.: Tłuszcze pożywienia i lipidy ustrojowe. PWN, Warszawa, 1991.

## XI. METODY OCENY STANU ODŻYWIENIA CZŁOWIEKA. OCENA SPOSOBU ODŻYWIANIA.

Ocena stanu odżywienia powinna być nieodłącznym elementem badania lekarskiego i oceny stanu zdrowia pacjenta.

**Stan odżywienia**- aktualny stan zespołu cech organizmu (strukturalnych - np. masa ciała, stopień otuszczenia, wygląd skóry i przydatków skórnych oraz białon celuzowych; czynnościowych - np. wydolność fizyczna, immunokompetencja; biochemicznych- np. stężenia składników chemicznych w płynach ustrojowych, aktywność enzymów w komórkach) stanowiących efekt określonego poziomu wysycenia tkanek składnikami odżywczymi.

*Za prawidłowo odżywiony* możemy uznać organizm, który pozostaje w dobrostanie fizycznym i psychicznym oraz wykazuje:

- cechy morfologiczne typowe dla swojej płci, wieku i stanu fizjologicznego;
- masę ciała mieszczącą się w granicach przewidzianych dla osobnika danej płci, w danym wieku i stanie fizjologicznym, u osoby dorosłej- niezmienną w czasie (wahania < 10%);
- wydolność fizyczną stosowną do swojej płci, wieku i stanu fizjologicznego;
- pełną wydolność immunologiczną;
- prawidłowy i stały skład chemiczny ciała, prawidłowe wysycenie tkanek składnikami odżywczymi, odpowiednie stężenia składników chemicznych oraz należną aktywność enzymów w komórkach i płynach ustrojowych;
- w przypadku dzieci i młodzieży ponadto - wzrastanie i rozwój z zachowaniem odpowiedniego tempa.

Rozstrzygnięcie powyższej kwestii jest celem i efektem wnikliwej oceny stanu odżywienia pacjenta i wymaga zastosowania równolegle kilku różnych metod badania oceniających poszczególne z wymienionych elementów.

Wartości cech mierzalnych oraz stany cech jakościowych zaobserwowane u osoby badanej są porównywane z takimi wartościami, zakresami wartości czy stanami, które są uznawane za prawidłowe. Przydatne są następujące **metody ustalania referencyjnych - podstawianych - prawidłowych wartości wskaźników stanu odżywienia (tzw. normy):**

- badania "zdrowych" grup populacyjnych- dostarczają danych o cechach przeciętnych organizmów zdrowych (na stan zdrowia populacji wskazują: średnia długość trwania życia, umieralność ogólna, umieralność przedwczesna, umieralność spowodowana poszczególnymi chorobami, zwłaszcza zakaźnymi, przewlekłymi, umieralność niemowląt, zapadalność na różne choroby).

Wartości większości cech w układzie biologicznym przyjmują rozkład normalny. Po zbadaniu dowolnej cechy mierzalnej u dużej liczby osób można wyliczyć wartość średnią (X) oraz odchylenie standardowe (SD); w przedziale między -2SD a +2SD mieszczą się cechy 97.9% populacji (tzw. szeroka norma), w przedziale między -1SD a +1SD mieszczą się cechy 68.5% populacji, (tzw. wąska norma).

Przy wartości współczynnika wariancji wynoszącej ok. 15% przedział między -2SD a +2SD odpowiada zakresowi ok. 70- 130% wartości średniej.

- obserwacja naturalnie występujących w populacji chorób związanych z nieprawidłowym żywieniem- dostarcza informacji o zmianach poszczególnych cech organizmu w przebiegu choroby odżywieniowej,

- analiza chorób odżywieniowych u zwierząt doświadczalnych- pozwala precyzować granice prawidłowych i patologicznych stanów poszczególnych cech organizmu świadczących o jego



stanie odżywienia oraz dokładniej badać skutki niedoborów i nadmiarów pokarmowych w organizmach i poszczególnych narządach czy tkankach.

Ze względu na czasochłonność i koszty wnikliwego badania stanu odżywienia należy dążyć do wyłonienia takich grup populacji, które wykazują zwiększone ryzyko, i tych osób, które są szczególnie predysponowane do nieprawidłowości stanu odżywienia. Pozwoli to zdecydować o wykonywaniu specjalistycznych badań w tym kierunku jedynie w uzasadnionych przypadkach, w pozostałych zaś ograniczyć się do metod najprostszych, "przesiewowych".

**Warunki predysponujące do zaburzeń stanu odżywienia**, a tym samym możliwe ich przyczyny:

\* nieodpowiednia podaż składników odżywczych, czyli błędy żywieniowe popełniane przez pacjenta, w wyniku których wartość energetyczna i/lub zawartość składników odżywczych w diecie jest niezgodna z zapotrzebowaniem organizmu. Wnikliwy wywiad może ujawnić rozmaite przyczyny stosowania niezbilansowanej diety:

- niski poziom wiedzy na temat racjonalnego żywienia, niedbałość, utrwalone nieprawidłowe zwyczaje żywieniowe,
- uprzedzenia kulinarne, np. na tle religijnym, ideowym,
- nieprawidłowe stosowanie diet specjalnych (np. drastyczne odchudzanie),
- ograniczenia ekonomiczne; również pewne stany chorobowe mogą prowadzić do nieodpowiedniego spożycia pokarmów:
  - schorzenia jamy ustnej, braki w uzębieniu (utrudnienie żucia),
  - choroby neurologiczne z zaburzeniem połykania,
  - upośledzenie drożności przełyku (nowotwory przełyku, śródpiersia),
- ograniczenie zdolności pacjenta do samoobsługi (drżenie, płasawica, amputacja kończyn),
- spaczone łaknienie (anorexia nervosa, bulimia, inne zaburzenia psychiczne).

**Błędy żywieniowe** typowo popełnianie w populacji Polski, podobnie do większości krajów rozwiniętych, obejmują:

- przekarmienie energetyczne;
- nadmiar tłuszczu ogółem; w diecie przeciętnego Polaka tłuszcz dostarcza ok. 35- 40% energii, podczas, gdy zalecane spożycie nie powinno przekraczać 30%, a optymalnie powinno wahać się około 25% energii,
- nadmiar kwasów tłuszczowych nasyconych, których spożycie zalecane nie przekracza 10% energii,
- nadmiar cholesterolu, którego zawartość w dobowej racji pokarmowej nie powinna przekraczać 300 mg,
- nadmiar cukrów prostych,
- nadmiar soli kuchennej, której nie należy spożywać więcej niż 6 g dziennie;
- zaniżone spożycie kwasów tłuszczowych nienasyconych,
- niskie spożycie błonnika,

Ponadto w niektórych grupach populacji notuje się również zbyt niskie spożycie jodu, żelaza, wapnia, białka, witamin, zwłaszcza witaminy C, B<sub>12</sub>.

\* zmienione zużycie energii i składników odżywczych przez organizm- odmienne w porównaniu z przeciętnymi osobami tej samej płci, w podobnym wieku i o zbliżonej masie ciała zużycie metaboliczne poszczególnych składników odżywczych i energii spowodowane zmianą nasilenia przemiany materii, co skutkuje specyficznym (zwykle zwiększonym) zapotrzebowaniem.

Wybitnie nasilony wydatek energetyczny i zużycie składników odżywczych obserwuje się w takich sytuacjach, jak: okres ciąży i laktacji u kobiety, okres wzrastania, nasilonego rozwoju i

pokwitania u dzieci i młodzieży (tzw. fizjologiczne stany obciążenia organizmu), nasilony trening sportowy i udział w zawodach sportowych, ciężka praca fizyczna, praca w warunkach obciążenia wysoką temperaturą, ciśnieniem, wilgotnością, okres adaptacji do zmienionych warunków otoczenia (np. klimatycznych), a także w większości stanów patologicznych: infekcje, choroby przebiegające z gorączką (podwyższeniu temperatury ciała o każdy 1°C towarzyszy nasilenie wydatku energetycznego o ok.12%), nadczynność tarczycy (trójiodotyronina i tyroksyna nasilają metabolizm tlenowy i spoczynkową przemianę materii), przewlekły stres (nadmierne wydzielanie katecholamin, hormonu wzrostu), rekonwalescencja po ciężkiej chorobie, okres gojenia po zabiegu chirurgicznym, długotrwała antybiotykoterapia, anemia hemolityczna, łuszczyca (nasilony rozpad komórek).

Obniżone zużycie energii i składników odżywczych spotyka się w następujących warunkach: niedoczynność tarczycy, niedożywienie białkowo-energetyczne (spadek masy ciała i BMR), hipotermia.

\* upośledzone trawienie i wchłanianie składników odżywczych z przewodu pokarmowego, gdy występuje:

- zmniejszenie wydzielania lub dopływu soków trawiennych, stężenia i aktywności enzymów (gastritis, niedokwaśność soku żołądkowego, resekcja żołądka, przewlekłe zapalenie trzustki, kamica lub zapalenie dróg żółciowych, choroby wątroby),
- zmniejszenie powierzchni wchłaniania (choroba trzewna, resekcja żołądka lub odcinka jelita),
- przyspieszony pasaż, nadmierne pobudzenie perystaltyki (biegunka infekcyjna lub alergiczna, nadużywanie środków przeczyszczających, nadczynność tarczycy),
- fizjologicznie obniżona wydolność przewodu pokarmowego u niemowląt i ludzi w podeszłym wieku.

Zaburzenia w zakresie górnego odcinka przewodu pokarmowego predysponują do niedoborów witamin, które tutaj są wchłaniane, z wyjątkiem wit. B<sub>12</sub>, która wchłania się z jelita krętego.

Rzadziej obserwuje się nasilone wchłanianie, nieprawidłowe gromadzenie i obniżoną tolerancję ustroju wobec składnika odżywczego: hemochromatoza (żelazo), choroba Wilsona (miedź), hiperkalciuria hyperabsorbcyjna (wapń).

\* upośledzone metabolizowanie składników odżywczych obserwuje się w chorobach:

- wątroby (słabsza konwersja witamin B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub>, kwasu foliowego, D<sub>3</sub> do form aktywnych metabolicznie),
- nerek (hydroksylacja D<sub>3</sub>),
- trzustki (niedobór insuliny upośledza transport glukozy do komórek, syntezę i magazynowanie triglicerydów),
- przewlekła niewydolność układu krążenia i/lub oddechowego (niedotlenienie tkanek i rozległe zaburzenia torów metabolicznych na poziomie komórkowym),
- przewlekły alkoholizm (wielokierunkowe zaburzenia metabolizmu komórkowego),
- obniżenie stężeń białek transportujących w surowicy, np. w niedożywieniu białkowo-energetycznym,
- infekcja, uraz (obniżona utylizacja glukozy, triglicerydów, przewaga katabolizujących amin katecholowych, sterydów nad hormonami anabolizującymi),
- wrodzone enzymopatie (gromadzenie metabolitu stanowiącego substrat odpowiedniego enzymu, np. fenyloalaniny w fenyloketonurii, aminokwasów rozgałęzionych w chorobie syropu klonowego),

\* nadmierna utrata składników odżywczych przez organizm, co może następować różnymi drogami: nasilone lub nieprawidłowe wydalanie z moczem (np. zespół nerczycowy), z kałem (biegunki), utrata pokarmu oraz soków trawiennych ze zwracaną treścią pokarmową

(wymioty, odsysanie treści żołądkowej), straty ponoszone w trakcie tzw. stresu katabolicznego w związku z utratą własnych tkanek i płynów ustrojowych (krwotoki, krwawienie utajone, wysięk zapalny, przesięki, procesy ropne, uraz, oparzenie, zabieg chirurgiczny, rozpad guza nowotworowego), hemodializa.

\* leki - na istniejące zmiany patologiczne mogą nałożyć się efekty działania leków, które mogą modyfikować łaknienie, trawienie i wchłanianie, metabolizm, wydalanie składników odżywczych i ich pochodnych.

Najczęstszą przyczyną nieprawidłowego stanu odżywienia jest niezbilansowana dieta, stąd dopiero po wykluczeniu ewidentnych błędów żywieniowych należy poszukiwać jego podłoża chorobowego. W wielu stanach patologicznych możliwe jest zastosowanie diety zmodyfikowanej, dostosowanej do zmienionych potrzeb i możliwości ustroju, co może wspomóc leczenie i rekonwalescencję.

Stosownie do rozróżnionych możliwych przyczyn zaburzeń stanu odżywienia, wśród chorób rozwijających się na tym tle wyróżnia się **choroby odżywieniowe** (na tle nieprawidłowego żywienia):

- pierwotne- takie, których udowodnioną bezpośrednią przyczyną jest nieodpowiednie żywienie dostarczające wybranych składników odżywczych i/lub energii w ilości niezgodnej z zapotrzebowaniem danego osobnika, np. otyłość (nadmiar energetyczny), wole endemiczne (niedobór jodu), krzywica (niedobór wit. D<sub>3</sub>), osteomalacja (niedobór wapnia lub witaminy D<sub>3</sub>), gnilec (niedobór wit. C), beri- beri (niedobór wit. B<sub>1</sub>), pelagra (niedobór wit. PP),
- wtórne- dla których wadliwe żywienie stanowi jeden z wielu czynników ryzyka, sprzyjający wystąpieniu choroby, jakkolwiek nie wystarczający w odosobnieniu, o niezdefiniowanej sile działania, np. miażdżyca (wysokie spożycie kwasów tłuszczowych nasyconych i cholesterolu, nadmiary energetyczne i cukrów prostych, próchnica zębów (częste spożywanie węglowodanów, kwasów owocowych), kamica żółciowa.

Dominujące odchylenie w sposobie żywienia lub podstawowa patologia chorobowa warunkuje **charakter zaburzeń stanu odżywienia**:

- niedostateczne odżywienie (niedożywienie) rozwija się, gdy:

# wartość energetyczna diety jest niższa niż zapotrzebowanie energetyczne organizmu; proporcje zawartości składników odżywczych w dobowej racji pokarmowej mogą być prawidłowe, ale ich bezwzględne ilości są tak niskie, że nie równoważą codziennej utraty; w warunkach niedostatku energii zawsze rozwijają się, wcześniej czy później, objawy niedoboru licznych składników odżywczych (zwłaszcza białka- większa proporcja spożytych AA jest katabolizowana jako materiał energiodajny, i witamin); zmiany tego typu obserwuje się np. podczas przedłużającej się głodówki; także, gdy:

# proporcje składników energiodajnych diety znacznie odbiegają od zalecanych, co powoduje zaburzenie równowagi metabolicznej ustroju; sumaryczna wartość energetyczna dobowej racji pokarmowej może być zgodna z zapotrzebowaniem; składnik odżywczy spożywany w najniższej ilości może ograniczać utylizację metaboliczną pozostałych, np. w przebiegu kwashiorkor z powodu żywienia prawie wyłącznie produktami roślinnymi wysokowęglowodanowymi z bardzo małą ilością białka aminokwasy są oszczędzane do resyntezy białek ustroju, natomiast nasila się katabolizm triglicerydów jako źródło energii i ich mobilizacja z tkanki tłuszczowej; analogicznie żywienie pozbawione węglowodanów (lub spożycie poniżej 150- 100g dziennie) prowadzi do obniżonego wytwarzania produktów pośrednich katabolizmu glukozy (pirogronian, szczawiooctan) niezbędnych do włączenia kwasów tłuszczowych i niektórych aminokwasów w szlaki metaboliczne;

- nadmierne odżywienie rozwija się, gdy kaloryczność diety przewyższa zapotrzebowanie energetyczne organizmu; nadmiary energetyczne są gromadzone w postaci triglicerydów w tłuszczu podskórnym i okołonarządowym prowadząc do nadwagi i otyłości z towarzyszącymi zaburzeniami metabolicznymi;
- specyficzny niedobór pokarmowy powstaje, gdy podaż składnika odżywczego, zwykle egzogenego, jest niższa od zapotrzebowania organizmu; obraz kliniczny jest charakterystyczny dla niedoboru danego składnika odżywczego, np. gnilec (niedobór wit.C), krzywica (niedobór wit.D<sub>3</sub>), anemia sideropeniczna;
- specyficzny nadmiar pokarmowy występuje, gdy podaż składnika odżywczego przekracza tolerancję organizmu, powodując różne, niekoniecznie specyficzne objawy, np. obrzęki (spożycie wody powyżej około 5- 6L dziennie w komforcie cieplnym, bez forsownego wysiłku fizycznego), nadciśnienie tętnicze (wysokie spożycie soli kuchennej u osobników z nadciśnieniem sodozależnym), arytmia (nadmiar potasu), kamica moczowa (nadmiar witaminy D<sub>3</sub> lub wapnia).

W warunkach optymalnych wydatki energetyczne i zużycie składników odżywczych przez organizm jest każdego dnia równoważone ich podażą z pokarmem (dopuszczalne są niewielkie dysproporcje in plus i in minus równoważące się w bilansie 5-7 dniowym), co zapewnia utrzymanie stanu dynamicznej równowagi metabolicznej. Natomiast długotrwała i jednostronna niezgodność spożycia i zapotrzebowania prowadzi do zmian patologicznych (choroba z nieprawidłowego żywienia), które jednak pojawiają się stopniowo, i przed którymi organizm broni się wykorzystując pewne **mechanizmy homeostatyczne**:

- nasilenie wchłaniania z przewodu pokarmowego (Ca, Fe),
- zmniejszenie wydalania z moczem (Na, K, Cl, Mg, P, woda, wit.C),
- obniżenie katabolizmu (aminokwasy, energia),
- mobilizacja zapasów ustrojowych (wit.A, B<sub>12</sub>, NNKT, TG i białka w niedoborze energii i/lub białka),
- nasilenie syntezy w przypadku małej podaży składnika endogenego (Tyr z Phe, Cys z Met, glukoza z AA, AA z kwasów tłuszczowych),
- katabolizm wątrobowy nadmiarów większości składników,
- depozyty tkankowe nadmiarów.

Czas, na jaki uda się tymi sposobami odroczyć skutki nieprawidłowego żywienia (np. odstęp między wystąpieniem niedostatku Fe w diecie a objawami jego niedoboru w ustroju) jest różnie długi zależnie od:

- wielkości deficytu lub nadmiaru i czasu trwania, -zapasów ustrojowych,
- nasilenia przemiany materii (stanu fizjologicznego, pracy); jest on krótszy u osób w sytuacji ciąży, laktacji, szybkiego wzrastania, dojrzewania, ciężkiej pracy fizycznej, stresu katabolicznego.

Zatem zazwyczaj obserwuje się powolny, **etapowy rozwój choroby z nieprawidłowego żywienia**, a zmiany patologiczne odzwierciedlające pogłębiającą się dysproporcję między podażą a zapotrzebowaniem na energię i składniki odżywcze występują kolejno jako:

# w przypadku ujemnego bilansu:

\* niedobór potencjalny: zmniejszenie całkowitej zawartości danego składnika odżywczego w organizmie, obniżenie stężenia w tkankach magazynujących, obniżenie stężenia w moczu, ale stężenie w surowicy utrzymuje się w granicach normy; brak objawów klinicznych i dolegliwości; mogą zamanifestować się w sytuacji nagłego obciążenia metabolicznego organizmu, np. po urazie, operacji, oparzeniu, gdy nagle drastycznie wzrasta wydatek energii i zapotrzebowanie na składniki odżywcze;

\* niedobór utajony, przedkliniczny: wyczerpanie mechanizmów wyrównawczych, zmniejszenie stężenia danego składnika w surowicy poniżej normy, odchylenia o charakterze biochemicznym, czynnościowym, brak objawów klinicznych, niespecyficzne dolegliwości i zaburzenia (obniżone samopoczucie, zmęczenie, słabsze tempo rozwoju osobników młodych); zaburzenia rozwijające się do tego etapu są jeszcze w większości odwracalne; o ile niedożywienie zostanie w tym stadium zdiagnozowane i zapewnione będzie wyrównanie niedoboru, możliwy jest całkowity powrót do zdrowia (ale długotrwałe niedożywienie w okresie rozwoju dziecka nie zostanie w pełni "nadrobione");

\* niedobór jawny, kliniczny: nasilone zaburzenia metaboliczne i nieodwracalne strukturalne zmiany w tkankach i narządach; wyraźne dolegliwości i objawy kliniczne charakterystyczne dla niedoboru danego składnika pokarmowego, ewentualnie zgon;

# w przypadku dodatniego bilansu:

\* nadmiar równoważony: nasilone wydalenie z moczem, nasilony katabolizm składników energetycznych -w reakcji na przekarmianie wzrasta BMR, co określa się jako termogenezę indukowaną dietą (diet- induced thermogenesis, DIT), depozycja w tkankach (np. TG w tkance tłuszczowej, Ca w tkance kostnej); brak zmian patologicznych czy dolegliwości;

\* nadmiar jawny: zaburzenia metaboliczne i zmiany strukturalne narządów i tkanek przekraczające granice "normy", depozycja nadmiarów w tkankach ze skutkami patologicznymi (np. zespół polimetaboliczny w otyłości, kamica moczowa z nadmiaru Ca lub wit. D<sub>3</sub>);

\* zatrucie: głównie przy stosowaniu preparatów farmakologicznych; w naturalnych produktach pokarmowych koncentracja składników odżywczych jest na tyle niska, że organizm potrafi równoważyć spożycie wyższe od przeciętnego.

Uwzględniając rozwój i przebieg patologii stanu odżywienia dla pewnej diagnostyki należy posłużyć się równolegle kilkoma **metodami oceny stanu odżywienia jednostki**, z których każda ma odmienne zalety i wady, a do których zaliczamy: wywiad lekarski i badanie fizykalne, pomiary antropometryczne, badania laboratoryjne oraz badanie sposobu żywienia.

**Badanie fizykalne i wywiad chorobowy**: koncentruje się na tych tkankach i narządach, w których najczęściej występują objawy niedoborowe:

- oględziny tkanek okrywających: skóra, włosy, paznokcie, błony śluzowe, spojówki, wargi, język, dziąsła, zęby,
- palpacja tkanek i narządów wewnętrznych: tkanka podskórna, mięśnie szkieletowe, układ kostno- stawowy, jama brzuszna (włotroba), tarczyca,
- ocena funkcji: siła skurczu mięśni szkieletowych, odruchy ścięgniste, zmysły, stan psychiczny,
- ocena rozwoju (dzieci i młodzież),
- dolegliwości: osłabienie, zmiany masy ciała, apetyt, zaburzenia widzenia, smaku, węchu, czucia, krwawienia,

Zalety: badanie nie wymaga specjalistycznego sprzętu, tanie, szybkie, niekłopotliwe dla pacjenta, nieinwazyjne.

Wady: wymaga fachowego personelu (lekarz), umożliwia diagnozę niedoboru pokarmowego w okresie zawansowanym (jawnym klinicznie), kiedy często niemożliwe okazuje się wyłączenie trwałych zmian, np. pokrzywiczyczych zniekształceń kości.

Poniżej wymieniono dolegliwości i objawy towarzyszące niedoborom i nadmiarom wybranych składników odżywczych.

Niedobór białkowo- energetyczny (Protein- Energy Malnutrition, PEM, Protein- Calorie Malnutrition, PCM) może przebiegać w postaci jednego z dwóch zespołów:

długotrwałe żywienie niedoborowe choroby przewlekłe zespół złego wchłaniania wiek podeszły	Czynniki przyczynowe	stres kataboliczny hipermetabolizm (gorączka, infekcja) (stressed starvation) dieta niezbilansowana (głównie węglowodany) niezbilansowane żywienie dożylnie przewlekły niedobór energetyczno- białkowy dzieci
<b>niedobór energetyczno- białkowy przewlekły</b> <b>(pierwotnie niedobór kaloryczny)</b> wycieńczenie- emaciatio, inanitia wyniszczenie, charłactwo- cachexia uwiąd- marasmus	Zespół kliniczny	<b>niedobór białkowo- energetyczny ostry</b> <b>(pierwotnie niedobór białkowy przewyższający niedobór kaloryczny)</b> kwashiorkor
(okresowe) pomiary antropometryczne	Podstawa diagnozy	badania biochemiczne
niska masa ciała [ \ BMI] obniżenie/ zanik tkankowych zapasów energetycznych (tkanka tłuszczowa) cienkie fałdy skórno- tłuszczowe [ \ MAFA] obniżenie tkankowych zapasów białkowych (tkanka mięśniowa) niskie wartości obwodu i powierzchni mięśni ramienia [ \ MAMC, MAMA]	Antropometria	niska masa ciała [ \ BMI] gwałtowne obniżenie tkankowych zapasów białkowych (zwł. mięśni szkieletowych, jelita, wątroby) niskie wartości obwodu i powierzchni mięśni ramienia [ \ LBM, MAC, MAMA] masa tłuszczowa zachowana lub obniżająca się powoli [ \ MAFA]
zahamowanie przyrostu masy ciała i wzrastania niskie wskaźniki: wysokość/wiek i masa/wiek [ \ wt/ht (wasting) recent En deficit] [ \ ht/age (stunting) chronic PE deficit] karłowatość opóźnienie rozwoju stunted growth	Antropometria dodatkowo u dzieci	zahamowanie przyrostu masy ciała (i wzrastania) niski wskaźnik: masa/wysokość [ \ wt/ht]  growth failure
mobilizacja wolnych kwasów tłuszczowych i aminokwasów związki ketonowe służą jako główne źródło energii dla tkanek glukoza jest oszczędzana dla tkanki mózgowej nasiloną glukoneogeneza \ BMR, hipometabolizm \ temperatura ciała \ aktywność fizyczna, \ wydatek energetyczny \ zdolność do wysiłku fizycznego	Metabolizm	mobilizacja aminokwasów (zużywane w katabolizmie oksydacyjnym i w glukoneogenezie) wolne kwasy tłuszczowe oszczędzone, utrzymana lipogeneza, zmniejszona lipoliza / BMR, hipermetabolizm
zmniejszone wydzielanie hormonów: \ insuliny, upośledzona tolerancja glukozy \ glukagon, / ACTH, / kortyzol / GH, ale \ wydzielania somatomedyny C w wątrobie \ konwersji T <sub>4</sub> do T <sub>3</sub> w wątrobie \ GnRH, amenorrhoea, zmniejszona laktacja, \ testosteron w surowicy	Stan hormonalny	utrzymane wydzielanie insuliny / ACTH, / kortyzol / katecholaminy

podobne, bardziej powolne zubożenie ustrojowych zapasów białka dominuje wyczerpanie ustrojowej masy tłuszczowej	Utrata białka	nasilenie syntezy i -w większym stopniu- rozpadu białek, szybkie obniżenie ustrojowej masy białka nagłe obniżenie stężeń białek i AA w surowicy: albuminy, prealbuminy, globuliny, lipoproteiny, białka wiążące: retinol, kortyzol, aldosteron, tyrodyne; transferyna, ceruloplazmina hemoglobina fibrynogen dopełniacz, interferon
podobne, mniej nasilone	Utrata składników mineralnych	nasilone wydalanie z moczem: N, P, K, Mg, Na, Cl
podobne, bardziej powolne obniżenie wskaźników masy białkowej  \ kreatynina w moczu dobowym	Inne zmiany biochemiczne	\ mocznik w surowicy \ N mocznika/ N całkowity w moczu ujemny bilans azotowy \ cholesterol w surowicy / związki ketonowe w surowicy \ kreatynina w moczu dobowym \ OH- Pro w moczu dobowym \ 3-CH3-His w moczu dobowym
podobne, mniej nasilone	Zaburzenia immunologiczne	upośledzona odpowiedź immunologiczna: \ odpowiedź komórkowa \ późna nadwrażliwość (anergia skórna) \ chemotaksja i migracja neutrofilów \ funkcja bakteriobójcza neutrofilów \ liczba limfocytów \ tworzenie rozet przez limfocyty T \ uwrażliwianie limfocytów na nowe Ag \ odpowiedź humoralna na nowe Ag (odp. humoralna anamnesticzna zachowana) \ produkcji wydzielniczych IgA w drogach oddechowych zakażenia oportunistyczne
bez obrzęków, poza tym podobne, mniej nasilone objawy	Zmiany tkankowe i narządowe	obrzęki odleżyny, opóźnione gojenie ran, "flaky paint" dermatitis włosy cienkie, matowe, odcinkowo odbarwione (objaw flagi), rzadkie anemia normocytowa normochromiczna \ objętość krwi, \ obj. wyrzutowa serca, \ ciśnienie tętnicze zmiany w EKG: bradykardia \ ciśnienie tętnicze, \ przepływ nerkowy i GFR hipotermia atrofia błony śluzowej przewodu pokarmowego \ objętości soku trzustkowego i zawartości enzymów hepatomegalia, stłuszczenie wątroby

Niedobory witamin dotyczą zwykle całych grup związków, które występują w tych samych produktach spożywczych, i prowadzą do wielokierunkowych zaburzeń metabolicznych wobec udziału witamin w rozmaitych funkcjach komórek:

-witamina A (retinol, retinal, 3-dehydroretinol, kwas retinowy), prowitamina A (beta- karoten i inne karotenoidy): pobudza specyficzne białkowe receptory w błonie jądrowej uczestniczy w regulacji ekspresji genów warunkujących transkrypcję, proliferację i różnicowanie komórek, oraz aktywację enzymów (np. dehydrogenazy średniołańcuchowych acylo-CoA); warunkuje prawidłowe wzrastanie i rozwój płodu i dziecka; uczestniczy w procesie widzenia (cykliczna przemiana formy cis i trans retinalu z równoległą syntezą i rozpadem rodopsyny w pręcikach i porfiropsyny w czopkach; reakcje zachodzące w pręcikach są znacznie bardziej wrażliwe na niedobór wit.A); uczestniczy w reakcjach immunologicznych typu komórkowego; istotna dla funkcji związanych z nasiloną proliferacją komórek (hematopoeza; spermatogeneza);

-witamina D (D<sub>3</sub>= cholekalcyferol, D<sub>2</sub>= ergokalciferol): jako 1,25-dihydroxycholekalcyferol stymuluje syntezę białka wiążącego wapń (Calcium Binding Protein, CBP) w nabłonku kosmków jelitowych i nasila wchłanianie Ca z jelita cienkiego, pobudza wchłanianie fosforanów z jelita, zwiększa resorpcję zwrotną Ca w dystalnych kanalikach nerkowych, aktywuje osteoblasty i osteoklasty, nasila resorpcję Ca z kości, syntezę białka osteokalcyny przez osteoblasty, tworzenie tkanki kostnej i mineralizację, pobudza proliferację chondrocytów, syntezę kolagenu; hamuje proliferację i pobudza dojrzewanie i specyficzne funkcje wielu komórek (skóry, sutka, wysp trzustkowych, wydzielniczych ślinianka, przytarczyc, mózgu, szpiku kostnego);

-witamina E ( tokoferole, tokotrienole): składnik strukturalny błony cytoplazmatycznej, antyoksydant, wymiatacz wolnych rodników, działa ochronnie na składniki błon komórkowych (zwł. PUFA),

-witamina K (K<sub>1</sub>= filochinon, K<sub>2</sub>=menachinon, K<sub>3</sub>=menadion): uczestniczy w konwersji reszt glutaminianowych białek (glu- proteiny) do gamma- karboxyglutaminianu (gla- proteiny) istotnego dla specyficznych funkcji wielu białek: czynniki krzepnięcia II (protrombina), VII, IX, X (gamma- karboxyglutaminian umożliwia wiązanie Ca i fosfolipidów), białka C i S hamujące aktywację czynników V i VIII, osteokalcyna (produkowana przez osteoblasty i odontoblasty), zdolna wiązać Ca, pobudza mineralizację, gla- proteiny w nerkach, trzustce, śledzionie, płucach, jędrach, mózgu (metabolizm sulfatydów), w blaszce miażdżycowej;

-witamina C (kwas L-askorbinowy, kwas L-dehydroaskorbinowy): silny reduktor (donor elektronów) biorący udział w większości reakcji oksydacji- redukcji we wszystkich tkankach, antyoksydant (wzmaga działanie antyoksydacyjne wit.E), kofaktor enzymów zależnych od Fe<sup>2+</sup> lub Cu<sup>2+</sup>: hydroksylaz (np. hydroksylacja Pro i Lys w prokolagenie, niezbędna do prawidłowego formowania włókien kolagenu; hydroksylacja Pro w elastynie; konwersja dopaminy do NA w neurocytach i rdzeniu nadnerczy; hydroksylacja Lys podczas syntezy karnityny, niezbędnej do transportu kwasów tłuszczowych przez błony mitochondrialne i mikrosomalne), monooxygenaz (np. monooxygenaza mikrosomalna w hepatocytach- degradacja hormonów steroidowych oraz ksenobiotyków), dioxygenaz, aminaz (np. aminacja grupy -COOH wielu hormonów, czynników uwalniających hormony, neurotransmiterów: oksytocyna, wazopresyna, ACTH, melanotropina, GHRH, kalcytonina, VIP, CCK, bombezyna, co warunkuje aktywność metaboliczną tych przekazników); redukuje Fe w świetle jelita i ułatwia jego wchłanianie;

-witamina B<sub>1</sub> (tiamina= aneuryna): pirofosforan tiaminy (TPP) jest koenzymem dla reakcji dekarboksylacji alfa- ketokwasów w przebiegu glikolizy (dekarboksylacja pirogronianu do acetylo-CoA), cyklu Krebsa (dekarboksylacja oksydacyjna alfa- ketoglutaranu do



bursztynylo-CoA), szlaku pentozofosforanowego; jako niezbędny do syntezy ACh odgrywa rolę w funkcji układu nerwowego;

-witamina B<sub>2</sub> (ryboflawina): jako składnik nukleotydów flawinowych (FMN, FAD) uczestniczy w reakcjach utleniania i redukcji w przebiegu glikolizy, łańcucha oddechowego, oksydacji kwasów tłuszczowych i aminokwasów, redukcji glutationu;

-witamina B<sub>6</sub> (pirydoksyna= pirydoksol, pirydoksal, pirydoksamina, fosforan pirydoksalu): fosforan pirydoksalu (PLP) jest koenzymem licznych reakcji metabolizmu aminokwasów (transaminacja, np. degradacja tyroksyny; dekarboksylacja, np. synteza serotoniny, adrenaliny, noradrenaliny, histaminy, GABA, lecytyny, synteza kwasu amino-lewulinowego jako wstępny etap tworzenia hemu); ponadto uczestniczy w syntezie kwasu nikotynowego z Trp;

-witamina B<sub>12</sub> (metylokobalamina, 5-dezoksyadenozylkobalamina, hydroksykobalamina, cjanokobalamina): jest koenzymem dla syntetazy metioniny (konwersja homocysteiny do Met; w tej samej reakcji powstają pochodne kwasu foliowego warunkujące syntezę tymidyny i pośrednio syntezę DNA) oraz mutazy metylomalonylo-CoA (izomeryzacja metylomalonylo-CoA do bursztynylo-CoA; katabolizm kwasu propionowego i innych kwasów tłuszczowych o nieparzystej liczbie atomów C);

-kwas foliowy (kwas 5-metylo-, 5,10- metyleno-, 5-formimino-, 10-formylo-tetrahydropteroilglutaminowy): jako donor grup -CH<sub>3</sub> jest koenzymem dla wielu reakcji metabolizmu aminokwasów (przemiana Ser do Gly, homocysteiny do Met, z udziałem wit. B<sub>12</sub>), syntezy nukleotydów purynowych i pirymidynowych oraz kwasów nukleinowych, w reakcjach metylacji tRNA;

-witamina B<sub>3</sub>, PP (niacyna= kwas nikotynowy): amid kwasu nikotynowego jako składnik dinukleotydu nikotynamidoadeninowego (NAD, NADP) stanowi koenzym reakcji utleniania i redukcji (np. dehydrogenaza alkoholowa, dehydrogenaza kwasu glutaminowego, dehydrogenaza glicerolaldehydu), epimeryzacji, aldolizacji; w organizmie ludzkim kwas nikotynowy może być syntetyzowany z Trp;

-witamina H (biotyna): jest kofaktorem dla reakcji karboksylacji (acetylo-CoA, propionylo-CoA, pirogronianu) kluczowych dla cyklu Krebsa, glukoneogenezy, syntezy Asp i Glu, syntezy i elongacji kwasów tłuszczowych;

-kwas pantotenowy: fosforan kwasu pantotenowego jako składnik CoA uczestniczy w wielu reakcjach metabolicznych;

Dla zaburzeń stanu odżywienia w zakresie wymienionych składników odżywczych charakterystyczne są następujące zmiany:

Składnik odżywczy	Niedobór	Nadmiar
-------------------	----------	---------

wit. A, retinol	metaplazja naskórka i nab <sup>3</sup> onka b <sup>3</sup> on œuluzowych (drogi oddechowe, p. pokarmowy, uk <sup>3</sup> ad moczowo- p <sup>3</sup> ciowy), nadmierne rogowacenie skóry (xerosis), rogowacenie mieszkowe, zanik komórek kubkowych spojówki ga <sup>3</sup> kowej, nadmierne rogowacenie nab <sup>3</sup> onka spojówki ga <sup>3</sup> kowej i rogówki (xerophthalmia), plamki œuluzowe plamki Bitota, zmêtnienie rogówki, rozmiêkanie rogówki (martwica rozp <sup>3</sup> ywna), owrzodzenie, przebicie, œelepota zmierzchowa, os <sup>3</sup> abienie smaku (hypogeusia), os <sup>3</sup> abienie wêchu (hypoosmia)	przewlek <sup>3</sup> e: draŹliwoœæ, ból g <sup>3</sup> owy, anorexia, sucha skóra, œwi <sup>1</sup> d, wypadanie w <sup>3</sup> osów, hepatosplenomegalia, bóle kostno- stawowe, efekt teratogeny ostre: sennoœæ, ból g <sup>3</sup> owy, wymioty, / ciœnienie œródczaszkowe, tarcza zastoinowa, masywne <sup>3</sup> uszczenie skóry, hyperkarotenaemia powoduje podŹó <sup>3</sup> cenie skóry (bez bia <sup>3</sup> kówek), niezszkodliwa;
wit. D <sub>3</sub> cholekalcyferol	krzywica, opóŹnienie wzrastania u dzieci, anemia, podatnoœæ na zakaŹenia (zw <sup>3</sup> . uk <sup>3</sup> adu oddechowego), osteomalacja u doros <sup>3</sup> ych, tkliwoœæ koœci (zw <sup>3</sup> . Źeber, barków, bioder, krêgos <sup>3</sup> upa), *predyspozycja: wegetarianizm, ma <sup>3</sup> a ekspozycja na œwiat <sup>3</sup> o s <sup>3</sup> oneczne	hyperkalcemia, kamica moczowa, têŹyczka, drgawki, zmiany w EKG,
Vit. E tokoferol	miopatia, neuropatia, martwica w <sup>1</sup> troby, anemia hemolityczna	przy spoŹyciu pow. 3200 IU/dziennie rzadko: bolesnoœæ piersi, os <sup>3</sup> abienie miêœni, zaburzenia Źo <sup>3</sup> dkowo- jelitowe, zaburzenia emocjonalne; nasilenie zaburzeŹ krzepniêcia spowodowanych niedoborem wit. K;
witamina K	skaza krwotoczna (zw <sup>3</sup> . u noworodków w 3- 8 tyg.Ź.: krwawienie œródczaszkowe); *predyspozycja: antybiotykoterapia (zniszczenie jelitowej flory bakteryjnej)	hemoliza, Źó <sup>3</sup> taczka, uszkodzenie w <sup>1</sup> troby (u noworodków); zwiêkszone ryzyko epizodu wieŹcowego, Źylno- zakrzepowego
witamina C kw. askorbinowy	gnilec: wybroczyny podskórne (petechiae), krwawienie oko <sup>3</sup> omieszkowe/ przyw <sup>3</sup> oœne, krwawienie z b <sup>3</sup> ony maziowej do jam stawów, krwawienie do m. sercowego, do mózgu (uszkodzenie b <sup>3</sup> ony podstawnej kapilar); zapalenie dzi <sup>1</sup> se <sup>3</sup> (dzi <sup>1</sup> s <sup>3</sup> a, zw <sup>3</sup> . brodawki miêdzyŹêbowe, obrzêkniête, g <sup>1</sup> bczaste, krwawi <sup>1</sup> ce), bezzêbie; z <sup>3</sup> amania patologiczne (upoœledzenie tworzenia matrix koœci, chrz <sup>1</sup> stki, zêbiny), osteoporoza; utrudnione gojenie ran, *predyspozycja: niskie spoŹycie œwieŹych warzyw i owoców, palacze tytoniu (nadmiar wolnych rodników, nasilone zuŹycie wit.C), naduŹywanie alkoholu (alkohol obniŹa wch <sup>3</sup> anianie wit.C)	kamica moczowa (kamienie szczawianowe; kwas askorbinowy jest wydalany z moczem w postaci niezmienionej oraz jako szczawian),

wit. B <sub>1</sub> , tiamina	beri- beri: forma "mokra": postępuj¹ce os³abienie, dusznoœæ, obrzêki, kardiomiopatia, kardiomegalia, niewydolnoœæ kr¹¿enia z / obj. wyrzutow¹, / amplituda cieniienia têt.; forma "sucha": postępuj¹ca polineuropatia, zaniki miêœni; forma zwi¹zana z alkoholizmem: neuropatia sensoryczna i motoryczna, parestezje, zaniki miêœni; encefalopatia Wernicke'go: pora¿enie miêœni oko³oga³kowych, oczopl¹s poziomy, martwica w³ókien mielinowych, ataxia; psychoza Korsakoff'a: dezorientacja, amnezja, konfabulacje *predyspozycja: alkoholizm (alkohol hamuje aktywne wch³anianie wit.B <sub>1</sub> w j.cienkim)	bóle g³owy, bezsennoœæ, dra¿liwoœæ, œwi'd skóry, os³abienie, nudnoœci, ataxia (przy dawkach parenteralnych 400x przewy¿szaj¹cych zalecane spo¿ycie lub d³ugotrwa³ym spo¿yciu ponad 3g/dobê))
wit. B <sub>2</sub> ryboflawina	nasilony ³ojotok skóry twarzy, zw³. fa³dów nosowo- wargowych, ³ojotokowe zapalenie skóry twarzy i szyi, zapalenie warg i k¹tów ust, zapalenie jêzyka, neuropatia obwodowa, anemia hypoplastyczna, *predyspozycja: hypotyreoza (zmniejszona konwersja ryboflawiny do FMN), cukrzyca (nasilone wydalanie wit.B <sub>2</sub> z moczem)	nieznane
wit. B <sub>6</sub> pirydoksyna	zapalenie jêzyka, warg i k¹tów ust, neuropatia obwodowa, anemia syderoblastyczna, *predyspozycja: PAS, izoniazyd INH, penicylamina (wi¹¿¹ PLP)	neuropatia czuciowa d³oni i stóp (przy dawkach 100- 200mg/dobê przewlekle)
wit. B <sub>12</sub> kobalamina	os³abienie, zapalenie jêzyka, biegunka, anemia megaloblastyczna; parestezje d³oni i stóp, zaburzenia czucia po³o¿enia i wibracji, ataxia (gromadzenie kwasów t³. C15, C17 i rozga³êzionych w tk. nerwowej, degeneracja w³ókien mielinowych pêczków grzbietowych i bocznych rdzenia krêgowego); *predyspozycja: wegetarianizm, paso¿yty jelitowe, nadmierny rozwój jelitowej flory bakteryjnej (zu¿ycie wit.B <sub>12</sub> ), PAS, biguanidy, neomycyna, kolchicyna, potas, alkoholizm (upoœledzone wch³anianie), anemia "z³oœliwa"	nieznane

kw. foliowy	anemia megaloblastyczna; niedobór u cięższej: wady rozwojowe cewy nerwowej p <sup>3</sup> odu, *predyspozycja: bia <sup>3</sup> aczka, anemia hemolityczna, ci <sup>1</sup> ła mnoga (prolifracja komórek, wzmożone zużycie), sulfasalazyna (obniża wch <sup>3</sup> anianie folianów), fenylhydantoina, alkoholizm	drgawki u chorych na padaczkę
wit. PP, niacyna	pellagra (3D): dermatitis, diarrhoe, dementia; rumień, œwi <sup>1</sup> d, obrzêk skóry nieos <sup>3</sup> oniêtej od œwiat <sup>3</sup> a, drażnionej mechanicznie, owrzodzenia, <sup>3</sup> uszczenie, przebarwienia, nudnoœci, bóle w nadbrzuszu, biegunka, zap. warg i k <sup>1</sup> tów ust, zap. jêzyka, zap. pochwy, lêk, depresja, drżenia, parestezje stóp, wygórowane odruchy œciêgniste, zaburzenia czucia po <sup>3</sup> ożenia i wibracji; *predyspozycja: niedobór witamin B <sub>2</sub> lub B <sub>6</sub> (obniża synteza kwasu nikotynowego z Trp), carcinoid (nadmierna konwersja Trp do serotoniny)	uderzenia krwi do g <sup>3</sup> owy, wzmożone wydzielanie $\text{Ca}^{2+}$ dkowe, uszkodzenie w <sup>1</sup> troby
wit. H, biotyna	os <sup>3</sup> abienie, nudnoœci, brak <sup>3</sup> aknienia, bezsennoœæ, depresja, bóle miêœni, przeczulica, parestezje, sucha skóra, nadmierne z <sup>3</sup> uszczanie naskórka, <sup>3</sup> ysienie, zanik brodawek jêzykowych, anemia, hypercholesterolemia, *predyspozycja: spożywanie w nadmiarze surowych jaj (bia <sup>3</sup> ko awidyna wi <sup>1</sup> ła biotyne, obniża wch <sup>3</sup> anianie)	nieznane przy dawkach do 10mg/dobę
kw. pantotenowy	parestezje (pieczenie stóp)	nieznane przy dawkach do 10g/dobę

### Badania laboratoryjne:

- bezpoœrednie- pomiary stêżenia sk<sup>3</sup>adników odżywczych lub ich metabolitów w p<sup>3</sup>ynach ustrojowych (surowica, mocz) lub w komórkach; np. *elektroforeza bia<sup>3</sup>ek*;

- poœrednie-

# pomiary stêżeń sk<sup>3</sup>adników chemicznych lub aktywnoœci enzymów zależnych od wysycenia tkanek specyficznymi sk<sup>3</sup>adnikami odżywczymi, w surowicy lub komórkach; np. *próba wysyceniowa (po jednorazowym podaniu dużej dawki sk<sup>3</sup>adnika odżywczego tym wiêksza jej czêœæ zostaje zatrzymana w ustroju, a mniejsza wydalona i oznaczona w moczu, im niêsze by<sup>3</sup>o na wejœciu wysycenie tkanek tym sk<sup>3</sup>adnikiem; próba obci<sup>1</sup>zeniowa (ocena aktywnoœci enzymu w oparciu o pomiar iloœci/ stêżenia produktu reakcji enzymatycznej po podaniu okreœlonej dawki substratu dla tej reakcji, np. stêżenie kwasu ksanturenowego po obci<sup>1</sup>zeniu Trp œwiadczy o aktywnoœci i odżywieniu wit. B<sub>6</sub>)*;

# pomiary zależnych od odżywienia specyficznymi sk<sup>3</sup>adnikami odżywczymi efektów fizjologicznych; np. *morfologia, Ht, Hb, Schilling*,

Zalety: umoŹliwia diagnozê niedoboru pokarmowego w okresie wczesnym (utajonym lub potencjalnym); materia<sup>3</sup> do wiêkszoœci badañ <sup>3</sup>atwo dostêpny;

Wady: wysoki koszt, konieczne wyposażenie laboratoryjne, specjalistyczna aparatura, ma³a dostêpnoœæ niektórych badañ, inwazyjne pobieranie materia³u (do wiêkszoœci badañ).

Wyniki badañ laboratoryjnych stosowane w ocenie stanu od³ywienia wybranymi sk³adnikami od³ywczymi:

Sk³. od³.	Niedobór	Nadmiar
wit. A retinol	\ retinol w sur. <20ug/dL, <0.7uM/L; \ retinol w w¹trobie <20mg/g, <0.07uM/g; wyd³u¿ony czas adaptacji do ciemnoœci	/ w sur. >50ug/dL, >1.75uM/L
wit. D cholekalcyferol	/ fosfataza alk. w sur. >15 j.King-Armstrong/dL; \ 25-OH-cholekacyferol w sur.; \ Ca x P w sur. <40mg/dL	hyperkalciuria
wit. E tokoferol	\ tokoferol w sur.; / CPK w sur.; \ opornoœæ erytrocytów w rozcieñczonym H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ,	rzadko: \ T <sub>3</sub> , T <sub>4</sub> w sur.;
wit. K	/ czas krzepniêcia	\ czas krzepniêcia
wit. C kw. askorbinowy	\ wit.C w leukocytach (najlepszy wskaŹnik wysycenia tkanek) <7mg/dL, w krwi pe³nej lub w surowicy (wskaŹnik spo¿ycia w ostatniej dobie) <0.2mg/dL, w moczu; anemia normo- lub megaloblastyczna	hyperoksaluria; hemoliza u osobników z niedoborem dehydrogenazy G-6-P w erytocytach; fa³szywie ujemny wynik badania ka³u na krew utajon¹, fa³szywie ujemny wynik testu paskowego na glikozuriê
wit. B <sub>1</sub> tiamina	\ tiamina w surowicy, \ tiamina w moczu, \ aktywnoœæ transketolazy w erytrocytach (erythrocyte transketolase assay, ETKA), // ETKA o ponad 20% wartoœci wyjœciowej po podaniu pirofosforanu tiaminy; kwasica metaboliczna (retencja mleczanu i pirogronianu)	nieznane
wit. B <sub>2</sub> ryboflawina	\ ryboflawina w erytrocytach, w moczu; \ aktywnoœæ reduktazy glutationu w erytrocytach (erythrocyte glutathione reductase, EGR)	nieznane
wit. B <sub>6</sub> pirydoksyna	\ fosforan pirydoksalu (PLP) w surowicy <5ng/mL, \ PLP w moczu; // wydalenie kwasu ksanturenowego w moczu po obci¹¿eniu Trp	/ PLP w surowicy
wit. B <sub>12</sub> kobalamina	\ kobalamina w surowicy < 200pg/mL; / glukoza, Gly, kwas metylomalonowy, homocysteina w surowicy; kwasica metaboliczna; / kwas metylomalonowy w moczu; anemia megaloblastyczna, nadmierna segmentacja j¹der neutrofilów,	brak dzia³ania toksycznego przy dawkach do 1000ug/dobê
kwas foliowy	\ kw.foliowy w surowicy <3ng/mL, \ kw.foliowy w erytrocytach <160ng/mL, anemia megaloblastyczna, nadmierna segmentacja j¹der neutrofilów,	/ kw.foliowy w erytrocytach
wit. PP, niacyna	\ N-metylonikotynamid w moczu <0.5mg/g kreatyniny;	nie stosowane

wit. H, biotyna	\ biotyna w krwi pe <sup>3</sup> nej <0.22ug/mL, \ biotyna w moczu < 6ug/dobê	nie stosowane
kwas pantotenowy	\ kwas pantotenowy w surowicy <100ug/dL; \ kw. pantotenowy w moczu <1mg/dobê	nie stosowane

**Pomiary antropometryczne:** s<sup>1</sup> podstaw<sup>1</sup> do oceny kilku elementów:

- rozmiary i proporcje cia<sup>3</sup>a,
- zmiennoœæ czasowa masy cia<sup>3</sup>a,
- sk<sup>3</sup>ad tkankowy, bez<sup>3</sup>uszczowa masa cia<sup>3</sup>a (LBM), tkanka t<sup>3</sup>uszczowa,
- rozmieszczenie tkanki t<sup>3</sup>uszczowej w ciele,
- przebieg wzrastania, rozwoju i dojrzewania dzieci i m<sup>3</sup>odzie<sup>3</sup>y.

Zalety: nieinwazyjne, szczególnie wartocciowe w monitorowaniu rozwoju oraz postêpów leczenia zaburzeñ stanu od<sup>3</sup>zywienia;

Wady: wymaga specjalistycznego sprzêtu, wykwalifikowanego personelu, umo<sup>3</sup>liwia ocenê stanu od<sup>3</sup>zywienia energetyczno- bia<sup>3</sup>kowego, nie uwzglêdniaj<sup>1</sup>c innych sk<sup>3</sup>adników od<sup>3</sup>zywczych.

Podstawowe pomiary s<sup>1</sup>u<sup>3</sup>u<sup>3</sup>ące ocenie rozmiarów cia<sup>3</sup>ła to pomiar masy i wysokoœci. Masa cia<sup>3</sup>ła jest mierzona na wadze lekarskiej, badany jest nago lub w bieli<sup>3</sup>źnie. Wysokoœć cia<sup>3</sup>ła mierzona jest antropometrem w pozycji stojącej badanego, bez obuwia, od pod<sup>3</sup>ł<sup>3</sup>o<sup>3</sup>ża do szczytu g<sup>3</sup>łowy, która ułożona jest tak, by płaszczyzna frankfurcka przebiegała poziomo (płaszczyzna pozioma frankfurcka- prostopadła do płaszczyzny œrodkowej cia<sup>3</sup>ła płaszczyzna przechodząca przez punkty orbitale- najni<sup>3</sup>ższy punkt na dolnej krawêdzi lewego oczodołu i tracion- miejsce, gdzie górna krawêdz guzka ucha styka siê z nasadą ucha, na poziomie wciêcia przedniego ucha).

Rzeczywistą/ aktualną masę cia<sup>3</sup>ła oceniamy porównując do nale<sup>3</sup>żnej/ po<sup>3</sup>żądaney, wyliczając **wzglêdną m.c.**= (m.c.aktualna/ m.c.nale<sup>3</sup>żna) x 100%; jej wartoœci s<sup>1</sup> klasyfikowane nastêpująco:

- 90-110%- prawidłowe,
- 110- 120%- wskazujące na nadwagê,
- ponad 120%- otyłość, ponad 140%- na otyłość olbrzymia;
- 90- 80%- wskazujące na niedo<sup>3</sup>żywienie,
- 80- 70%- umiarkowane niedo<sup>3</sup>żywienie,
- poni<sup>3</sup>żej 60%- g<sup>3</sup>łębokie niedo<sup>3</sup>żywienie, uwi<sup>3</sup>ad, marasmus.

Jako masę cia<sup>3</sup>ła nale<sup>3</sup>żną traktuje siê tak<sup>1</sup> jej wartoœć, która ma optymalne skutki zdrowotne, wi<sup>3</sup>azuje siê z najd<sup>3</sup>łu<sup>3</sup>ższym œrednim okresem prze<sup>3</sup>życia i nisk<sup>1</sup> chorobowoœci<sup>1</sup>; jest to wiêc przedzia<sup>3</sup>ł wartoœci m.c. wyznaczony na podstawie bada<sup>3</sup>ñ epidemiologicznych. Pierwszym wiarygodnym Źródłem informacji na ten temat by<sup>3</sup>ły tablice opublikowane w 1949 r., a nastêpnie weryfikowane w latach 1959, 1983, przez Metropolitan Life Insurance Company w USA. Firma ta przy okazji ubezpieczenia na życie zebrala dane dot. masy i wysokoœci cia<sup>3</sup>ła od ok. 5 mln ludzi, których wymieralnoœć mogła nastêpnie obserwować. Zanotowano (i potwierdzono w nastêpnych badaniach innych autorów) wyra<sup>3</sup>żn<sup>1</sup> zale<sup>3</sup>żnoœć miêdzy umieralnoœci<sup>1</sup> a mas<sup>1</sup> cia<sup>3</sup>ła przyjmuj<sup>1</sup>ac<sup>1</sup> ksztalt krzywej J lub U; najni<sup>3</sup>ższa umieralnoœć jest obserwowana w grupach ludnoœci o przecietnej masie cia<sup>3</sup>ła, natomiast narasta przy skrajnych wartoœciach, przy czym otyli umieraj<sup>1</sup> najczęściej z powodu nadciœnienia têtniczego, choroby niedokrwiennej serca, udaru mózgu, cukrzycy typu 2, natomiast wychudzeni- z powodu nowotworów Źołądka, oskrzela, chorób obturacyjnych ukł<sup>3</sup>adu oddechowego, gru<sup>3</sup>źlicy. Stworzone tablice stanowiły przez lata podstawę okreœlania **nale<sup>3</sup>żnej m.c.** (w 3 grupach zale<sup>3</sup>żnie od typu budowy- mocna, œrednia, sła<sup>3</sup>ba), mimo, że stawiano zarzuty dotycz<sup>1</sup>ące niedostatecznej reprezentatywnoœci grupy badanej- ludzie, którzy

zdecydowali się na wykupienie ubezpieczenia bardziej dbają o zdrowie, prowadzą korzystniejszy tryb życia, mają lepszy stan zdrowia, niższą m.c., dłuższe przewidywane przeżycie niż ogół populacji. Jednak w oparciu o powyższe dane, znając wyniki starano się wyprowadzić wzory matematyczne, które pozwoliłyby wyliczyć m.c. należną zgodną z wartościami z tablic. Większość stosowanych w przeszłości wzorów na wyliczenie należnej masy ciała okazała się niewłaściwa ze względu na zbyt łagodne kryteria zawyżające należną m.c., np.:

wzór Broca:  $m.c.nal. = wys.c.[cm] - 100$ ;

wzór Broca-Brugscha:  $m.c.nal. = wys.c.[cm] - 100$  (dla wys.155-164),  
 -105 (dla wys.165-174),  
 -110 (dla wys.175-185).

Obecnie zaleca się następujące wzory opracowane będące modyfikacją wzoru Broca wg Lorantza dla młodszych grup wiekowych oraz Pattona i Tatonia dla starszych:

$m.c. nal.[kg] = wys.c.[cm] - 100 - (wys.c.[cm] - 150) / 4$  dla mężczyzn w wieku 20-40 lat,  
 $wys.c.[cm] - 100 - (wys.c.[cm] - 150) / 2$  dla kobiet jw.,  
 $wys.c.[cm] - 100 - (wys.c.[cm] - 150) / 20$  dla mężczyzn w wieku 40-60 lat,  
 $wys.c.[cm] - 100 - (wys.c.[cm] - 150) / 40$  dla kobiet jw.

Innym sposobem oceny masy ciała jest odniesienie jej do wysokości osoby badanej przez wyliczenie wskaźnika wagowo- wzrostowego. **Wskaźniki wagowo- wzrostowe** informujące w sposób podstawowy o proporcji masy i wysokości ciała stosowane były od wielu lat, stąd mnogość wzorów, wg których je wyliczano:

$wsk.Queteleta = m.c.[g] / wys.c.[cm]$ ;

$wsk.Queteleta-Boucharda = m.c.[kg] \times 10 / wys.c.[cm]$ ;

$wsk.Queteleta-Kaup-Davenporta = m.c.[kg] \times 1000 / wys.c.[cm]^2$ ;

$wsk.Dugdale'a = m.c.[kg] \times 1000 / wys.c.[cm]^{1,6}$ ;

$wsk.Rohrera = m.c.[kg] \times 10^5 / wys.c.[cm]^3$ .

Wymienione wzory mają obecnie w większości znaczenie historyczne.

Spośród licznych wskaźników wagowo- wzrostowych obecnie WHO zaleca posługiwanie się wskaźnikiem **Body Mass Index** (zaproponowanym przez Keys'a w 1972 r.) wyliczanym wg wzoru:

$BMI = m.c.[kg] / (wys.c.[m])^2$ ,

na podstawie wyników badań wskazujących na najlepszą jego korelację z rzeczywistą zawartością tłuszczu w ciele. Dużą bazę danych dla oceny BMI stanowiły pomiary reprezentatywnej grupy populacji USA prowadzone przez National Center for Health Statistics w trakcie spisów ludności w ciągu 20 lat obejmujące ok. 20 tys. ludzi, opublikowane w 1983r. Po wyliczeniu BMI dla każdego badanego i wykonaniu rozkładu normalnego BMI wyznaczono arbitralnie przedział między 15 a 85 centylem rozkładu w grupie wieku 20-29 lat jako prawidłowy, uznając tym samym wartości powyżej 85c za oznaczające nadwagę, powyżej 95c- otyłość. Poziom 85c odpowiadał wartości BMI 27,8 u mężczyzn, 27,3 u kobiet. Obserwacje populacji wykazują zjawisko powolnego przyrastania masy ciała z wiekiem, co jako bardzo powszechne zostało uznane za normalne; na tej podstawie zaproponowano referencyjne przedziały BMI wzrastające w kolejnych grupach wiekowych, jak niżej (Build and Blood Pressure Study, Andres 1985; Waaler 1984):

Wiek [lata]	BMI [kg/m <sup>2</sup> ]
19- 24	19- 24
25- 34	20- 25

35- 44	21- 26
45- 54	22- 27
55- 65	23- 28
>65	24- 29

Obserwowany powszechnie przyrost m.c. odbywa się przez powiększanie zawartości tłuszczu kosztem beztłuszczowej m.c., świadczy więc o stopniowo rozwijającej się otyłości i należy uznać go za zjawisko niepożądane. Ponadto w badaniach prospektywnych stwierdzono jednak, że najmniejsze ogólne ryzyko zdrowotne, minimalne wskaźniki umieralności ogólnej reprezentują grupy o średnim BMI nie przekraczającym 25 (w przedziale 22-25, Garrow 1981). Dlatego nadal, zgodnie z zaleceniem WHO, przyjmuje się wartość BMI równą 25 za górną granicę przedziału wskazującego na prawidłowy stan odżywienia niezależnie od wieku osoby badanej. "Szttywna" klasyfikacja BMI zalecana przez WHO:

BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	Ocena masy ciała
<17,0	
17,0- 18,4	niedożywienie
18,5- 24,9	prawidłowa
25,0- 29,9	nadwaga
30,0- 39,9	otyłość
>40,0	otyłość olbrzymia

Badania epidemiologiczne wskazują, że nie tylko skrajne wartości, ale również **fluktuacja masy ciała** zwiększa ryzyko zdrowotne. W grupach osób, które w długofalowej obserwacji wykazały podobną początkową i końcową m.c., ale w trakcie okresu obserwacji naprzemiennie traciły na wadze i przybierały, stwierdzono wyższą umieralność niż wśród osób o stałej m.c. Wahania masy ciała u osoby dorosłej nie powinny przekraczać 10% wyjściowej (prawidłowej) wartości. .

Pomiary jedynie masy i wysokości ciała nie mogą być pewną i jedyną podstawą rozpoznania niedożywienia lub otyłości, w przypadku granicznych wartości nie pozwalają bowiem na określenie, jakiej tkanki dotyczą zmiany powodujące zaburzenie proporcji masy i wysokości ciała; przyrost masy ciała może wynikać ze zwiększenia ilości tkanki tłuszczowej, ale również zawartości wody, masy mięśniowej, tkanek mięszowych, jakkolwiek procentowy udział innych składowych ciała nie wzrasta nigdy w takim stopniu, by prowadzić do błędnego rozpoznania otyłości, ponadto objawy przedmiotowe pozwalają zwykle odróżnić takie sytuacje, np. obrzęki, wodobrzusze. Np. znajdując u badanego pacjenta m.c. w przedziale 85- 95c rozkładu m.c. w jego grupie wiekowej lub BMI ok. 27, nie można być pewnym, że to tkanka tłuszczowa odpowiada za ten nadmiar; konieczne jest rozróżnienie poszczególnych przedziałów tkankowych organizmu, określenie bezwzględnych wartości tłuszczowej i beztłuszczowej masy ciała lub ich udziału procentowego w całkowitej m.c. Istnieje szeroki wybór pośrednich, przyżyciowych **metod różnicowania tłuszczowej i beztłuszczowej masy ciała**:

\***Pomiary antropometryczne**: wartość każdej cechy można odnieść do rozkładu centylowego w odpowiednie grupie płci i wieku; dysponując wartościami 4 fałdów skórno- tłuszczowych można wyliczyć gęstość ciała i procentową zawartość tłuszczu

\***Impedancja bioelektryczna**: pomiar oporności ciała dla przepływu prądu elektrycznego (stałego niskonapięciowego z baterii); im wyższa zawartość tłuszczu, tym większa oporność; pozwala oszacować ilość tłuszczu, beztłuszczowej m.c., wody w ustroju.



\*Ważenie hydrostatyczne: po zważeniu osobnika w powietrzu, a następnie zanurzonego w wodzie, na podstawie różnicy ciężaru wylicza się gęstość ciała (ciężar właściwy), która jest ujemnie skorelowana z zawartością tłuszczu (im bardziej bogatotłuszczowa tkanka, tym lżejsza).

\*Metody obrazowe: RTG, USG, CT, MNR pozwalają uwidocznąć przekroje części ciała, np. ramienia, jamy brzusznej, na których dokonuje się pomiaru grubości poszczególnych przedziałów tkankowych.

\*Hydrometria (metoda rozcieńczenia): pozwala określić całkowitą zawartość wody w ustroju (Total Body Water, TBW) oraz beztłuszczową m.c.; po podaniu określonej ilości środka chemicznego bada się jego stężenie w surowicy lub moczu, wylicza objętość rozpuszczalnika (TBW), co przy założeniu, że LBM zawiera 73,2% wody (u dorosłego), pozwala obliczyć jej masę. Odejmując LBM od m.c. uzyskujemy masę tkanki tłuszczowej w ciele.

\*Rejestracja promieniowania potasu  $^{40}\text{K}$ : w masie potasu  $^{39}\text{K}$  znajduje się niewielka naturalna domieszka radioaktywnego  $^{40}\text{K}$ , którego zawartość jest badana licznikiem wrażliwym na słabe promieniowanie; K występuje obficie w komórkach zwł. beztłuszczowej m.c. stąd proporcjonalna do LBM.

Najprostszą i powszechnie stosowaną metodą jest pomiar **grubości fałdów skórno-tłuszczowych**; około 50% tłuszczu zawartego w ciele człowieka mieści się w tkance podskórnej. Przyjmuje się, że grubość skóry jest na tyle mało zmienna, że nie wpływa na wynik pomiaru fałdu. Powszechne wykorzystanie pomiarów fałdów sk.-tł. w ocenie stanu odżywienia energetycznego jest możliwe dzięki stwierdzeniu wysokiej korelacji między zawartością tłuszczu określoną na ich podstawie a ocenianą innymi metodami.

Ustalono wykonywać pomiary grubości fałdów skórno-tłuszczowych w następujących punktach:

- 1) nad mięśniem trójgłowym ramienia w połowie odległości między wyrostkiem barkowym łopatki a wyrostkiem łokciowym k. łokciowej, pionowo,
  - 2) nad m. dwugłowym ramienia na tej samej wysokości, pionowo,
  - 3) na grzbiecie tuż poniżej dolnego kąta łopatki, skośnie,
  - 4) nad grzebieniem k.biodrowej w linii pachowej przedniej, skośnie,
  - 5) nad pachową krawędzią mięśnia piersiowego większego, skośnie,
  - 6) na bocznej ścianie klp w linii pachowej środkowej na poziomie X żebra, poziomo,
  - 7) na brzuchu w 1/4 odległości między pępkiem a kołcem biodrowym przednim górnym, skośnie,
  - 8) nad mięśniem szerokim uda bocznym,
  - 9) na kolanie ponad rzepką, pionowo,
  - 10) na tylnej powierzchni podudzia tuż poniżej dołu podkolanowego, pionowo,
  - 11) na policzku 1-2cm do przodu od guzka ucha, do tyłu od poduszki tłuszczowej, poziomo,
  - 12) na podbródku poniżej żuchwy, w połowie między bródką a chrząstką tarczową, pionowo.
- Pomiary fałdów wykonuje się po mniej aktywnej stronie ciała (po lewej u osób praworęcznych) fałdomierzem typu Holtain, Lange lub Harpenden, o stałym nacisku końcówek mierzących  $10\text{g/mm}^2$ , z dokładnością do 0,1mm. Wyniki pomiarów oceniamy w odniesieniu do rozkładu centylowego wartości odpowiednich grubości w odnośnej grupie płci i wieku, uznając za prawidłowe wartości mieszczące się w przedziale 15- 85c. Znając sumę grubości kilku fałdów (minimum pomiaru: fałdy wymienione w punktach 1-4) można oszacować procentową zawartość tłuszczu w organizmie wg wzoru Piechaczka:

$F [\%] = -8,948988 + 0,044703 \log \text{tric} + 0,0628201 \log \text{klp} + 0,027324 \log \text{łyd}$  dla mężczyzn,  
 $F [\%] = -12,770968 + 0,014611 \log \text{tric} + 0,102559 \log \text{klp} + 0,060924 \log \text{łyd}$  dla kobiet,

gdzie: trc, klp, łyd- grubości fałdów sk.-tł. odpowiednio nad m. trójgłowym, nad m. piersiowym większym, na podudziu, w mm.

W ciele noworodka tłuszcz stanowi przeciętnie 12% m.c., w 1-szym roku życia zawartość ta rośnie do ok. 30%, po czym spada- do ok. 18% w 10 rż. W okresie pokwitania nadal nieco obniża się u chłopców (obserwuje się często krótkotrwały przedpokwitaniowy przyrost tkanki tłuszczowej), a wydatnie wzrasta u dziewczynek; w efekcie 18- 20 letni mężczyźni posiadają przeciętnie 15-18% tłuszczu, a kobiety 20- 25%. W ciele prawidłowo odżywionej osoby dorosłej zawartość tłuszczu powinna mieścić się w granicach: 5- 20% u mężczyzny, 15- 30% u kobiety.

W przypadku rozpoznania nadwagi lub otyłości ważne jest określenie **dystrybucji tkanki tłuszczowej** w ciele. Dominujące gromadzenie tłuszczu w obrębie jamy brzusznej prowadzi do otyłości centralnej (brzuszej, androidalnej, typu "jabłko"), która przebiega z nasilonymi zaburzeniami metabolicznymi (hyperinsulinemia, hyperlipidemia), jest udowodnionym czynnikiem ryzyka ChNS, udaru mózgu, cukrzycy typu 2, oraz kojarzy się z podwyższoną śmiertelnością ogólną. Mniejsze ryzyko niesie otyłość obwodowa (pośladkowo-udowa, gynoidalna, typu "gruszka"). Najprostszy wskaźnik różnicujący te dwa typy otyłości jest proporcja obwodu talii do obwodu bioder (WHR, waist/hip ratio, AGR, abdominal/gluteal ratio), którego wartości przewyższające 1,0 u mężczyzny lub 0,8 u kobiety uprawniają do rozpoznania otyłości brzusznej.

**O c e n a s p o s o b u   ż y w i e n i a :** d'łży do określenia stopnia zgodności między podaż' sk'adników odżywczych i energii a zapotrzebowaniem badanej osoby.

Metody jakościowe dostarczają' następuj'cych danych:

- rodzaje produktów spożywczych dominuj'cych w diecie badanej osoby,
- Źród'a produktów spożywczych,
- metody przechowywania produktów,
- sposoby obróbki kulinarnej produktów spożywczych,
- czêstoœæ spożycia poszczególnych produktów,
- iloœæ posi'ków dziennie, czas i miejsce konsumpcji, d'ugooœæ przerw międzyposi'kowych,
- sezonowe zmiany w doborze produktów spożywczych.

Metody ilościowe oprócz ww informacji pozwalają' poznać:

- iloœci produktów żywnościowych spożywanych dziennie,
- iloœci sk'adników odżywczych (wyliczone z zastosowanie tabel sk'adu i wartoœci odżywczej produktów).

Zalety: badanie umoŹliwia wykrycie dysproporcji podaŹ/ zapotrzebowanie na kaŹdym etapie niedoboru lub nadmiaru, rozpoznanie pacjenta z ryzykiem zaburzeñ stanu odżywienia, potwierdzenie diagnozy i t'a choroby odżywieniowej,

Wady: czasoch'onne i pracoch'onne, wymaga wykwalifikowanego personelu, metody analityczne s' kosztowne i wymagają' zaplecza laboratoryjnego.

### **Metody wywiadowcze:**

**Wywiad 24-godzinny** (24-hour recall): badany podaje wszystkie potrawy, napoje, przek'ski spoŹyte w ci'gu doby poprzedzaj'cej badanie; iloœci produktów i potraw ustalane s' z pomoc' fotografii lub modeli.

Ze wzglêdu na codzienn' zmiennoœæ spoŹycia dla uzyskania wywiadu reprezentatywnego dla rzeczywistego dziennego spoŹycia badanej osoby zaleca siê powtórzenie wywiadu 24-godzinnego w ci'gu minimum 7 kolejnych dni.

**Historia Źywienia** (Diet history): badany podaje przecie'tne spoŹycie produktów i potraw celem skonstruowania 3-7- dniowego reprezentatywnego modelu spoŹycia.

**Częstość spożycia** (Food Frequency Questionnaire, FFQ): badany podaje, jak często w ciągu dnia, tygodnia lub miesiąca spożywa produkty z prezentowanej mu listy.

### **Metody rejestracji:**

**Zapis jadłospisu** (Menu record): badany notuje produkty i potrawy spożywane w ciągu 7- 10 dni podając ich ilości w miarach domowych lub jako proporcje modeli/ fotografii produktów i potraw o znanej masie.

**Rejestracja wagowa** (Weighed record): badany waży i notuje masę: spożywanych produktów i potraw bezpośrednio przed posiłkiem oraz resztek talerzowych po posiłku.

**Dokładna rejestracja wagowa** (Precise weighed record): badany waży i notuje masę: produktów zużytych do przygotowania posiłków oraz odpadków kuchennych, a następnie produktów i potraw bezpośrednio przed spożyciem i resztek talerzowych.

**Metoda wagowo- rejestracyjna** (Semi- weighed record): na poziomie gospodarstwa domowego- zapis masy lub ilości w miarach domowych produktów zużytych do przygotowania posiłków dla rodziny w okresie 7- 10 dni.

**Metoda fotograficzna** (Cardiff photographif method): badany fotografuje posiłki tuż przed spożyciem; wielkość porcji jest szacowana przez porównanie z fotografiami porcji produktów o znanej masie.

### **Metody obliczeniowe:**

**Bilans żywności** (Food balancing) na poziomie kraju- suma krajowej produkcji żywności i importu pomniejszona o żywność zużytą w produkcji rolnej, jako pasza, wyexportowaną oraz straconą w produkcji przemysłowej i gospodarce;

wyliczenie przeciętnego zużycia żywności brutto na mieszkańca na rok.

**Rachunkowość** (Accountancy) na poziomie gospodarstwa domowego- obserwacja roczna- suma żywności zmagazynowanej w gospodarstwie na początku obserwacji i zakupionej w ciągu roku pomniejszona o żywność zużytą do celów niespożywczych, straconą oraz zmagazynowaną na końcu obserwacji;

wyliczenie zużycia żywności brutto na członka rodziny na rok.

**Metoda inwentarzowa** (Inventory method): na poziomie gospodarstwa domowego- obserwacja tygodniowa- suma żywności zmagazynowanej w gospodarstwie na początku obserwacji i zakupionej w ciągu tygodnia pomniejszona o żywność zużytą do celów niespożywczych, straconą oraz zmagazynowaną na końcu obserwacji; wyliczenie zużycia żywności brutto na członka rodziny na tydzień.

### **Analiza chemiczna dziennej racji pokarmowej/ posiłku:**

**Technika podwójnej porcji:** badany przygotowuje porcje posiłków identyczne ze spożywanych, przeznaczone do analizy.

**Technika próbek:** badany pozostawia do analizy próbki spożytych potraw prowadząc równocześnie zapis wagowy jadłospisu.

Technika racji odtworzonej: próbka żywności przeznaczona do analizy zostaje odtworzona na podstawie rejestracji ważonej jadłospisu.

Rozpatrując sposób żywienia musimy wziąć pod uwagę:

-kaloryczność dobowej racji pokarmowej. Prawidłowo wartość energetyczna dobowej racji pokarmowej powinna być równa dobowemu zapotrzebowaniu energetycznemu danej osoby (o ile jest ona prawidłowo odżywiona). Niewielkie i krótkotrwałe dysproporcje między tymi dwiema wartościami są dopuszczalne i nie prowadzą do zaburzeń stanu odżywienia.

- skład chemiczny, tj. ilości poszczególnych składników odżywczych w dobowej racji pokarmowej oraz ich wzajemne proporcje i udział w dostarczaniu energii, zawartość składników nieodżywczych,
- obróbka kulinarna produktów żywnościowych. W żywieniu ludzi zdrowych dążąc do maksymalnego urozmaicenia posiłków stosujemy wszystkie techniki przyrządzania produktów żywnościowych przed spożyciem, jak również często korzystamy z surowych produktów roślinnych (i zwierzęcych). W dietach ludzi chorych niejednokrotnie należy zrezygnować z tych technik kulinarnych, które zmniejszają strawność pokarmów.
- dobór produktów w posiłku,
- tryb żywienia tj. sposób rozłożenia dobowej racji pokarmowej na poszczególne posiłki, ich objętość, zawartość, pora spożywania, regularność.

### **Literatura:**

- Braunwald E. et al. (ed.): Harrison's Principles of Internal Medicine. McGraw- Hill Book Company, New York, 1987,
- Eastwood M.: Principles of Human Nutrition. Chapman and Hall, London, 1997.
- Garrow J.S., James W.P.T., Ralph A. (Eds): Human Nutrition and Dietetics. Churchill Livingstone, Edinburgh, 1993.
- Kierst W.: Nauka o żywieniu zdrowego i chorego człowieka. PZWL Warszawa, 1989.
- Malinowski A., Wolański N.: Metody badań w biologii człowieka. Wybór metod antropologicznych. PWN Warszawa, 1988.
- Orłowski W.: Nauka o chorobach wewnętrznych. Tom IV. PZWL Warszawa, 1989.
- Szczygłowa M., Narojek L.: Zarys metodyki oceny stanu odżywienia. Cz.III. Metodyka badań nad sposobem żywienia. IŻŻ, Warszawa, 1970.
- Szostak W.B.: Zwyczaje żywieniowe w Polsce. Ich znaczenie dla występowania otyłości i innych czynników ryzyka miażdżycy. Medicogrphia 1995/2, Servier Polska.
- Tellier P.: Metody oceny składu procentowego ustroju. Medicogrphia 1995/2, Servier Polska.
- WHO Expert Commitee: Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Commitee. WHO Technical Series, Geneva, 1995.
- WHO Nutrition Unit, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, National Food and Nutrition Institute, Warsaw: Measuring obesity- classification and description of anthropometric data. Report on a WHO consultation on the epidemiology of obesity. Żywnienie Człowieka i Metabolizm, 1989, 16, 3, 205.
- Willard M.D.: Nutrition for the Practicing Physician. Addison- Wesley Publishing Co, Menlo Park, CA, 1982.

