

Dr. Bajó Gábor

# Mikrobiológia- járványtan jegyzet

*Lektorálta:*

*Dr. Barcs István*

*az orvostudomány kandidátusa, klinikai mikrobiológus, tanszékvezető*

*Semmelweis Egyetem Egészségtudományi Kar*

*Epidemiológiai Tanszék*

MINTA

## Tartalom

Előszó.....	4
1. Általános mikrobiológia.....	5
1.1 Mikrobiológia tárgya, felosztása, az orvosi mikrobiológia ágai és feladata .....	5
1.2 Mikroorganizmusok csoportosítása, alapvető jellemzőik .....	6
1.3 A vírusok tulajdonságai.....	7
1.3.1 A vírusok általános jellemzése.....	7
1.3.2 A vírusok felépítése .....	8
1.3.3 A vírusok osztályozása .....	8
1.3.4 A vírusok szaporodása .....	8
1.3.5 A vírusok kórokozó képessége.....	9
1.3.6 A vírusok ellenálló képessége.....	9
1.3.7 A vírushatások kezelése .....	10
1.3.8 Prionok.....	10
1.4 Baktériumok tulajdonságai.....	12
1.4.1 A baktériumok alakja .....	12
1.4.2 A baktériumok mérete .....	13
1.4.3 A baktériumok felépítése .....	13
1.4.4 A baktériumok anyagcseréje .....	17
1.4.5 A baktériumok szaporodása .....	18
1.4.6 A baktériumok ellenálló képessége.....	19
1.4.7 A bakteriális fertőzések kezelése.....	20
1.5 A gombák tulajdonságai .....	22
1.5.1 A gombák felépítése .....	22
1.5.2 A gombák szaporodása.....	23
1.5.3 A gombák kórokozó képessége, gombák által okozott emberi betegségek .....	24
1.5.4. A gombák ellenálló képessége .....	25
1.5.5 A gombák által okozott fertőzések kezelése .....	25
1.6 Az élősködők tulajdonságai .....	26
1.6.1 Az élősködés fogalma .....	26
1.6.2 Az élősködők felosztása.....	26
1.6.3 A gazdaszervezet jellegzetességei .....	29
1.6.4 Az élősködők bejutása a gazdába .....	29
1.6.5 Az élősködők okozta károsodások.....	29

1.6.6 Az élősködők ellenálló képessége .....	30
1.6.7 Parazitás fertőzésekben alkalmazott gyógyszerek .....	31
1.7 Az ember és a mikroorganizmusok kapcsolata .....	32
1.7.1 A mikrobák kórokozó tulajdonsága .....	32
1.7.2 A fertőzés.....	34
1.7.3 A szervezet védekező rendszere .....	36
1.7.4 Az emberi szervezet normál bakteriális flórája .....	37
1.8 Mikrobiológiai vizsgáló módszerek .....	39
1.8.1 Mikrobiológiai mintavétel .....	39
1.8.2 Mikrobiológiai laboratóriumi diagnosztika.....	40
2. Általános járványtan.....	46
2.1 A járványtan fogalma.....	46
2.2 A járványfolyamat mozgató erői .....	47
2.2.1 A járványfolyamat elsődleges mozgató erői .....	47
2.2.2 A járványfolyamat másodlagos (közvetett) mozgató erői.....	51
2.3 A fertőző betegségek előfordulási módjai.....	53
2.3.1 Mennyiségi és területi eloszlás.....	53
2.3.2 Időbeni eloszlás .....	53
2.3.3 Járványtani statisztika.....	53
2.4 A fertőző betegségek felosztása.....	55
2.4.1 Enterális úton terjedő fertőző betegségek.....	55
2.4.2 Légutakon át terjedő fertőző betegségek .....	56
2.4.3 Hematogén úton terjedő fertőző betegségek.....	56
2.4.4 Kültakarón át terjedő fertőző betegségek.....	57
2.4.5 Az egészségügyi ellátással kapcsolatos fertőzések.....	58
2.4.6 Állatról emberre terjedő fertőző betegségek (zoonózisok) .....	59
2.5 A fertőző betegségek megelőzésére és leküzdésére irányuló tevékenység .....	60
2.5.1 A fertőző betegségek megelőzését szolgáló módszerek .....	60
2.5.2 Járványügyi teendők fertőző betegség előfordulásakor .....	65
Irodalomjegyzék .....	68

## Előszó

Annak ellenére, hogy a XX. század második felében már úgy tűnt, hogy a fertőző betegségeket az emberiségnek sikerült legyőznie, sajnos a mikróbák okozta megbetegedések és a járványok még mindig problémát jelentenek. Új kórokozók jelentek meg, és terjednek a kezelésre (antibiotikummal szemben) ellenálló baktériumok is. Következésképpen komoly felelősség hárul az egészségügyben dolgozókra a fertőzések megelőzésében. A kórokozók tulajdonságainak és a járványok jellegzetességeinek megértése elengedhetetlen. Az a tény, hogy a fertőző betegségek még mindig komoly kihívást jelentenek mind hazánkban, mind pedig világszerte szintén felhívja a figyelmet a mikrobiológiai és járványtani ismeretek fontosságára.

Bármelyik szakmáról is legyen szó az egészségügyi képzéseken belül, a mikrobiológiai és járványtani ismeretek elsajátítása nagyon fontos. A betegekkel kapcsolatos bármilyen ténykedés során elemi fontosságú ismernünk és alkalmaznunk azokat az ismereteket, amelyek a fertőző betegségek terjedésével, illetve a terjedés megelőzésével kapcsolatban elsajátítottunk. Ezen ismereteket tartalmazza ez a jegyzet, amelynek tartalma elegendő és biztos tudást nyújt a mindennapi betegellátás során felmerülő helyzetekre.

Mivel ez a jegyzet, technikai okokból nem tartalmaz képeket, a tananyag megértéséhez, biztos elsajátításához elengedhetetlen a tanórán bemutatásra kerülő munkaanyag. A jegyzet felépítése, a vázlatyszerű tagolás, a kiemelések és a lábjegyzetek a megértés és a tanulás elősegítését célozzák meg.

# 1. Általános mikrobiológia

## 1.1 Mikrobiológia tárgya, felosztása, az orvosi mikrobiológia ágai és feladata

A mikrobiológia a biológia egyik ága, amely a **szabad szemmel nem látható élőlényekkel** (mikroorganizmusok, mikrobák) foglalkozik. Hagyományosan a mikrobiológia foglalkozik még az élősködő életmódot folytató férgekkel és az ízeltlábúakkal is, bár ezek nem mikroszkopikus méretűek, de hasonló terjedésük és a fertőző betegségekkel való szoros kapcsolatuk valamint fertőzött betegből vett mintákból mikrobiológiai eljárással történő kimutatásuk (petéik, fejlődési alakjaik mikroszkópos kimutatása) indokolja a mikrobiológiához való sorolásukat.

Ennek alapján a mikrobiológia a következő területekre osztható:

- **virológia**, amely a vírusokkal, illetve a prionokkal foglalkozik
- **bakteriológia**, amely a baktériumokkal foglalkozik
- **mikológia**, amely a gombákkal foglalkozik
- **protozoológia**, amely az egysejtű állatokkal foglalkozik
- **helmintológia**, amely a férgekkel foglalkozik
- **entomológia**, amely az ízeltlábúakkal foglalkozik.

Utóbbi három terület közös neve **parazitológia** (élősködőkkel foglalkozó tudomány).

A mikrobiológiának több ága van:

- orvosi mikrobiológia
- környezeti (víz-, levegő-, talaj-) mikrobiológia
- állatorvosi mikrobiológia
- mezőgazdasági mikrobiológia
- ipari mikrobiológia.

Természetesen mi elsősorban az **orvosi mikrobiológiával** foglalkozunk, amelynek tárgykörébe tartoznak az emberi fertőzéseket, betegségeket okozó mikroorganizmusok.

Az orvosi mikrobiológia feladatai a következők:

- fertőző betegségek kapcsán a **diagnózis** felállításának a segítése, a mikroorganizmusok kimutatásával
- a **gyógyszeres kezelés** kiválasztásának a segítése, a kórokozók gyógyszerekkel szembeni érzékenységének a vizsgálatával
- a gyógyszeres kezelés **eredményességének** a vizsgálata
- a **külvilágba** jutott kórokozók kimutatása (járványtani szempontból fontos)
- szerepe van a mikroorganizmusok elleni gyógyszerek, valamint a **védőoltások** kifejlesztésében is.

## 1.2 Mikroorganizmusok csoportosítása, alapvető jellemzőik

Az orvosi mikrobiológia szempontjából fontos mikroorganizmusok és egyéb élőlények a következő csoportokba oszthatók:

- **vírusok:**
  - felépítésük nem sejtes (hiányoznak az alapvető sejtalkotók, pl. sejthártya, citoplazma, sejtmag)
  - önálló anyagcserével nem rendelkeznek,
  - az élő szervezet sejtjeiben parazitaként szaporodnak,
  - nőni, szaporodni önállóan nem tudnak,
  - ezért biológiai szempontból nem tekinthetők élőlényeknek, viszont megbetegítő képességük, terjedésük az egyéb mikroorganizmusokhoz teszik őket hasonlóvá,
  - méretük  $20-400\text{ nm}^1$  közé esik, ezért csak elektronmikroszkóppal láthatóak,
- **baktériumok:**
  - egysejtű, sejtmaggal nem rendelkező élőlények (prokarióta),
  - önálló anyagcseréjük van, növekednek és osztódással szaporodnak,
  - alakjuk és méretük változatos,
  - méretük  $0,5-50\text{ }\mu\text{m}^2$  közötti, csak fény- vagy elektronmikroszkóppal láthatóak,
- **gombák:**
  - valódi sejtmaggal rendelkező (eukarióta), egy- vagy többsejtű élőlények,
  - az élőlények rendszerezésében a növényektől és az állatoktól külön csoportba tartozik,
  - némely tulajdonságuk a növényekhez (pl. sejtfal, a helyzetváltoztató mozgás hiánya stb.), némely pedig az állatokhoz (pl. kitin a sejtfalban, a klorofill hiánya stb.) teszik hasonlóvá őket,
  - méretük  $1-2\text{ }\mu\text{m}$ -tól több száz mikrométerig terjedhet,
- **véglények (protozoonok):**
  - egy vagy több valódi sejtmaggal rendelkező egysejtű élőlények,
  - közöttük kevés emberi élősködő található,
  - méretük  $2\text{ }\mu\text{m}$ -tól  $100\text{ }\mu\text{m}$ -ig, szabad szemmel nem láthatóak, csak mikroszkóppal,
- **férgek:**
  - többsejtű állatok,
  - kétoldali szimmetriájúak, testük szövetekből épül fel,
  - az emberi élősködő férgek mérete  $1-2\text{ mm}$ -tól akár  $10\text{ m}$ -ig is terjedhet, így szabad szemmel is láthatóak,
- **ízeltlábúak:**
  - többsejtű állatok, az emberben betegséget okozó élőlények között a legfejlettebbek,
  - jellemző rájuk a kitinből felépülő külső, szilárd váz, és az ízelt láb (amiről a nevüket is kapták),
  - közülük csak néhány élősködik emberen, illetve játszik szerepet fertőző betegségek átvitelében,
  - az emberi élősködő ízeltlábúak mérete  $0,2\text{ mm}$ -tól (rühátka) néhány centiméterig terjed, a rühatkát kivéve szabad szemmel láthatóak.

<sup>1</sup> nm = nanométer (méter milliárdod része,  $10^{-9}\text{ m}$ )

<sup>2</sup>  $\mu\text{m}$  = mikrométer (méter milliommód része,  $10^{-6}\text{ m}$ )

## 1.3 A vírusok tulajdonságai

### 1.3.1 A vírusok általános jellemzése

A vírusok a ma ismert **legkisebb fertőző ágensek**.

A legfontosabb **tulajdonságaik**:

- **méretük** 20-400 nm között van, így csak elektronmikroszkóppal lehet őket láthatóvá tenni,
- nem mutatnak **önálló életjelenségeket**:
  - nincs **anyagcseréjük**: nem képesek energiát termelni, illetve különböző molekulákat szintetizálni,
  - nem **növekszenek**
  - nem képesek a **szaporodásra**,
- a fenti életjelenségeket csak élő sejtekben mutatják, felhasználva a **gazdasejtet** (obligát intracelluláris paraziták<sup>3</sup>),
- ugyan ezen okokból mesterséges táptalajon nem lehet őket **tenyészteni**, szaporításukhoz élő sejtekre van szükség,
- a vírusok biológiai értelemben nem tekinthetők **élőlénynek**, viszont viselkedésük, terjedésük és fertőző képességük a mikrobákhoz teszik őket hasonlóvá.

A vírusok **definíciója**:

- **fertőző** ágensek,
- **nem sejtes** felépítésűek,
- mindig csak **egyféle nukleinsavat** tartalmaznak (vagy DNS-t, vagy RNS-t),
- nem rendelkeznek **anyagcserével** (sem energiát termelni, sem különböző molekulákat előállítani, szintetizálni nem képesek),
- ezért a **gazdasejt anyagcseréjét** használják,
- ezért mindig **paraziták**<sup>4</sup>.

A vírusoknak **két megjelenési formája** van:

- amikor a vírus a **sejten kívül** található meghatározott szerkezete van, de semmilyen életjelenséget sem mutat, olyan, mintha élettelen anyag lenne, még ki is kristályosítható, viszont fertőzőképes; ekkor a neve **virion**,
- a **gazdasejtben** található a működő forma, a **vegetatív vírus**, ez a gazdasejt anyagcseréjét felhasználva szaporodik, élőlényként viselkedik.

A vírusok eredete nem ismert, többféle elmélet is létezik (pl. a vírusok elszabadult genetikai elemek, vagy a vírusok leegyszerűsödött sejtek, sejtmaradványok).

<sup>3</sup> Az obligát intracelluláris parazita olyan élősködőt jelent, amely kizárólag csak sejten belül található, csak élő sejtben képes szaporodni.

<sup>4</sup> A vírusokat szokás abszolút parazitáknak is hívni, mivel csak élő sejtben mutatnak életjelenségeket, sejten kívül úgy viselkednek, mintha nem is lennének élőlények.



### 1.3.2 A vírusok felépítése

A vírusok a következő anyagokból épülnek fel:

- **nukleinsav:** DNS vagy RNS, de mindig csak az egyik található egy adott vírusszajban,
- **fehérjék:** elsősorban a vírus felépítésében játszanak szerepet, egy részük enzimként is szerepet játszik a fertőzési folyamat különböző lépéseiben,
- **lipidek és szénhidrátok:** míg nukleinsav és fehérje minden vírusban található, addig csak néhány vírus tartalmaz lipideket és/vagy szénhidrátokat.

Elektronmikroszkóppal láthatóvá tehető szerkezete a virionoknak van. A vírusok virionjai a következő szerkezeti elemekből épül fel:

- minden virion közepén található a nukleinsav, a **nukleinsav-mag**,
- ezt veszi körbe egy fehérjéből álló burok, a **kapszid**, amely, a kristályokhoz hasonló, szabályos szerkezetű fehérje elemekből<sup>5</sup> épül fel, a kapszid alapvetően kétféle felépítésű lehet (illetve vannak még ezek kombinációi is):
  - a csavart szerkezetű kapszid az ún. **helikális** vírusokra jellemző,
  - a köbös, szabályos mértani test alakot felvevő kapszid pedig az ún. **kubikális** vírusokra jellemző,
- egyes vírusok esetében a kapszid körül még egy lipidekből álló burok is található, a **peplon**.

### 1.3.3 A vírusok osztályozása

A vírusokat alapvetően két csoportja osztjuk, annak megfelelően, hogy milyen **nukleinsav** található bennük. Ennek megfelelően beszélhetünk DNS- és RNS-vírusokról. Külön csoportot alkotnak a retrovírusok, amelyek RNS-éről DNS íródik át a gazdasejtben.

Ezen túlmenően a további osztályozás szempontjai:

- nukleinsav típusa (DNS vagy RNS),
- a kapszid szerkezete (helikális vagy kubikális),
- peplon jelenléte vagy hiánya,
- a kapszid finomszerkezete (méret, az építőelemek száma)

### 1.3.4 A vírusok szaporodása

A vírusok önálló szaporodásra képtelenek, ehhez mindig egy élő gazdasejtre van szükségük, amelynek anyagcseréje fölött átvéve az irányítást, a vírus megsokszorozza önmagát.

Ez a folyamat a következő lépésekből áll:

- **kapcsolódás** a gazdasejt felszínéhez, amely a vírus és a sejt felszíne közötti stabil és irreverzibilis<sup>6</sup> kötődést jelent,
- a vírus **bejut** a sejt belsejébe, közben elveszti kapszidját, peplonját,
- a következő lépést „**elsötétedésnek**” (eklipszis) szokás nevezni, mivel ilyenkor semmilyen jele nincs annak, hogy a vírus bejutott a sejtbe, természetesen a vírus nukleinsav kimutatható a gazdasejtben;

<sup>5</sup> A kapszid építőelemeit kapszomereknek hívjuk.

<sup>6</sup> visszafordíthatatlan

ebben a fázisban a vírus nukleinsav megkezdi a gazdasejt genetikai szabályozásának átrendezését, illetve beindul a vírusfehérjék szintetizálása is,

- a következő lépés az **érési** vagy **összeépülési** szak, amikor a gazdasejt belsejében a vírus nukleinsav és a vírus fehérjék új, fertőzőképes virionokká állnak össze,
- a folyamat befejező lépése során a gazdasejt szétesik, és az új virionok **kiszabadulnak** a sejt belsejéből; néha a gazdasejt nem pusztul el a vírusok kiszabadulásakor.

### 1.3.5 A vírusok kórokozó képessége

A vírusok kórokozó képessége, speciális tulajdonságaiknak köszönhetően különböznek az egyéb mikroorganizmusok által okozott fertőző betegségektől. Ennek legfőbb oka, hogy a vírusok elsődlegesen mindig sejtszinten károsítják a szervezetet, aminek aztán lehetnek további következményei.

A vírusok alapvetően három úton tudnak betegséget okozni:

- ha a **gazdasejt elpusztul** a fertőzés következtében, akkor a sejtpusztulás következménye lesz a kialakuló betegség,
- ha a gazdasejt, a vírusfertőzés következtében nem normális ütemben elkezd osztódni, akkor jó vagy rosszindulatú **daganatos betegség** alakul ki,
- ha a gazdasejt immunológiai úton károsodik, **immunológia betegség** jön létre.

A vírusfertőzéseknek léteznek speciális formái, amelyek szintén a vírusok egyedi viselkedése miatt alakulhatnak ki:

- **lassú fertőzés:** ha a vírus nem azonnal okoz betegséget, hanem a gazdasejtben „megbújva” akár évekig, évtizedekig nyugalomban van, majd később aktiválódik, és jönnek létre fertőzés tünetei (pl. HIV fertőzést követően az AIDS), lassú vírusfertőzések szerepet játszhatnak daganatok kialakulásában is (pl. HPV – méhnyakrák),
- **lappangó, visszatérő fertőzés:** a fertőzés lezajlása után a vírus nem tűnik el a szervezetből, hanem bizonyos sejtekben „megbújva”, majd bizonyos hatásokra aktiválódva újra tüneteket okoz (pl. ajak herpesz ismételt megjelenése, vagy a bárányhimlő aktiválódása övsömör formájában).

### 1.3.6 A vírusok ellenálló képessége

A vírusok ellenálló képessége hasonló a baktériumokéhoz (lásd később):

- **hőmérséklet:** a hideget jól tűri, de meleg hatására (55<sup>0</sup>C körül) a legtöbb vírus hamar inaktiválódik,
- **beszáradás:** rosszul tűri, de itt is van néhány kivétel, amely beszáradt váladékban is hosszabb ideig is életképes marad,
- **pH változás:** viszonylag jól tűri, de erős savak és lúgok inaktiválni tudják őket,
- **sugárzások:** a gamma-sugárzásra és az ultraibolya-fényre érzékenyek,

- **vegyi anyagok:** érzékenyek különböző szerekkel szemben (pl. aldehidek, klór-vegyületek, oxidálószeres, formalin), a peplonnal rendelkező vírusok érzékenyek a zsírolgó vegyületekkel szemben, mert azok feloldják a vírus külső, lipid burkát.

A vírusokat inaktíváló hatást **virucid** (vírusölő) hatásnak nevezzük. Vírusok esetében, mivel a szaporodás élő sejtben történik, a bakteriosztatikus hatáshoz hasonló, a vírusok szaporodását gátló hatást nem értelmezzük, tehát virosztatikus effektus nem létezik.

### 1.3.7 A vírusfertőzések kezelése

A vírusfertőzések elleni gyógyszeres kezelés nehéz, hiszen a vírusoknak nincsenek önálló életjelenségeik, anyagcseréjük, hanem a gazdasejtet használják fel. Ennek megfelelően a vírusfertőzések kezelésére jóval kevesebb gyógyszer áll rendelkezésre, mint a bakteriális fertőzések esetén.

Három lehetőség kínálkozik a vírusfertőzések kezelésére, a fertőzés kialakulásának a megakadályozására:

- **fertőtlenítő szerek**, amelyek a külvilágba jutott virionokat inaktíválják, így a fertőzés terjedését akadályozzák meg,
- a vírusok gazdasejten **belüli szaporodását gátló gyógyszerek**, amelyek a következő pontokon hatnak:
  - megakadályozhatják a vírus sejtbe jutását,
  - a vírus nukleinsavának a szintézisét gátolhatják,
  - akadályozhatják a virionok összeépülését a gazdasejtben,
  - külön csoport a HIV fertőzésben használatos szerek, amelyek a HIV egy speciális enzimjét (reverz transzkriptáz<sup>7</sup>) gátolják,
- serkenteni lehet a szervezet **saját védekező rendszerének** a működését (az immunrendszer működését fokozó gyógyszerek).

### 1.3.8 Prionok

Bár nem tartoznak a vírusok közé, hasonlóságuk miatt itt tárgyaljuk a prionokat is.

A prionok fertőző képes fehérje molekulák, amelyek az emberben és bizonyos állatokban lassú lefolyású, központi idegrendszeri betegségeket tudnak okozni.

A prionok legfontosabb tulajdonságai:

- **fehérje** természetű **kórokozók**,
- nem tartalmaznak **nukleinsavat**, csak fehérjéből állnak (valójában egy fehérje molekula),
- a prion olyan fehérje, amely **normálisan is megtalálható** a szervezetben, de a **szerkezete** bizonyos változáson ment át,

<sup>7</sup> A reverz transzkriptáz egy olyan enzim, amely a retrovírusokban, pl. HIV-ben, képes az RNS-ről kiegészítő DNS-szálat előállítani.

- ez a szerkezet változás az oka annak:
  - hogy a prion **betegséget okoz**, mert nem úgy viselkedik, mint a normális fehérje,
  - hogy a prion **fertőz**, mert a normális szerkezetű fehérjék szerkezetét a sajátjához hasonlóvá teszi, így azokból is prionok lesznek,
  - hogy a prion rendkívül ellenálló különböző környezeti hatásokkal szemben (hő, különböző sugárzások, fertőtlenítő szerek), amely nagy problémát jelent pl. az idegsebészetben használt sebészeti eszközök sterilizálásánál,
- eddigi ismereteink szerint az összes prion betegség az **agyat** és egyéb idegrendszeri képleteket érinti,
- a külső fertőzés következtében létrejövő betegségek mellett ismertek genetikai eredetű prion betegségek.

Mai ismereteink szerint a következő betegségeket okozzák prionok:

- a szarvasmarhák (és más emlősök, pl. macskák) szivacsos agyvelő-elfajulását, amelyet tévesen kergemarhakórnak neveznek,
- a nyércek ún. aleuti betegségét,
- a juhok surlókórját (scrapie),
- az emberi:
  - Creutzfeldt–Jakob szindrómát<sup>8</sup>,
  - a Pápua Új-Guineai bennszülötteknél honos kurut<sup>9</sup>,
  - fatális familiáris insomniát<sup>10</sup>,
  - Gerstmann–Sträussler–Scheinker szindrómát (GSS)<sup>11</sup>.

<sup>8</sup> Prion okozta degeneratív idegrendszeri megbetegedés, amely jelenleg gyógyíthatatlan, így minden esetben halállal végződik.

<sup>9</sup> Szintén degeneratív idegrendszeri megbetegedés, amely az központi idegrendszer szivacsos elfajulásával jár. Kizárólag Új-Guineában fordul elő egy bizonyos népcsoporton belül, terjedésében a kannibalizmusnak van szerepe. Ez a betegség is gyógyíthatatlan.

<sup>10</sup> Családon belül halmozódó megbetegedés, amelynek vezető tünete az alvászavar (insomnia). A tünetek fellépése után általában egy éven belül halálhoz vezet.

<sup>11</sup> Ez is családon belül halmozódó megbetegedés, amely degeneratív idegrendszeri elváltozásokkal jár, és halállal végződik. Nagyon ritka megbetegedés (előfordulása 1-10 eset 100 millió emberre számolva).

## 1.4 Baktériumok tulajdonságai

### 1.4.1 A baktériumok alakja

A baktériumok alakja rendkívül változatos, nem függ össze a kórokozó tulajdonsággal, hanem a **baktériumok osztályozásában** van rendkívül fontos szerepe. A baktériumok jellegzetes alakjukat elsősorban merev sejtfaluknak köszönhetik.

A baktériumokat alakjuk szerint három alapszoportba soroljuk:

- **gömb** (coccus),
- **pálca**,
- **csavart** (spirális) forma.

#### A gömb alakú baktériumok jellegzetességei:

- A gömb alakú baktériumokat **coccusoknak**<sup>12</sup> is hívjuk.
- A gömb alakú baktériumok lehetnek teljesen szabályosak, de vannak különböző alakváltozataik is, pl. bab vagy láncza alakú.
- Méretük általában 1 µm körüli.
- Ha az osztódás után gömb alakú baktériumok együtt maradnak, jellegzetes formák jönnek létre, ezek közül kettőt tanulunk:
  - **streptococcus**<sup>13</sup>: az utódsejtek lánc (gyöngyfűzér) alakban együtt maradnak, a lánc állhat 2-3 sejtből, de lehet akár 100 sejt hosszú is
  - **staphylococcus**<sup>14</sup>: az utódsejtek szőlőfürt-szerű csoportokba rendeződnek.

#### A pálca alakú baktériumok jellegzetességei:

- A pálca alakú baktériumok igen nagy változatosságot mutatnak, lehetnek rövidebbek vagy hosszabbak, karcsúak vagy vaskosak, egyenesek vagy hajlítottak.
- Ennek megfelelően a méretük is igen változatos.
- Régebben a pálca alakú baktériumokat bacillusoknak hívták, ez ma már nem használatos, ezzel a névvel csak a Bacillus-nemzetségbe tartozó baktériumokat nevezzük.

#### A csavart formájú baktériumok jellegzetességei:

- A sejt a térben meggörbült, ez a görbület lehet két- vagy háromdimenziós.
- Ha a görbület a tér két dimenziójában történik, hullám alakú baktériumról beszélünk.
- A tér három dimenziójában létrejövő görbület szabályos **dugóhúzó** alakot hoz létre, ez a **spirillum**.
- Ha a csavarodás nem teljes, csak negyed vagy fél fordulat történik, **vibrio** jön létre.
- A **spirochaeták** hosszú, több csavarmenetből álló, hajlékony baktériumok, amelyek a hajlékonyságuk miatt élénken mozognak.

A baktériumok alakját befolyásolhatja számtalan tényező, pl. antibiotikumok, a baktériumsejtek előregedése, így nem mindig láthatóak az előbbi, szabályos formák.

<sup>12</sup> κκόκος (kokkosz) görög szó, jelentése mag

<sup>13</sup> στρεπτόν (sztrepton) görög szó, nyakláncot jelent

<sup>14</sup> σταφυλή (sztafulé) görög szó, szőlőfürtöt jelent

### 1.4.2 A baktériumok mérete

Ahogy előbb már láttuk, a baktériumok mérete nagyjából 0,5-50  $\mu\text{m}$  közé esik, bár a méretük nagyban függ az alakjuktól is.

A coccusok 0,5-4  $\mu\text{m}$  nagyságúak, míg a pálca és hajlított alakú baktériumok, részben az alakjuknak is köszönhetően, ennél jóval nagyobbak is lehetnek.

### 1.4.3 A baktériumok felépítése

A baktériumsejt felépítésében részt vevő sejtalkotókat két nagy csoportra osztjuk:

- **nélkülözhetetlen sejtalkotók**, ezek minden baktériumsejtben megtalálhatóak, elengedhetetlenek a sejt életben maradásához, nélkülük a sejt elpusztul,
- **járulékos sejtalkotók**, ezek nem mindegyik baktériumban találhatók meg, és ebből következően nem feltétlenül szükségesek a baktériumsejt életben maradásához, bár hozzájárulhatnak a baktérium kórokozó képességéhez.

#### *Nélkülözhetetlen (esszenciális) sejtalkotók: Sejtfal*

A baktériumsejtet **merev sejtfal** határolja.

A sejtfal jellegzetességei, jelentősége:

- meghatározza a baktérium **alakját**
- **véd** a környezeti hatásokkal szemben
- **átenged** bizonyos nagyságú vegyületeket
- szerepe van a baktériumok **osztódásában**
- **endotoxinokat** tartalmaz
- **antigénként** szerepelhet
- **peptidoglikánnak** nevezett anyag az alapja
- számos **antibiotikum** támadáspontja.

A sejtfal nem minden baktériumban azonos felépítésű és vastagságú. Ez a különbség egy **Gram-festésnek** nevezett eljárással kimutatható. Az ún. **Gram-pozitív baktériumok** sejtfala vastagabb, míg az ún. **Gram-negatív baktériumoké** vékonyabb.

A mikobaktériumok Gram-festéssel nem festhetők meg, de sejtfal-szerkezetük alapján tudjuk, hogy Gram-pozitív baktériumok.

Léteznek sejtfal nélküli baktériumok is, a mikoplazmák. Állandó alakjuk nincsen, a gazdasejt belsejében (intracellulárisan) élősködnek.

#### *Sejthártya (citoplazma membrán)*

Az összes többi élőlény sejthártyájához hasonló szerkezetű, féligáteresztő hártya.

A sejthártya jellegzetességei, jelentősége:

- **féligáteresztő hártya**, így főleg csak a víz és ásványi sók képesek rajta áthaladni,

- minden más anyag **aktív transzporttal** jut át a hártán,
- a baktérium **anyagcseréjében** fontos szerepe van (pl. itt termelődnek azok az anyagok, amelyeket a baktérium a környezetébe ürít),
- felépítésében **lipid** természetű anyagok és **fehérjék** vesznek részt.

### *Citoplazma*

A citoplazma a baktériumsejt fő tömegét adja.

A citoplazma jellegzetességei, jelentősége:

- nagyrészt (80%) **víz** tartalmaz, ezen kívül főleg **fehérjék** találhatóak benne,
- benne nem találhatóak meg az eukarióta sejtekre jellemző **sejtszervecskék** (organellumok),
- így pl. nem a sejtmagban, hanem a citoplazmában található a baktérium **örökítőanyaga** is,
- rengeteg **riboszóma**<sup>15</sup> található benne, a citoplazma szárazanyag tartalmának kb. a felét a riboszómák adják,
- emiatt a citoplazmában intenzív **fehérjeszintézis** folyik
- nagyrészt itt folyik a baktérium **anyagcseréje** is.

### *A baktérium maganyaga (örökítő anyaga)*

Ez a baktérium **genetikai anyaga**. Mivel a baktériumoknak nincsen valódi sejtmagja, ezért az örökítő anyag a **citoplazmában található**, nincsen sejthártyával körülvéve.

A maganyag jellegzetességei, jelentősége:

- a baktériumok maganyaga **kettős szálú DNS**, ami az emberi DNS-sel ellentétben nem több lineáris, hanem szinte mindig **egyetlen, kör alakú kromoszómába** rendeződik,
- a baktériumokban a DNS egy része nem a kromoszómában, hanem azon kívül, ún. **plazmidokban** található,
- a plazmidok nagyon fontosak az **antibiotikumokkal szembeni ellenálló képesség** (rezisztencia) terjedésében,
- a baktériumok haploid génállománnyal rendelkeznek, vagyis a genetikai állomány csak egy példányban található a baktériumsejtben,
- ez sérülékennyé teszi a baktériumok genetikai állományát, viszont nagyobb **genetikai változatosságot** is biztosít,
- a baktériumok örökítő anyagával **hasonló folyamatok** történnek (transzkripció<sup>16</sup>, transzláció<sup>17</sup> és DNS-replikáció<sup>18</sup>), mint az összes többi élőlényben.

<sup>15</sup> Minden sejtben a riboszómákon történik a fehérjék termelése (szintetizálása). A baktériumok riboszómájának a felépítése különbözik az emberi riboszómáétól. Ennek fontos gyakorlati jelentősége van, mert néhány antibiotikum támadáspontja a bakteriális riboszómán található, az emberi riboszómákra nem hatnak.

<sup>16</sup> Az a folyamat, amelynek során a DNS-ről RNS-re íródik át a genetikai információ.

<sup>17</sup> Az a folyamat, amelynek során az RNS-re átíródott genetikai információ alapján a riboszómákon fehérjék szintetizálódnak.

<sup>18</sup> DNS másolat létrejötte a sejtosztódás előtt.

### Járulékos sejtalkotók:

#### Csilló(cilium), ostor(flagellum)

A baktériumok csillók és ostorok segítségével képesek az **aktív mozgásra**.

A csillók és ostorok jellegzetességei, jelentőségük:

- nagyon vékony (0,1  $\mu\text{m}$ ), de viszonylag hosszú (1-2  $\mu\text{m}$ -tól 50-60  $\mu\text{m}$ -ig) képletek, amelyek speciális fénymikroszkópos eljárásokkal vagy elektronmikroszkóppal láthatóak csak,
- **összehúzódnak képes fehérjét** (flagellin) tartalmaz, amely az emberim izom miozin nevű fehérjéhez hasonlít,
- egy vagy több is lehet belőle, amely vagy a sejt egyik vagy mindkét végén helyezkedik el, illetve a csillók beboríthatják az egész baktérium felszínét is,
- a csillóval, ostorral rendelkező baktériumok **aktív mozgásra képesek**, míg a csillótlank nem mozognak aktívan, csak passzívan sodródnak a közegben
- a csillók és ostorok, illetve a következményes aktív mozgás növelheti a baktérium **kórokozó képességét**
- a csillók speciális **antigént** („H” antigén) is tartalmaznak, amelynek a laboratóriumi diagnosztikában van jelentősége

#### Fimbriák

Gram-negatív, pálca alakú baktériumok jellegzetes, a baktérium felszínén elhelyezkedő képlete.

A fimbriák jellegzetességei, jelentőségük:

- a csillókhoz hasonló az átmérőjük, de azoknál rövidebb (1-10  $\mu\text{m}$ ), belül üreges, csőszerű képletek,
- több száz helyezkedik el belőlük a baktérium felszínén,
- **két fő típusuk** van: tapadást elősegítő fimbriák és szexfimbriák,
- a **tapadást elősegítő fimbriák** jelentősége:
  - nagyon **jól tapadnak** különböző felszínekhez,
  - emiatt nagyban fokozzák a baktériumok **kórokozó képességét** (segítik a baktériumot sejtekhez, szövetekhez tapadni),
- a **szexfimbriák** jelentősége:
  - **konjugáció**<sup>19</sup> során, az egyik sejt genetikai anyaga a szexfimbria üregén keresztül átjut a másik sejtbe,
  - a konjugáció nagyon fontos az **antibiotikumokkal szembeni ellenálló képesség** (rezisztencia) terjedésében.

#### Tok

Néhány baktérium képes egy **nyálkás anyagot** termelni, amely a sejtfalon kívül helyezkedik el, ezt nevezzük toknak.

A tok jellegzetességei, jelentősége:

<sup>19</sup> Konjugációnak hívjuk azt a folyamatot, amely a baktériumokban egyfajta ivaros szaporodásnak tekinthető, ennek során két baktérium ideiglenesen összekapcsolódik, és az egyik genetikai anyaga részben vagy egészében átjut a másik sejtbe.



- leggyakrabban poliszacharidból<sup>20</sup> áll,
- hagyományos festési eljárásokkal nem festődik, hanem a megfestett környezetből „negatívan” tűnik elő,
- nagyon fontos funkciója, hogy védi a baktériumot a gazdaszervezet **fagocitáitól**,
- védi a baktériumsejtet egyéb, **káros környezeti hatástól**,
- segíti a baktérium **tapadását** bizonyos szövetekhez,
- a fenti három tulajdonság miatt a tok megléte és a **baktérium kórokozó képessége** között szoros összefüggés van, ugyanannak a baktériumnak a tokkal rendelkező változata súlyosabb fertőzéseket hozhat létre, mint a tokkal nem rendelkező változat,
- a tok az egyik legfontosabb **virulencia faktor**<sup>21</sup>.

## Endospóra

Néhány Gram-pozitív pálcá alakú baktérium (bizonyos *Bacillus* és *Clostridium* fajok) képes a sejt belsejében spórát termelni, ezeket endospóráknak nevezzük.

Az endospóra jellegzetességei, jelentősége:

- a **baktériumsejt belsejében** képződik, és a sejt szétesésekor szabadul ki,
- mindig **egy van belőle**,
- alakja, nagyság és a sejten belüli elhelyezkedése **jellegzetes** az adott baktériumra,
- néha a sejtnél nagyobb spóra a **baktériumot jellegzetesen deformálja** (pl. dobverő alak), ez a laboratóriumi diagnosztikában fontos,
- hagyományos festési eljárásokkal **nem festhető meg**, a sejt belsejében nem festődő lyukként látható, vannak speciális, a spórák kimutatására szolgáló festési eljárások,
- a baktérium **kedvezőtlen körülmények** között termeli,
- így, ellentétben a gombák és bizonyos növények által termelt spórával, nem a szaporodást, hanem a **baktérium túlélését biztosítja**, nevezhetjük túlélő képletnek is,
- a baktériumsejthez képest az endospóra **rendkívül ellenálló** hővel, kémiai szerekkel, különböző sugárzásokkal és más károsító hatásokkal szemben, ennek okai:
  - a spórának kicsi a víztartalma (kb. 10%),
  - minimális az anyagcsere-aktivitása,
  - vastag, ellenálló fal veszi körül,
- az endospóra **hosszú ideig**, akár évtizedekig is **életképes marad**,
- utóbbi két tulajdonságuk miatt az endospórák **fertőtlenítéskor, sterilizáláskor** problémát jelenthetnek,
- általa is **terjedhet** a fertőző betegség.

Amikor a baktérium környezetben a körülmények kedvezőtlené válnak (pl. megfogyatkoznak a tápanyagok, felhalmozódnak káros anyagcseretermékek, kiszáradás következik be), megindul a spóra képződése (sporuláció). A baktérium genetikai anyaga megkettőződik, majd a fajra jellemző helyen a sejt egy része lefűződik, magába zárva a DNS egyik példányát és némi citoplazmát is. A lefűződött rész nagy mennyiségű vizet veszít („kiszárad”) és körülötte létrejön egy vastag és rendkívül ellenálló fal.

<sup>20</sup> A poliszacharid nagy molekulájú, összetett szénhidrátféleség.

<sup>21</sup> Virulencia faktornak nevezzük a baktériumok azon tulajdonságait, amelyek elősegítik a fertőzés létrejöttét, amelyek növelik a baktérium kórokozó képességét.

A baktérium halálakor az endospóra a felszakadó sejtéből a környezetbe kerül, ahol évekig, évtizedekig életképes marad.

Amikor a spóra kedvező körülmények közé kerül, megindul a germináció, melynek során a spórából kialakul egy teljesen új, működőképes baktériumsejt.

#### 1.4.4 A baktériumok anyagcseréje

A baktériumokat felépítő anyagok az emberi szervezethez hasonlóak:

- legnagyobb mennyiségben **víz** található bennük (70-80%),
- nagy mennyiségben található **fehérje** és **nukleinsavak**,
- az emberi szervezethez képest a baktériumok **kevés szénhidrátot** tartalmaznak,
- található még bennük:
  - lipidek<sup>22</sup>,
  - ásványi anyagok,
  - pigmentek<sup>23</sup>.

Az orvosi mikrobiológiában fontos baktériumok zöme ún. **heterotróf** élőlény. Ez azt jelenti, hogy az anyagcseréjükben nem képesek a légkör CO<sub>2</sub>-ját felhasználni, hanem szénforrásként **kész szerves anyagokra van szükségük**.

Az orvosiilag fontos baktériumok egy csoportja (ricketsiák) a paratróf mikroorganizmusok közé tartoznak, mivel az energiatermelő rendszerükben olyan anyagok hiányoznak, amelyek következtében önállóan nem képesek teljes anyagcserét folytatni, ehhez egy élő sejt jelenlétére van szükségük. Ezek a baktériumok obligát intracelluláris paraziták<sup>24</sup>, és élettelen táptalajokon nem tenyészthetők.

A baktériumok, hasonlóan a többi egysejtű élőlényhez, a **külvilágból** veszik fel a szükséges anyagokat, amelyeknek át kell haladniuk a sejt falon és a sejtmembránon. Mivel a sejthártyán csak kisebb molekulák képesek átjutni, ezért a baktériumok a tápanyagokat már a sejten kívül elkezdik lebontani kisebb molekulákra. Ehhez a folyamathoz a baktériumok **sejten kívüli** (extracelluláris) **enzimeket** termel.

Az anyagcsere folyamatokhoz a baktérium is különböző **sejten belüli** (intracelluláris) **enzimeket** használ.

Mind az extra- mind az intracelluláris enzimek nagy jelentőséggel bírnak a bakteriális fertőzések laboratóriumi diagnosztikájában, illetve a baktériumok megbetegítő képességében.

A baktériumoknak az **oxigénhez való viszonya** rendkívül fontos tényező a fertőző képességük szempontjából, illetve a laboratóriumi kimutathatóságuk, tenyészthetőségük tekintetében.

A baktériumok egy része anyagcseréje során mérgező hatású vegyületeket (**toxinokat**) termel. A toxinok rendkívül fontosak a baktérium megbetegítő képességében.

A baktérium anyagcseréje során **festékanyagok** (pigmentek) is termelődhetnek, amely tenyésztéskor a baktérium telepeinek jellegzetes színt adhat, amely segíti a baktériumok beazonosítását.

<sup>22</sup> Zsírok és egyéb zsírolékony vegyületek.

<sup>23</sup> Festékanyagok, némelyik baktérium szilárd táptalajon tenyésztve jellegzetes színű.

<sup>24</sup> Az obligát intracelluláris parazita olyan élősködőt jelent, amely kizárólag csak sejten belül található, csak ott képesek a szaporodásra.

### A baktériumok energiatermelése

Az orvosi mikrobiológia tárgykörébe tartozó baktériumok testük anyagát többnyire **szerves vegyületek** (főleg cukrok) lebontásából nyert energia felhasználásával állítják el. Ennek során kisebb energiatartalmú anyagok keletkeznek. A folyamat során felszabaduló energiát a baktérium az emberi sejtekhez hasonlóan ATP<sup>25</sup> formájában tárolja, és az életfolyamataihoz felhasználja. Akárcsak az emberi sejtekben, a baktériumban is az energiatermelő folyamatok több lépcsőben, egymás után zajlanak le.

A baktériumokban az energia-termelésnek két módja létezik:

- **légzés** (respiráció),
- **erjesztés** (fermentáció).

**Respiráció** során (az emberi sejtekben lejátszódó folyamathoz hasonlóan) a kiindulási vegyületből származó hidrogént a végén a légkörből származó **oxigén** veszi fel, aminek során víz keletkezik. Ezen kívül a kiindulási vegyület szénatomjaiból CO<sub>2</sub> keletkezik. Ez a folyamat nagyon gazdaságos, mert nagy mennyiségű energia szabadul fel közben.

**Fermentáció** esetében a hidrogén nem oxigénhez kerül, hanem valamilyen szerves vegyület veszi fel. Ehhez a folyamathoz tehát **oxigén nem szükséges**. A fermentáció kevésbé gazdaságos, mert kevesebb energia szabadul fel közben. Viszont végtermékként különböző, az iparban, az élelmiszerek előállításában és a háztartásban használt (pl. etil-alkohol, ecetsav, kelt tésták élesztése, sajtok, érlelt húskészítmények, kefir, joghurt), vagy a baktérium azonosítására felhasználható anyag keletkezik. Az erjesztés során keletkező vegyületek más szempontból is hasznosak lehetnek, pl. a hüvely normál flóráját alkotó baktériumok által termelt tejsav fontos a hüvely normális pH-jának a fenntartásában és a kórokozók visszaszorításában.

A baktériumokat annak tekintetében, hogy milyen a **viszonyuk az oxigénhez**, a következő csoportokba soroljuk:

- **aerob** baktériumoknak nevezzük azokat a mikrobákat, amelyek képesek az energiatermelésükhöz a levegő oxigénjét felhasználni, vagyis respirációval energiát termelni, ezeknek egy csoportja csak oxigén jelenlétében képes növekedni, ezeket obligát<sup>26</sup> aerob baktériumoknak hívjuk,
- **anaerob** az a baktérium, amely nem igényli az oxigén jelenlétét, mivel anélkül is képes energiát termelni, az obligát anaerob baktériumok csak oxigén hiányában képesek növekedni, mivel az oxigén jelenlétében képződő oxidatív anyagok elpusztítják őket,
- **fakultatív** baktériumok képesek aerob és anaerob módon is energiát termelni, növekedni, ide tartozik a mikrobák zöme,
- speciális csoport az ún. **mikroaerofil** baktériumok, amelyek számára a csökkent oxigén mennyiséget az ideális (laboratóriumi tenyésztésük során ezeket a baktériumokat megnövelt CO<sub>2</sub>-t tartalmazó környezetben tenyésztik).

### 1.4.5 A baktériumok szaporodása

A baktériumok **osztódással szaporodnak**.

<sup>25</sup> Adenozin-trifoszfát (ATP) egy nukleotid, amely a sejten belüli energiaátvitel legkisebb „molekuláris pénzegysége”. Az ATP kémiai energiát szállít és tárol a sejten belül az anyagcsere folyamataiban.

<sup>26</sup> obligát jelentése itt: kizárólagos

A baktérium osztódását megelőzi a sejt tömegének növekedése, valamint a baktérium DNS-ének megkettőződése (replikáció). Középen egy sövény keletkezik, amely a sejtet két egyenlő részre osztja. Az így keletkezett két sejt egyforma nagy, és ugyanazt a genetikai anyagot tartalmazza. Ha a két utódsejt együtt marad, különböző jellegzetes formákba rendeződnek (pl. lánc – streptococcus).

A folyamat igen gyorsan zajlik, akár 20-30 percenként végbe mehet, így viszonylag rövid idő alatt nagy tömegű baktériumsejt jöhet létre. Ez egy idő után **szemmel is látható** lehet (pl. folyékony táptalajban zavarosodás, szilárd táptalajon telepek kialakulása).

A baktériumok **szaporodásának feltételei**:

- megfelelő **tápanyag** mennyiség,
- **oxigén** jelenléte vagy hiánya,
- megfelelő **hőmérséklet** (emberi kórokozóknál 37 °C)
- elegendő **víz** (a baktériumok általában rosszul tűrik a kiszáradást),
- megfelelő **pH** (savasság-lúgosság),
- a **szaporodást gátló anyagok**, anyagcseretermékek hiánya.

Ezek a tényezők fontosak a baktériumok mesterséges **tenyésztésénél** is. Amennyiben a feltételek, körülmények megfelelőek, a baktériumok elméletileg végtelenül képesek a szaporodásra.

#### 1.4.6 A baktériumok ellenálló képessége

A baktériumok ellenálló képessége (**rezisztenciája**) azt jelenti, hogy a baktérium mennyire képes ellenállni a káros külső környezeti tényezőknek úgy, hogy közben életben marad.

Ennek ismerete azért fontos, mert a betegséget okozó, káros baktériumot szeretnénk elpusztítani, mind a szervezeten belül, mind a külső környezetben, ha kijutott a szervezetből.

A baktériumokat károsító tényezőket alapvetően két nagy csoportba soroljuk:

- **bakteriosztatikus** a hatás, ha a baktérium nem pusztul el, de a szaporodása gátlódik, ha hatás megszűnik, a baktérium újra képes szaporodni, vagyis a hatás reverzibilis<sup>27</sup>,
- **baktericid** az a hatás, amely el is pusztítja a baktériumot, ez a hatás természetesen irreverzibilis<sup>28</sup>.

#### **Sterilizálás, dezinficiálás<sup>29</sup> (fertőtlenítés)**

A **sterilizálás** és a **fertőtlenítés** célja az élő szervezetből a környezetbe jutott mikroorganizmusok számának a csökkentése vagy teljes elpusztítása.

**Sterilizálás** során az összes mikroorganizmust igyekszünk elpusztítani, inaktíválni. **Sterilnek** tekintendő az az anyag, amelyben nem található egyetlen életképes mikroorganizmus sem.

**Fertőtlenítés** alkalmával nem pusztítjuk el az összes mikroorganizmust, csupán a **csíraszámukat csökkentjük** olyan szintre, hogy ne alakulhasson ki fertőzés.

A sterilizálásra, fertőtlenítésre használt módszerek összefoglalása:

<sup>27</sup> visszafordítható

<sup>28</sup> nem visszafordítható

<sup>29</sup> A fertőtlenítésre a dezinfekció szót is használhatjuk a dezinficiálás mellett.

- **fizikai módszerek**
  - **hőhatás:** a **hideg** nem alkalmas sterilizálásra, fertőtlenítésre, mivel, bár néhány baktérium elpusztul hideg hatására, de a legtöbbjükre csak bakteriosztatikusan hat, viszont az **égetés, a száraz illetve nedves meleg** gyakran alkalmazott módszerek,
  - **sugárzások:** közülük a **gamma-sugárzást**, illetve az **ultraibolya-fényt** használják sterilizálásra vagy fertőtlenítésre,
  - **kiszáradás:** csak bakteriosztatikus hatású, speciális eljárással (**liofilezés:** fagyasztva szárítás) a baktériumok olyan állapotba kerülnek, amelyben évekig életképesek maradnak,
  - **mechanikus** hatások: bizonyos frekvenciájú mechanikus **rezgés** hatására baktériumok elpusztulnak, ide tartozik még a **szűrés**, amikor megfelelő pórusméretű speciális szűrővel lehet egy folyadékot vagy a levegőt baktériumoktól mentesíteni, a méret alapján,
- **kémiai módszerek**
  - ezek során különböző kémiai vegyületekkel igyekszünk a baktériumokat elpusztítani,
  - az enyhébb hatásúakat **antiszeptikumoknak** nevezzük, ezek csak bakteriosztatikus hatásúak, a **dezinficiensek** viszont baktericidok is, megfelelő koncentrációban és behatási idővel,
  - főbb csoportjaik:
    - aldehidek,
    - alkoholok,
    - klórvegyületek,
    - jódvegyületek,
    - lúgok,
    - peroxid-vegyületek,
    - fenol-származékok,
    - szerves és szervetlen savak.

#### 1.4.7 A bakteriális fertőzések kezelése

Ha élő szervezeten belül szeretnénk a mikrobákat elpusztítani, akkor az előbbi módszerek nem alkalmazhatjuk, mert az a gazdaszervezetet is károsítaná.

A fertőző betegségek kezelésében használt gyógyszerek a „szelektív toxicitás” elvén működnek, vagyis a kórokozókat elpusztítják, a gazdaszervezetre azonban nem károsak (természetesen minden gyógyszernek vannak mellékhatásai).

A bakteriális fertőzések kezelésében az ún. **antibiotikumokat**<sup>30</sup> használják.

Az antibiotikumok esetében is beszélhetünk bakteriosztatikus és baktericid hatásról. Bakteriosztatikus antibiotikum esetén a szervezet védekező rendszere pusztítja el a kórokozót. Súlyosabb fertőzésekben, vagy, ha a beteg immunrendszere nem működik megfelelően, baktericid antibiotikumot kell választani.

A leggyakrabban használt antibiotikumok a következő pontokon támadják a baktériumokat:

- sejtfalszintézis
- DNS-replikáció<sup>31</sup>

<sup>30</sup> A pontosság végett megjegyzendő, hogy minden, a szervezeten belül a mikrobák elpusztítását célzó gyógyszert kemoterápiás szernek nevezünk, ezek között vannak olyanok, amelyeket más élőlények (gombák vagy baktériumok) termelnek, ezeket a gyógyszereket hívjuk antibiotikumoknak. A mindennapokban a két csoport között már nincs éles különbség.

- fehérjeszintézis
- folsavszintézis<sup>32</sup>
- sejtmembránra gyakorolt hatás

Sajnos a mikroorganizmusok az **antibiotikumokkal szemben ellenálló képességgel (rezisztencia)** rendelkezhetnek. Ennek a következő lehetőségei lehetnek:

- **természetes rezisztencia:** az adott baktérium faj minden egyede rendelkezik vele, mert állandóan és öröklődő módon jelen van, a természetes rezisztencia jelenti a kisebbik gondot,
- **szerzett rezisztencia:** ez a baktériumok genetikai változásával létrejövő rezisztencia, amely a faj csak bizonyos egyedeiben (törzseiben) van jelen, viszont, bizonyos esetekben, képes „terjedni”, vagyis a baktériumok át tudják adni egymásnak, a mindennapi gyakorlatban egyre nagyobb problémát jelent a szerzett rezisztencia terjedése.

Az antibiotikumok **alkalmazásának** lehetőségei:

- **profilaktikus** kezelés: még nincs fertőzés, a kezelés célja a fertőzés kialakulásának a **megelőzése**,
- **empirikus** terápia: a kórokozó még nem ismert, sem az, hogy milyen antibiotikumra érzékeny, így az orvos a bizonyos kórokozót, kórokozókat **feltételezve** kezdi meg a kezelést,
- **célzott** kezelés: a leghatékonyabb forma, a kórokozó és a hatékony antibiotikumok ismeretében az orvos **célzottan a legideálisabb** antibiotikumot tudja választani.

<sup>31</sup> A genetikai anyag (DNS) osztódás előtti megduplázódása.

<sup>32</sup> A folsavat (B<sub>9</sub>-vitamin) az emberi szervezet nem állítja elő, így a folsavszintézis-gátló gyógyszerek az emberi sejtekre nem toxikusak, csak a folsavat előállító baktériumokra. A folsav az aminosavak és a nukleinsavak anyagcseréjében játszik szerepet.

## 1.5 A gombák tulajdonságai

A gombák valódi sejtmaggal rendelkező, **eukrióta** élőlények. Lehetnek egy vagy többsejtűek is.

Mivel bizonyos tulajdonságaik az állatokhoz, más tulajdonságaik pedig a növényekhez teszik őket hasonlóná, ezért a biológiában a gombák, az állatok és a növények mellett, **önálló csoportot** (gombák országa) alkotnak<sup>33</sup>.

A gombák, az emberhez hasonlóan **heterotróf** élőlények, vagyis kész szerves anyagokat alakítanak át, illetve szerves anyagokból nyerik az életfolyamataikhoz szükséges energiát. Az energiatermelés lehet **oxidáció**, **fermentáció**, **oxidatív fermentáció**. Az oxidáció (légzés, aerob energiatermelés) és a fermentáció erjesztés, anaerob energiatermelés) a baktériumoknál ismertett folyamatokhoz hasonló (lásd ott), míg az oxidatív fermentáció a két folyamat jellegzetességeit ötvözi. A legtöbb gomba aerob, de az emberi kórokozók között jelentős számban vannak fakultatív anaerobok is (pl. a sarjadzógombák). A sarjadzógombák (élesztők) fermentációja a mindennapokban nagyon fontos (pl. bor és a sör erjedése, kelt tészták készítése).

A gombák, a baktériumokhoz hasonlóan, anyagcseréjük során különböző **toxínokat** (mérgező hatású vegyületek), amelyek szerepet játszanak az általuk okozott betegségek kialakulásában.

Mivel a gombák tápanyagok tekintetében **igénytelenek**, ezért a környezetben nagyon sok helyen képesek életben maradni és szaporodni. Ugyan ezen ok miatt könnyen, de általában alacsonyabb hőmérsékleten tenyésztethetők. A gombák szeretik a **nedvességet** (a gombasejt 80-90%-a víz!), a nedves helyeket, ez kórokozó képességüket is befolyásolja.

### 1.5.1 A gombák felépítése

#### *A gombasejt felépítésének a jellegzetességei*

- a gombasejt **mérete** 1-2  $\mu\text{m}$ -tól néhány száz  $\mu\text{m}$ -ig terjed,
- **sejtfal**: a baktériumokhoz és a növényekhez hasonlóan sejtfallal rendelkeznek, de annak összetétele különbözik mind a kettőtől<sup>34</sup>, mert kitint<sup>35</sup> tartalmazhat; a merev sejtfal meghatározza a gombasejt alakját,
- **sejthártya**: a gombák sejthártyája, hasonlóan a többi élőlényhez, lipid jellegű vegyületekből épül fel, feladata a sejt elhatárolása a környezettől, és ezen keresztül történik az anyagok áramlása a sejtbe vagy a sejtől kifelé,
- **citoplazma**: hasonlóan a többi eukarióta élőlényhez, a gombák citoplazmájában is találhatóak különböző sejtszervecskék (pl. riboszómák<sup>36</sup>, mitokondriumok<sup>37</sup>),
- **sejtmag**: a gombák maghártyával körülhatárolt, valódi sejtmaggal rendelkeznek, ebben található a gombasejt örökítő anyaga, kromoszómákba rendeződött, kettős szálú DNS; a gombasejtben a genetikai állomány egy példányban található meg (haploid),

<sup>33</sup> Különböző molekuláris vizsgálatokkal azt találták, hogy a gombák közelebb állnak az állatokhoz, mint a növényekhez.

<sup>34</sup> A baktériumoknak főleg peptidoglikánból, a növényeknek főleg cellulózból áll a sejtfala.

<sup>35</sup> Kitinből áll az ízeltlábúak külső váza is.

<sup>36</sup> A riboszómákon történik a sejt fehérjetermelése.

<sup>37</sup> A mitokondrium az energiatermelés helye.



- a gombasejtben lehet még **festékanyag** (pigment), amely a gomba jellegzetes színét adhatja, ez a gombák azonosításánál játszik fontos szerepet.

**Megjelenésük** alapján három csoportba soroljuk a gombákat:

- **sarjadzógombák,**
- **fonalas gombák,**
- **dimorf gombák.**

#### *A sarjadzógombák jellegzetességei*

A sarjadzó gombák (élesztőgombák) **egy sejtből** állnak, a sejtek változatos alakúak lehetnek (pl. gömb, megnyúlt, ellipszoid).

Nevüket jellegzetes ivartalan szaporodási módjukról, a sarjadzásról kapták. **Sarjadzás** (bimbózásnak is hívják) során az anyasejtről egy kisebb sejt, az ún. leánysejt fűződik le. A leánysejt egy idő után leválik az anyasejtről. A kisebb leánysejt növekszik, majd, amikor elért bizonyos méretet, róla is lefűződik egy újabb sejt.

Abban az esetben, ha az anya- és a leánysejt nem válik el egymástól, akkor a sarjadzó gomba, a fonalas gombákhoz látszólag hasonló **álfonalakat** hoz létre, melyben az egymáshoz kapcsolódó sejtek megnyúlnak.

A sarjadzógombák szilárd táptalajon a baktériumokhoz hasonló, tömör telepeket hoznak létre.

#### *A fonalas gombák jellegzetességei*

A fonalas gombák (penészgombák) sejtjei hosszirányban megnyúlnak, és az egymáshoz kapcsolódó sejtek **gombafonalat** (hifa) alkotnak. A gombafonal állhat egyetlen, sokmagvú sejtből is. A hifák jellegzetes, vattára hasonlító szövedéket, ún. **micéliumot** alkotnak. A micélium egy része az anyagcseréért, más része a szaporodásért felelős.

A fonalas gombák szilárd táptalajon nagyon jellegzetes, de változatos megjelenésű, **bolyhos, szőrös telepeket** alkotnak. A telepek színe is igen változatos lehet.

A fonalas gombák ivarosán és ivartalanul is szaporodnak (lásd később).

#### *A dimorf gombák jellegzetességei*

A dimorf<sup>38</sup> (két alakkal, megjelenéssel rendelkeznek) gombák a **külső környezet hőmérsékletétől függően** fonalas vagy sarjadzógombaként viselkednek. Az emberi test hőmérsékletén sarjadzógombákra hasonlítanak, a környezet hidegebb hőmérsékletén fonalas gombákra.

### **1.5.2 A gombák szaporodása**

A sejtosztódás (sarjadzás) mellett a gombák jellegzetes szaporodási formája **spórakkal** történik<sup>39</sup>. Szaporodásuk lehet **ivartalan** vagy **ivaros**<sup>40</sup>.

<sup>38</sup> di = kettő, morf = alak

<sup>39</sup> Mi, az egyszerűség kedvéért, mindig a spóra kifejezést tanuljuk. Valójában az ivaros szaporító képleteket nevezzük spórának, az ivartalan szaporodás elemeit konídiumnak hívjuk.

<sup>40</sup> A az ivaros (szexuális) és ivartalan (aszexuális) szaporodás mellett létezik egy harmadik mód is gombák esetében, ez a paraszexuális szaporodás.



**Ivartalan** szaporodási módok:

- a sarjadzógombák **sarjadzása** (bimbózás)<sup>41</sup>,
- fonalas gombák fonalainak (hifák) **feldarabolódása**,
- a fonalas gombák micéliumainak végén kialakuló jellegzetes képletekben (**spóratartókban**) kialakuló spórák.

**Ivaros** szaporodás során két gombasejt egyesül, a sejtmagjaik genetikai anyaga is összeolvad, majd az így létrejött, dupla örökítő anyagot tartalmazó sejt osztódik (meiózis – felező osztódás), két, **ivaros (valódi) spórát** hozva létre.

### 1.5.3 A gombák kórokozó képessége, gombák által okozott emberi betegségek

A földön élő, több százezer gombafaj között csak viszonylag kevés képes emberi betegséget okozni.

A **kórokozó gombákat** alapvetően két csoportra osztjuk:

- **obligát** kórokozók: mindig emberben élnek, paraziták, betegséget okoznak, a külső környezetben nem képesek életben maradni,
- **fakultatív**<sup>42</sup> kórokozók: alapvetően, a legtöbb gombához hasonlóan, élettelen anyagon élnek (szaprofiták), de ha az ember szervezetébe jutnak, betegséget okozhatnak.

A **gombák által okozott emberi betegségeket**<sup>43</sup> három csoportba soroljuk:

- a **bőr** gombás fertőzései: itt több alcsoportot szoktak megkülönböztetni:
  - **dermatomikózisok**: a bőr és a bőr képleteinek (haj, szőr, köröm) obligát kórokozó fonalas gombák által okozott betegségei, ezek a klasszikus bőrgombásodások,
  - **bőr alatti szövetek** fertőzései,
  - **felszíni** bőrfertőzések, amelyek csak a hám legfelső rétegét érintik,
  - szisztémás gombás fertőzések **bőrtünetei**.
- **szisztémás**<sup>44</sup> gombás fertőzések: egy vagy több belső szervet érintő fertőzések, kórokozójuk lehet sarjadzógomba vagy fakultatív kórokozó fonalas gomba<sup>45</sup>,
- **opportunist**<sup>46</sup> gombás fertőzések: bár ezek a fertőzések is szisztémás formában zajlanak, mégis külön csoportba sorolják őket, jelentőségük miatt; ezeknek a fertőzéseknek a kórokozói egészséges embert nem betegítenek meg, viszont nem megfelelően működő immunrendszerrel rendelkező emberben nagyon súlyos fertőzéseket hozhatnak létre.

<sup>41</sup> Valójában, a sarjadzás során létrejövő kisebb sejtet spórának (pontosabban blastokonídiumnak) tekintjük.

<sup>42</sup> fakultatív = szabadon választható, nem kötelező (Vagyis a fakultatív paraziták nem kötelezően, minden esetben kórokozók, csak bizonyos esetekben.)

<sup>43</sup> A gombák által okozott betegségeket összefoglalóan mikózisoknak nevezzük.

<sup>44</sup> szisztémás = a test különböző belső szerveit vagy az egész szervezetet érintő

<sup>45</sup> Egyes penészgombák által termelt toxinok májrákot okozhatnak.

<sup>46</sup> opportunist = megalkuvó, elvtelen, gerinctelenül alkalmazkodó (személy)

Gombás fertőzésekre **hajlamosító tényezők**:

- **bőr** gombás fertőzései esetén: rosszindulatú betegség, antibiotikum szedése, cukorbetegség, nem megfelelő ruházat, cipő viselése (műszálas, nedvességet nem áteresztő ruházat, szűk cipő), foglalkozási ártalom, stb.,
- **szisztémás** gombás fertőzésekben: bármilyen állapot, amelyre jellemző a szervezet védekező (immun) rendszerének nem megfelelő működése, gyengesége:
  - különböző betegségek esetén (pl. immunhiányos állapotok, AIDS, cukorbetegség, rosszindulatú betegségek, leukémia, traumák, égés),
  - alkoholizmus, kábítószer-függőség,
  - terápiás beavatkozásokkor (pl. antibiotikumok szedése, szteroidterápia, rosszindulatú betegségek kezelése citosztatikummal vagy sugárterápiával, szervátültetés utáni kezelés),
  - életkor (pl. csecsemőkorban, időssekben).

#### 1.5.4. A gombák ellenálló képessége

A gombák ellenálló képessége hasonló a baktériumokéhoz. A sterilizálásra és fertőtlenítésre használt eljárások a baktériumokhoz hasonló hatásúak a gombákra is.

Ahogy a baktériumoknál, úgy a gombák esetében is megkülönböztetjük a szaporodást gátló (**fungisztatikus**), és a gombákat elpusztító (**fungicid**) hatást.

#### 1.5.5 A gombák által okozott fertőzések kezelése

A gombaellenes szereket **antimikotikumoknak** hívjuk. Az antibiotikumokhoz viszonyítva számuk kevesebb. Megkülönböztetünk helyi (bőrgombásodásban) és szisztémás kezelésre használt szereket. Sajnos az egyes antimikotikumokkal szembeni ellenálló képesség is egyre elterjedtebb. A legtöbb antimikotikum a gombák sejthártyáját károsítja, míg mások különböző anyagcsere-utakat támadnak (pl. a nukleinsav-szintézist).

## 1.6 Az élősködők tulajdonságai

Az orvosi parazitológia az emberben vagy az emberen élősködő élőlényekkel foglalkozik.

### 1.6.1 Az élősködés fogalma

A természetben az élőlények gyakran kerülnek egymással kapcsolatba. Ez a kapcsolat mindkét fél szempontjából lehet előnyös, hátrányos vagy közömbös. Ennek megfelelően az élőlények kapcsolata sokféle lehet. Ezek közül az orvosi mikrobiológiában két kapcsolat típus bír nagy jelentőséggel:

- szimbiózis,
- élősködés (parazitizmus).

**Szimbiózisnak** nevezzük azt a kapcsolatot, amikor két (vagy több) faj egyedei együtt élnek, és ez az együttélés mind a két (vagy több) faj számára **előnyös**. Például az ember, és a vastagbélben élő baktériumok kapcsolata mind a két fél számára előnyös: ezek a baktériumok védik az embert a kórokozóktól, a baktériumok pedig ideális környezetet találnak a szaporodáshoz.

**Élősködés** esetében az egyik élőlény számára **előnyös** az együtt élés (**élősködő, parazita**), a másik élőlény számára pedig **hátrányos (gazda)**. Az élősködő a tápanyagokat a gazdaszervezetből szerzi, és a szaporodása is kötődik a gazdához.

Az élősködés ezen meghatározása alapján a **kórokozó vírusok, baktériumok és gombák is élősködnek** az emberi szervezetben. Ennek ellenére hagyományosan a **parazitológia tárgykörébe** három terület tartozik:

- protozoológia,
- helmintológia,
- entomológia<sup>47</sup>.

### 1.6.2 Az élősködők felosztása

Az emberi élősködőket több szempont szerint is feloszthatjuk.

Egyrészt fontos a már említett biológiai felosztás, rendszerezés:

- protozoonok,
- férgek,
- ízeltlábúak.

Másrészt feloszthatjuk az élősködőket annak megfelelően is, hogy hol élősködnek:

- a **belső** (endogén) paraziták a test belsejében, testüregekben, szövetekben, vérben élősködnek,
- míg a **külső** (exogén) élősködők a bőrön, a bőr rétegei között vagy a bőr függelékein (pl. haj) találhatóak.

---

<sup>47</sup> E három terület meghatározását lásd a 4. oldalon!

## A protozoonok

Egysejtű eukarióta élőlények. Magyarul véglényeknek hívjuk őket, növények (egysejtű algák) és egysejtű állatok is tartoznak közéjük. Az emberben élősködő protozoonok közé csak állatok tartoznak.

Felépítésükre jellemző, hogy a sejt fő tömegét a citoplazma adja, amelyet sejthártya határol körül. A protozoonok sejtjeiben egy vagy több sejtmag is található. Néhányukban járulékos sejtalkotók is találhatóak (pl. csilló, ostor), amelyek a mozgást és a táplálkozást<sup>48</sup> könnyítik meg. Méretük 2-től 100 µm közé esik.

Két megjelenési formájuk létezik:

- az aktív forma a **vegetatív alak**
  - a protozoonok ebben a formában mozognak, táplálkoznak, szaporodnak,
  - a vegetatív alak viszonylag érzékeny a külső behatásokra,
- a másik forma a **ciszta**
  - ez nyugalmi, passzív alak, ebben a formában a sejt nem mutat életjelenségeket,
  - a vegetatív alak akkor alakul át ellenálló tokkal körülvett cisztává, ha a környezeti feltételek kedvezőtlennek válnak,
  - a ciszták ellenálló képessége jóval nagyobb, mint a vegetatív alaké,
  - a protozoon ciszta formájában is képes fertőzni,
  - nem mindegyik protozoon képes cisztává átalakulni.

A protozoonok **szexuális (ivaros) és aszexuális (ivartalan)** úton is képesek szaporodni. Az aszexuális szaporodás a gyakoribb. Szexuális szaporodás során két, különböző nemű ivarsejt egyesül. Az ivartalan szaporodás során általában a sejt **ketté hasad** (kettéosztódik), de előfordul az is, hogy nem kettő, hanem több utódsejtre hasad a sejt. Sok faj mind az ivaros, mind az ivartalan szaporodási módra is képes.

Az emberi élősködő egysejtűek **négy csoportba** sorolhatóak:

- **amőbák:** jellegzetes sejtnyúlványokkal (**állábak**) mozognak, illetve ezek segítségével táplálkoznak<sup>49</sup> is,
- **ostorosok:** fajonként változó számú ostorral rendelkeznek, amely az aktív mozgást biztosítja
- **spórások:** nevüket onnan kapták, hogy a szexuális szaporodásuk során ún. sporozoitákat képeznek, egyéb járulékos sejtalkotójuk nincsen,
- **csillósok:** az egész testüket csillók borítják, ez segíti őket a táplálkozásban<sup>50</sup>, illetve a csillókkal képesek az aktív mozgásra is.

<sup>48</sup> A protozoonok, ellentétben a baktériumokkal vagy a gombákkal, a táplálékot szilárd formában (nem oldottan) veszik fel. Némelyik szájnírással is rendelkezik.

<sup>49</sup> Az állábak segítségével körbefolyják a táplálékot, és így kebelezik be azt.

<sup>50</sup> A csillók mozgása az állat szájníráshoz sodorja a táplálékot.

## A férgek

Soksejtű eukarióta állatok. Felépítésükre általában jellemző, hogy megnyúlt, fonalszerű élőlények. Az emberi élősködő férgek mérete 1-2 mm-től akár 10 m-ig is terjedhet.

Az élősködő férgek a táplálékukat a **gazdaszervezet** szöveteiből, testnedveiből vagy a béltartalommból veszik fel.

A férgek **petékkel** szaporodnak. A pete ellenálló tokkal körülvett, gömbölyű vagy megnyúlt képlet, amelyben a féreg lárvája található. A kifejlődés után, a kikelő lárvának még további fejlődésen kell keresztül mennie, mielőtt eléri a kifejlett formát. A fejlődés során egy vagy több gazdaszervezetben is fejlődhet a féreg, ennek megfelelően megkülönböztetünk egyszerű vagy összetett fejlődésű férgeseket. Ennek nagy jelentősége van a férgek terjedésében.

A férgek hetekig, hónapokig élnek, de vannak fajok, amelyek évekig, akár évtizedekig is életben maradnak.

Orvosi szempontból a férgek közül a **laposférgek** és a **fonálférgek** jelentősek.

A **laposférgek** felépítése a legegyszerűbb a férgek között. Ahogy a nevük is mutatja, lapos élőlények. Általában híműek<sup>51</sup>. Sokuk életciklusa igen bonyolult, az ember általában a végső gazdájuk. Két osztályuk bír orvosi jelentőséggel:

- **szalagférgek** (galandférgek): testük egy fejből, és az ahhoz kapcsolódó ízektől áll; az ízekben található a peték; az érett íz egy idő után leválnak, és a bennük lévő petével együtt a külvilágba kerülnek; a szalagférgek mérete, fajtól függően, 3-4 cm-től a 10-15 m-ig terjedhet,
- **mételyek**: néhány centiméteres, levél alakú állatok; fejlődésük általában összetett.

A **fonálférgek** fejlettebbek, fonalas, hengeres felépítésűek. Általában váltivarúak, általában a nőtények nagyobbak. A hengeresférgek között vannak **elevenszülő** fajok is, vagyis a peték még a nőtény szervezetén belül kikelnek, és az anya eleven lárvákat szül.

## Az ízeltlábúak

Az emberi élősködők közül, biológiai értelemben, a legfejlettebb élőlények. Soksejtű eukarióta állatok, szervezetükben elkülönült szerveket és szervrendszereket találunk. Testüket, kitint tartalmazó, külső merev váz szilárdítja. Nevüket jellegzetes, ízektől álló végtagjaikról kapták.

Az ízeltlábúak ma ismert, több mint 800 ezer faja közül csak néhány emberi élősködő található. Fontosabbak közülük:

- rühatka,
- tetvek,
- bolhák,
- kullancsok,
- szúnyogok,

<sup>51</sup> Ugyan az az egyed hím és nőtény is egyszerre.

- legyenek.

Az élősködő ízeltlábúak azért is fontosak, mert jelentős részük fontos bizonyos fertőző betegségek terjedésében.

### 1.6.3 A gazdaszervezet jellegzetességei

Azt az élőlényt, mi esetünkben ez általában az ember, amely életteret biztosít a parazita számára, és ahol a parazita képes táplálkozni és fejlődni vagy szaporodni, **gazdának**, **gazdaszervezetnek** nevezzük.

A gazdaszervezetnek két fajtáját különítjük el:

- **végző gazda:** itt található az élősködő kifejlett, ivarérett formája,
- **köztigazda:** itt a féreg vagy protozoon egy közbülső formája, fejlődési alakja található; nem mindegyik élősködő fejlődéséhez szükséges köztigazda.

A különböző élősködő fajok esetében **az ember leggyakrabban végző gazdaként szerepel**, de ritkán köztigazda is lehet. Ennek nagy jelentősége van a féregfertőzések terjedésében, illetve azok megakadályozásában.

### 1.6.4 Az élősködők bejutása a gazdába

Ahhoz, hogy az élősködővel történő fertőzés létrejöhessen, a következő feltételeknek kell teljesülnie:

- a parazita **fertőzőképes stádiumot** elért alakja hatoljon be a gazdaszervezetbe; ennek különösen a bonyolult fejlődési ciklussal rendelkező élősködőknél van jelentősége,
- a parazita a **megfelelő gazdába** jusson be; az élősködők esetében is megfigyelhető gazda fajlagosság, vagyis az egyes élősködők csak bizonyos fajban (fajokban) képesek élősködni,
- fontos, hogy a megfelelő **behatolási kapun** kerüljön a szervezetbe a parazita
  - leggyakoribb behatolási kapu a **gyomor-bélrendszer**,
  - de bekerülhetnek az élősködők **aktívan a bőrön keresztül** fúrva magukat,
  - passzívan, valamilyen **vérszívó csípésével**,
  - **szexuális** úton,
  - illetve a magzat fertőződhet a **méhlepényen keresztül** is.
- bizonyos **hajlamosító tényezők** megléte vagy hiánya befolyásolhatja a fertőzés bekövetkeztét.

Az élősködők bejutásának jellegzetességei rendkívül fontosak az ellenük való **védekezés** szempontjából.

### 1.6.5 Az élősködők okozta károsodások

Az élősködő okozta káros hatások kialakulása több tényezőtől függ:

- élősködő fajtától,
- a paraziták számától,

- a megtelepedés helyétől,
- a megtámadott szövetek, szervek reakciókészségétől,
- a szervezet általános állapotától.

Az élősködők által okozott kóros folyamatok, betegségek különböző súlyosságú állapotok lehetnek. Általánosságban elmondható, hogy a parazitás fertőzések java nem okoz halálos megbetegedést, hiszen az élősködőnek nem érdeke, hogy a gazda meghaljon, hiszen ebben az esetben új gazdát kellene magának találni.

Az élősködők által létrehozott károsodások a következő csoportokba sorolhatók:

- **táplálékfelvonás:** az élősködő, természetesen, a gazdaszervezet tápanyagait használja fel, ezek az elhasznált tápanyagok hiányozhatnak a gazdaszervezetnek; mégis a tápanyagfelvonás nem feltétlenül olyan mértékű, hogy tüneteket okozzon<sup>52</sup>, a leggyakoribb tünet gyermekeknél a gyarapodás, a növekedés elmaradása a várttól; a tápanyag felvonás speciális formája, ha a parazita az ember vérével táplálkozik, vagy ha a fertőzés következtében rendszeres vérvesztés történik (pl. bélvérzés), ami súlyos vashiányhoz, és így **vérszegénységhez** (anémia) vezethet,
- **mechanikus károsodás:** a testüregekben, járatokban, vezetékben vagy az erekben tartózkodó parazita elzárhatja az utat, kóros nyomást fejthet ki a környező szövetekre, szervekre; a lárvák, férgek vándorlása is okozhat tüneteket; a mechanikus károsodás **gyulladásos folyamatokat** indíthat el,
- **toxikus károsodás:** a paraziták anyagcseréjének termékei, illetve a parazita által termelt mérgező anyagok komoly károsodásokat okozhatnak; ennek speciális formája a parazitából felszabaduló, az ember számára idegen, fehérjék által kiváltott **túlérzékenységi (allergiás) reakció**,
- **szöveti elváltozások:** a mechanikus és toxikus károsodások, valamint a következményes gyulladás szöveti elváltozásokat hozhatnak létre, aminek a legsúlyosabb formája a kialakuló **rosszindulatú daganat** (pl. májrák),
- **betegségek terjesztése:** egyes élősködők, főleg a vérszívó ízeltlábúak különböző betegségeket terjeszthetnek (pl. a kullancsok által terjesztett Lyme-kór),
- **ellenálló képesség csökkenése:** jellemző, hogy a parazitás fertőzések gyakran az egész szervezet ellenálló képességét is csökkentik, így egyéb, másodlagos betegségek kialakulására hajlamosítanak.

### 1.6.6 Az élősködők ellenálló képessége

A különböző élősködők különböző fejlődési alakjai eltérő ellenálló képességgel rendelkeznek.

#### *A protozoonok ellenálló képessége*

Protozoonok esetében elmondható, hogy a **ciszták a vegetatív alakokhoz képest jóval ellenállóbbak**.

A **kiszáradást** nagyon rosszul tűri, néhány órán belül elpusztulnak, míg nedves környezetben napokig, vízben hetekig életben maradnak.

<sup>52</sup> Például a bélcsatornában élősködő férgek esetén a férgek száma nagyban befolyásolja tünetek meglétét, néhány féreg egyáltalán nem okozhat tüneteket.

**Melegre** érzékenyek forralással percek alatt elpusztíthatóak.

**Kémiai szerekkel** szemben ellenállóbbak, mint a baktériumok, a szokásosan használt vegyszerek nagy része nem károsítja őket.

#### *A férgek ellenálló képessége*

A féregpeték is rosszul tűrik a **kiszáradást**, míg a **melegre** kevésbé érzékenyek, mint a protozoonok cisztái.

A férgek és a féregpeték **vegyszerekkel** szembeni ellenálló képessége fajonként igen nagy változatosságot mutat.

#### **1.6.7 Parazitás fertőzésekben alkalmazott gyógyszerek**

A **protozoon fertőzésekben alkalmazott kemoterápiás szerek** az emberben élő parazitára vagy annak valamelyik fejlődési alakjára hatnak, azokat megölik.

**Férgek** esetében olyan gyógyszerek állnak rendelkezésre, amelyek a **kórokozót elpusztítják**, vagy a számukat csökkentik. Sajnos, a férgek ellen használt szerek gyakran okozhatnak mellékhatásokat, mivel az emberi szervezetre is gyakran toxikusak. A bélben élősködő férgek kezelése annyiban egyszerűbb, hogy a bélből nem felszívódó szereket lehet használni, amelyeknek kevesebb a mellékhatása.

A parazitás fertőzések esetében is nagyon fontos a **megelőzés**.



## 1.7 Az ember és a mikroorganizmusok kapcsolata

### 1.7.1 A mikróbák kórokozó tulajdonsága

Az orvosi mikrobiológia körébe tartozó mikroorganizmusok nem minden esetben okoznak betegséget, nem mindig kórokozók. Ez az állítás főleg a baktériumokra és a gombákra igaz. Ugyanaz a baktérium okozhat súlyos, esetleg halállal végződő betegséget, és békésen együtt is élhet az emberrel.

#### Patogenitás

A **patogenitás** a mikroorganizmus kórokozó (betegségokozó) képességét jelenti. A patogenitás **relatív** fogalom, és a következő jellegzetességei vannak:

- a gazdaszervezet és a mikróba **viszonyát** fejezi ki<sup>53</sup>,
- fajhoz (fajokhoz) kötött **spektruma** van, ami azt jelenti, hogy vannak csak emberi kórokozók, amelyek más fajba tartozó élőlényt nem képesek megbetegíteni<sup>54</sup>, és vannak olyan emberi kórokozók, amelyek más élőlényekben is patogének<sup>55</sup>,
- **fokozatai** vannak, amelyek a következők:
  - **apatogén** (nem kórokozó) mikróbák: ezek biológiai értelemben szaprofita élőlények, vagyis leginkább csak az élettelen környezetben találják meg az életfeltételeiket, de a szaprofiták között is találhatóak olyanok, amelyek valamilyen gazdaszervezetben is képesek szaporodni, de ezek betegséget soha nem okoznak,
  - **potenciális kórokozók**: ezek a mikroorganizmusok az emberi szervezetben normálisan is megtalálhatóak, de bizonyos esetekben (pl. egy törzsük válik fokozottan patogénné, vagy a gazdaszervezet védekező képességének csökkenésével túlzottan elszaporodhatnak) kórokozókká válhatnak<sup>56</sup>,
  - **opportunist kórokozók**: ide azokat a mikróbákat soroljuk, amelyek csak akkor okoznak fertőzést, ha a gazdaszervezet védekező képessége csökkent (pl. AIDS vagy az immunrendszer működését csökkentő gyógyszeres kezelés során),
  - **fakultatív kórokozók**: ezek a mikróbák emberben betegséget okozhatnak, mindamellett tünetmentes hordozásuk is lehetséges, vagyis úgy is szaporodhatnak az emberi szervezetben, hogy betegséget nem okoznak<sup>57</sup>, de más emberben igen,
  - **kötelezően mindig (obligát<sup>58</sup>) kórokozók**: ezek jelenléte az emberi szervezetben mindig fertőzést jelent, tünetek nélküli hordozásuk nem lehetséges<sup>59</sup>.

<sup>53</sup> Például influenzajárvány idején nem mindenki betegszik meg. Ugyanaz a vírus egyik ember esetében kórokozó (patogén), míg a másik ember esetében pedig nem.

<sup>54</sup> Ilyen pl. a járványos agyhártyagyulladás kórokozója a *Neisseria meningitidis*, vagy a hastífuszt okozó *Salmonella typhi*.

<sup>55</sup> Pl. madárinfluenza bizonyos törzsei, vagy a veszettség vírusa.

<sup>56</sup> A hüvelyben normálisan is lehet *Candida albicans* nevű sarjadzógomba, amely fertőzést, tüneteket nem okoz. Abban az esetben, ha a hüvely normális bakteriális flórája csökken, a gomba elszaporodik, és tüneteket okozó fertőzés alakulhat ki.

<sup>57</sup> Ebbe a csoportba sok, hagyományos kórokozó tartozik, pl. *Staphylococcus aureus* vagy *Salmonella*.

<sup>58</sup> obligát jelentése itt: kizárólagos

<sup>59</sup> Ide tartozik pl. a pestis kórokozója a *Yersinia pestis*.

- a kórokozó képességnek mérhető **mértéke, erőssége** is van, amelyet virulenciának hívunk.

### A virulencia

Míg a patogenitás egy faj genetikailag örökletes és állandó tulajdonsága, addig a virulencia ennek a **kórokozó képességnek a mértékét fejezi ki**. Általánosságban elmondható, hogy egy fokozottan virulens törzs súlyosabb, míg a kevésbé virulens törzs kevésbé súlyos fertőzést, betegséget képes okozni.

A virulencia laboratóriumi körülmények között **mérhető** is, ennek kapcsán két fogalmat szoktunk használni:

- legkisebb halálos dózis (dosis lethalis minima, DLM): az a legkisebb mikroorganizmus szám, amely a kísérleti állat elpusztításához szükséges,
- 50%-os halálos dózis ( $LD_{50}$ ): az a legkisebb kórokozó szám, amely bizonyos számú kísérleti állat elpusztításához szükséges<sup>60</sup>.

Például kevésbé virulens kórokozó (pl. egy hasmenést okozó szalmonella) fertőző csíraszama 1 millió és 1 milliárd élő sejt közé esik; a hastífusz baktériumából tízezer élő sejt elegendő a betegség kialakításához; a vérhas kórokozója esetén ez a sejtszám száz és ezer között van, míg az erősen virulens calicivírusból 10-nél kevesebb vírus részecske bejutása is elegendő a betegség létrejöttéhez.

A virulencia mértéke különböző genetikai tulajdonságok összessége egy adott törzsből, ennek megfelelően változhat is. Bizonyos módszerekkel mesterségesen is **csökkenthető** (attenuálásnak hívjuk az eljárást, és pl. oltóanyagok előállításánál használják), illetve **növelhető**<sup>61</sup>.

A virulenciát a következő **tényezők** (virulencia faktorok) hozzák létre:

- **nem toxikus tényezők:** két csoportjuk van:
  - a **sejt felszínén elhelyezkedők** a mikroba megtapadását segítik elő, illetve a gazdaszervezet védekező rendszerével szembeni védekezést biztosítanak, pl. a bakteriális tok, a baktériumok fimbriái,
  - a sejt által termelt **extracelluláris** (a sejten kívülre kiválasztott) **enzimek**, amelyek nem mérgező hatásúak, de befolyásolják a baktérium kórokozó képességét, pl. a *Staphylococcus aureus* által termelt koaguláz enzim, amely a baktérium körül kicsapja a gazdaszervezet fehérjéit, így védve a baktériumot az immunrendszertől,
- **toxikus tényezők:** a baktériumok által termelt toxinok (mérgező anyagok), nagyon fontos virulencia faktorok, két csoportba soroljuk őket:
  - **exotoxinok:** a baktérium a környezetébe üríti, a következő jellegzetességeik vannak:
    - fehérje természetű anyagok,

<sup>60</sup> Az  $LD_{50}$  annyiban használhatóbb, mint a DLM, hogy kiküszöböli a kísérleti állatok egyéni érzékenységből eredő különbségeket.

<sup>61</sup> A virulencia pl. növelhető embereken vagy állatokon történő sorozatos átoltással. Ezzel függ össze az a megfigyelés, hogy ha egy családban több kisgyermek is van, és a bárányhimlő egymás után betegíti meg őket, a gyermekekben kialakuló betegség egyre súlyosabb lesz; illetve járványok kezdeti, felszálló szakaszában egyre többen és súlyosabban betegednek meg..

- hőre érzékenyek, a hőmérséklet növekedése hatástalanítja őket (nem mindegyiket<sup>62</sup>),
- nagyon erős mérgező anyagok (a *Clostridium botulinum* által termelt botulinum toxin az ismert legerősebb mérgező vegyület, egy grammja egy millió ember halálát okozhatja)
- mivel fehérje természetű anyagok, jó antigének, ami lehetővé teszi, hogy a toxint hatástalanító antitoxint állítsunk elő (pl. tetanusz elleni passzív védőoltás esetében),
- bizonyos eljárással a mérgező hatásuk megszüntethető úgy, hogy az antigén tulajdonságuk megmarad, ez a módszer szintén oltóanyag előállításához használható (pl. a tetanusz elleni aktív védőoltás),
- hatásuk a toxinra jellegzetes (pl. a tetanusz toxin jellegzetes izomgörcsöket okoz),
- hatásuk létrejöttéhez bizonyos időnek (inkubációs idő) kell eltelnie,
- három csoportra oszthatjuk őket:
  - neurotoxinok (idegrendszerre ható),
  - citotoxinok (sejtekre ható),
  - enterotoxinok (bélrendszer működésére ható)
- **endotoxinok:** nevüket onnan kapták<sup>63</sup>, hogy a baktériumsejt belsejében találhatók, tulajdonságaik a következők:
  - a baktérium sejtfalának a részei,
  - ebből következik, hogy csak a baktérium halálakor szabadulnak fel,
  - a hőre nem érzékenyek, a hőmérséklet növekedése nem hatástalanítja őket,
  - elsősorban lipid természetű anyagok,
  - emiatt rossz antigének, ellenük nem termelődnek ellenanyagok,
  - így ellenük védőoltás (passzív vagy aktív) nem készíthető,
  - hatásuk nem jellegzetes, minden baktérium esetében egyforma, sokkot okoznak,
  - a hatás kialakulásához nem szükséges inkubációs idő.

### 1.7.2 A fertőzés

A fertőzés kialakulásához a következőknek kell teljesülnie:

<sup>62</sup> Pl. a *Staphylococcus aureus* enterotoxinja, amely a gyomor-bél rendszerre hatva ételmérgezést okoz, mérgező hatású marad az étel felforralása után is!

<sup>63</sup> endo- = belső

- a mikroorganizmus **bejut** a gazdaszervezetbe,
- ott megtelepszik és **elszaporodik**,
- az elszaporodott mikróba **kölcsönhatásba** kerül a gazdaszervezettel.

Ha ezek közül **bármelyik elmarad**, nem alakul ki fertőzés. Pl. ha a bejutott mikróba nem képes elszaporodni, akkor előbb-utóbb elpusztul, és így eltűnik a szervezetből, vagy ha az elszaporodott mikroorganizmus nem lép kölcsönhatásba a szervezettel, akkor szintén nem beszélhetünk fertőzésről. Ez utóbbira példa, amikor a kórházi környezetben a beteg bőrén elszaporodnak a kórházra jellemző baktériumok, de hatásuk nincs a beteg szervezetére.

A **betegség** nem egyenlő a fertőzéssel. Betegség kialakulásához a fenti három tényezőn kívül az is szükséges, hogy a kórokozó és a szervezet kölcsönhatása következtében **tünetek** jelentkezzenek, a szervezet működési egyensúlya károsodjon. Vagyis a mikroorganizmus és az emberi szervezet között létrejött kölcsönhatás határozza meg a fertőzés, a betegség és végső soron az ember sorsát is. A kölcsönhatás függ a mikroorganizmustól (pl. virulencia) és az embertől (pl. immunrendszer állapota) is.

Ennek megfelelően a következő kategóriákat különböztethetjük meg:

- **klinikai tünetekkel járó fertőzés:** ez maga a kialakult betegség,
- **latens fertőzés:** ennek során a fertőzés létrejön, de tünetek nem alakulnak ki, csak utólag sikerül a már lezajlott fertőzést kimutatni,
- **hordozás:** a mikróba elszaporodik egy adott helyen a szervezetben, és ott egy bizonyos ideig megtalálható anélkül, hogy fertőzést és betegséget okozna, viszont az egyén a környezetébe üríti a kórokozót; a hordozásnak rendkívül nagy jelentősége van a járványtanban, ott bővebben foglalkozunk vele.
- **kolonizáció:** a kolonizáció (benépesítés) a fertőzést vagy a hordozó állapot kialakulását megelőző szak, megjelenik a mikróba a szervezetben, változó ideig jelen van, és a későbbiekben dől el, fertőzés lesz-e, hordozó állapot alakul ki, vagy végleg eltűnik a szervezetből,
- A fertőzések **forrását** és **terjedési módjait** a járványtan keretében tanuljuk. Itt csak azt hangsúlyozzuk ki, hogy a kórokozó nem minden esetben a külvilágból származik. **Endogén** (belső eredetű) **fertőzésnek** nevezzük, amikor a kórokozó a beteg szervezetéből származik (pl. a bélflóra tagja bejutva a húgyhólyagba annak gyulladást okozhatja). A kívülről bejutott kórokozó által kiváltott infekciókat **exogén fertőzéseknek** nevezzük.

A **behatolási kapu** az emberi szervezet azon pontja, ahol a kórokozó a behatol az emberi testbe. Ez lehet pl.:

- ép bőr,
- sérült bőr,
- vérszívó közvetítésével a bőrön keresztül a vérpályába,
- légzőrendszeren keresztül,

- az emésztőrendszeren át,
- orvosi beavatkozás révén (pl. infúzió, vérátömlesztés, művese kezelés).

A behatolási kapu az egyes mikroorganizmusokra jellemző (pl. csak akkor okoz betegséget, ha a légzőrendszeren keresztül jut be a szervezetbe). Vannak olyan kórokozók, amelyek több helyen is be tudnak jutni, és ennek megfelelően különböző jellegű betegséget okozhatnak (pl. az anthrax – lépfene - esetében attól függően, hogy a baktérium a bőrön, a tüdőn vagy az emésztőrendszeren keresztül hatol be, beszélünk bőr-, tüdő- és bélanthraxról).

A **fertőzések lefolyása** elsősorban a kórtan és a különböző klinikai tárgyak témája, itt csak röviden a lefolyás szakaszait ismételjük át:

- lappangási idő: a fertőzés bekövetkezte és a tünetek között eltelt idő; fertőző betegségek esetében igen fontos ez a szakasz, mert sok járványos megbetegedés már ebben a szakaszban is fertőz (pl. skarlát), illetve hossza jellemző lehet az adott betegségre (pl. influenza esetében 1-2 nap),
- prodroma: általános tünetek kialakulása,
- kifejlődés: megjelennek a betegségre jellemező tünetek,
- lábadozás: a gyógyulás szakasza; vannak olyan fertőző betegségek, amelyek esetében a beteg a lábadozás vagy a teljes gyógyulás után is ürítheti a kórokozót,
- kimenetel: a teljes gyógyulástól a halálig terjedően sokféle lehet.

A fertőzések különleges típusa az ún. **nozokomiális infekció**, amely az egészségügyi ellátás során létre, és érintheti az ellátott beteget, az ellátó személyzetet, de a beteg hozzátartozóit is. Részletesebben szintén a járványtan keretében tanulunk róla.

### 1.7.3 A szervezet védekező rendszere

Természetesen az emberi szervezet védekezni igyekszik a behatoló mikroorganizmusokkal szemben. Ennek során a testünk többféle, különböző módszerrel igyekszik távol tartani a mikrobákat. Ezeket a mechanizmusokat két csoportba szokták sorolni:

- **aspecifikus** (általános) folyamatok, amelyek általában minden mikroorganizmus ellen hatnak,
- és a **specifikus** (egyedi) folyamatok, amelyek már csak egy bizonyos mikroba ellen hatékonyak; a specifikus védekező folyamatok az emberi szervezet immunrendszerének a részei.

Szervezetünk mikrobák elleni védekező rendszeréhez tartoznak, pl.:

- bőr és a nyálkahártyák: hámréteg épsége, normál flóra jelenléte, különböző enzimek, nyál, könny, izzadság,
- gyomor által termelt sósav,
- nyirokszervek és nyirokcsomók hálózata,

- a szövetekben és a vérben lévő mechanizmusok: fagocitózis, gyulladásos folyamat, komplement rendszer, celluláris és humorális immunválasz.

#### 1.7.4 Az emberi szervezet normál bakteriális flórája

Már születésünk pillanatában (sőt előbb, hiszen a magzat már a szülőcsatornában találkozik mikróbákkal) kapcsolatba kerülünk a körülöttünk lévő mikroorganizmusokkal. Az újszülött szervezetének különböző helyein megtelepedt mikróbák (főleg baktériumok) szaporodásnak indulnak, és létrehozzák az ún. **normál flórát**, amelynek az összetétele az életkorral és más körülmények hatására változik, amely életünk végéig velünk marad.

A normál flóra főleg baktériumokból áll, de más mikroorganizmusokat (pl. sarjadzógombák) is tartalmaz. Összetétele az anatómiai helytől és az életkortól függően más és más.

A testünk flórája két részből áll:

- **állandó flóra** (szigorúan véve ezt nevezhetjük csak normál flórának): olyan mikróbákból áll, amelyek az adott anatómiai területen állandóan kimutathatóak,
- **átmeneti flóra**: ideiglenesen megtelepedő mikróbákból áll (főleg a bőrön és a nyálkahártyákon), amelyek csak bizonyos ideig (órák vagy napok) találhatók meg az adott területen.

A normál flóra **jelentősége**:

- nagyon fontos szerepük van az emberi szervezet **védekező rendszerében**; betöltve a biológiai életteret nem engedik a kórokozókat megtelepedni, így védik a szervezetet a fertőzéstől (pl. a hüvely normál flórájában található *Lactobacillusok* által termelt tejsav akadályozza más mikróbák szaporodását),
- a normál bélflóra **vitaminokat** termel, amelyek felszívódnak, és a gazdaszervezet hasznosítja őket (pl. K-vitamin),
- a bélflóra szerepet játszik a **tápanyagok lebontásában** is<sup>64</sup>,
- segíti az **immunrendszer fejlődését**.

Az emberi test normál flórája anatómiai hely szerint:

- **bőr**: a flóra összetétele testtájanként változik, legfontosabb tagjai: ***Staphylococcus*** fajok (*S. aureus* is), sarjadzógombák, végbél környékén bélbaktériumok, anaerob baktériumok közül a *Propionibacterium*,
- **légutak**: az orr, a torok és a garat jellegzetes, egymáshoz hasonló flórával rendelkezik: leggyakoribbak az ún. **zöldítő *Streptococcus*** fajok, emellett számos más baktérium és sarjadzógomba is található benne; sok ember orr-torok váladékában hordoz fakultatív kórokozókat (pl. *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus pneumoniae* (*Pneumococcus*),

<sup>64</sup> Japánban a lakosság bélflóráját alkotó baktériumok olyan géneket tartalmaznak, amelyek segítenek a baktériumoknak az algákban található vegyületek lebontásában. Ez összefüggésben áll azzal, hogy Japánban szusi fogyasztásával gyakran esznek az emberek algát, míg például Európában ez nem figyelhető meg.

- **szájüreg:** a szájüreg flórájának összetétele az életkortól, táplálkozástól, szájhygiénától, a nyál összetételétől függően változik, fő összetevőjük itt is a **zöldítő *Streptococcusok***,
- **gyomor-bélrendszer:** a gyomorban, savtartalma és emésztőenzimjeinek köszönhetően, alig vagy egyáltalán nem találhatók baktériumok, a vékonybelekbe sincs vagy csak kis számban baktérium,
- ezekkel ellentétben a **vastagbél** jelentős flórával rendelkezik: legnagyobb számban anaerob baktériumok találhatók benne, az aerobok közül az ***Escherichia coli*** a legjelentősebb<sup>65</sup>,
- **húgy-ivarszervek:** a **hüvely** mikroflórája a legjelentősebb, amelynek összetétele az életkorral változik:
  - a pubertás előtt főleg coccusok alkotják, a pH semleges,
  - a nemi érés során (hormonális hatásra) elszaporodnak anaerob ***Lactobacillus***-fajok<sup>66</sup>, amelyek tejsavat termelnek, és így kialakul a jellegzetes savas pH, ami gátolja a kórokozók elszaporodását,
  - a menstruációs ciklus során, fogamzásgátló szedésekor, terhesség és szoptatás idején (szintén a hormonális változások kapcsán), vagy antibiotikumok szedése esetén is változhat a flóra összetétele,
  - a *Lactobacillusok* és más aerob és anaerob baktériumok mellett **sarjadzógombák (*Candida*)** is lehetnek a normál hüvelyflórában, ám ez általában csak akkor jelent fertőzést és tünetekkel járó megbetegedést, ha a csökkenő *Lactobacillus*-flóra következtében a gombának lehetősége van elszaporodni.
- **szövetek és a vér:** nem találhatók bennük mikroorganizmusok, bár időnként a szájból (pl. fogmosás alkalmával is), garatból, a bélcsatornából bekerülhetnek baktériumok, de ezek hamar eltűnnek, kóros folyamatot, megbetegedést csak speciális esetben okozhatnak (pl. szívbelhártya-gyulladás).

<sup>65</sup> A kialakuló coli flóra az élet során állandó marad és egyénre jellemző

<sup>66</sup> Régebbi nevén Döderlein-baktériumok vagy Döderlein-flóra.

## 1.8 Mikrobiológiai vizsgáló módszerek

A klinikai mikrobiológia munkájának nagyon fontos része a gyógyító orvos munkájának segítése a laboratóriumi diagnosztika eszközeivel. Ezt a tevékenységet a mikrobiológiai laboratórium nem egyedül végzi, hiszen a gyógyításban résztvevő egészségügyi dolgozók a helyes mintavétellel, a minták megfelelő tárolásával és szállításával alapvetően hozzájárulnak a laboratórium sikeres munkájához. Emiatt, még ha csak nagyon vázlatosan is, meg kell ismerkednünk a mikrobiológiai mintavétel sajátosságaival, illetve a mikrobiológiai laboratóriumi diagnosztika alapjaival.

### 1.8.1 Mikrobiológiai mintavétel

Mivel a mintavételek elméleti és gyakorlati tudnivalóival az ápolástan és a klinikumi ismeretek tantárgyakban részletesen is megismerkednek, ezért itt csak a legfontosabb tudnivalókat foglaljuk össze!

A mikrobiológiai mintavételt a következő szempontokkal határozhatjuk meg:

- a **fertőzött területről**,
- **máshonnan származó mikroorganizmusok kizárásával** nyert anyag vétele.

Vagyis a célunk az, hogy olyan mintához jussunk, amelyben benne van a kórokozó, és amennyire csak lehet más mikróba ne szennyezze a mintát.

A minta vételénél a következő szempontokat kell figyelembe venni:

- megfelelő **helyről**: általában a fertőzés helyéről vesszük a mintát, de pl. szerológiai vizsgálatokhoz természetesen vért veszünk,
- megfelelő **időben**: akkor kell mintát bennünk, amikor a kórokozó a legnagyobb valószínűséggel, a legnagyobb számban található meg, pl. az antibiotikus kezelés csökkenti a baktériumok számát, így mintát az antibiotikum beadása előtt kell venni,
- megfelelő **módszerrel**: sok tényező befolyásolja (pl. a beteg állapota, tárolás, szállítás, stb.) azt, hogy milyen módszerrel, hogyan vesszük a mintát, ami mindig nagyon fontos, hogy **csak steril eszközzel** szabad mikrobiológiai mintát venni!
- megfelelő **mennyiségű**: elegendőnek kell lennie a mintának ahhoz, hogy fel lehessen dolgozni, valamint, hogy megfelelő számú kórokozó legyen benne; a túl sok minta is lehet helytelen (pl. hemokultúra esetében a gyártó által előírt mennyiségű vért kell a palackba fecskendezni, a több vagy a kevesebb vér is rontja a vizsgálat eredményességének az esélyét).

Ha ezek közül valamelyik nem teljesül, a vizsgálat, nagy valószínűséggel, értékelhetetlen lesz, félrevezető eredményt ad, és meg kell ismételni.

A mikrobiológiai minták vételénél kiemelten fontos az **aszepszis-antiszepszis** illetve a **sterilitás** szabályainak betartása, a következő okokból:

- elkerüljük a **minta szennyeződését**,
- megakadályozzuk az **egészségügyi személyzet fertőződését**; ez nagyon fontos, hiszen a mikrobiológiai minták különösen veszélyes fertőző források lehetnek,



- hasonlóan el kell kerülni a **beteg fertőződését** is.

A szabályok betartása nem csak a minták vételnél, hanem a **minták tárolásánál és szállításánál** is kötelező!

A levett mintát, ha lehetséges **azonnal**, de legalább két órán belül el kell juttatni a laboratóriumba. Ha ez nem lehetséges, akkor a minták **megfelelő tárolásáról és szállításáról** gondoskodni kell. Ezzel megakadályozhatjuk, hogy a kórokozók elpusztuljanak a mintában (pl. a kiszáradás miatt), megváltozzon a csíraszámuk (ez pl. vizeletvizsgálatnál lényeges), vagy a szennyező mikroorganizmusok ne szaporodjanak el.

Hosszabb tárolásnál, szállításánál használhatunk transzport táptalajt, mintavétel előtt steril fiziológiás sóoldattal benedvesített pálcát, vagy a mintát hűthetjük.

**Tilos hűteni** azokat a mintákat, amelyben érzékeny kórokozók lehetnek:

- liquor,
- ízületi folyadék,
- szemváladék,
- középfül váladék,
- genitális minták (pl. húgycső-váladék),
- anaerob mintákat,
- hemokultúra palackok beoltás után!

A minták helyes vételéhez hozzá tartozik a **megfelelő adatszolgáltatás** is, mert ennek hiányában előfordulhat, hogy a minta nem megfelelően lesz feldolgozva, és így a vizsgálat eredménye félrevezető lehet. Ezért a vizsgálatkérő lapot mindig pontosan és teljesen töltsük ki!

## 1.8.2 Mikrobiológiai laboratóriumi diagnosztika

Ennek a jegyzetnek a keretében csak nagyon röviden van lehetőségünk ismertetni a legfontosabb laboratóriumi diagnosztikai módszereket

### *A bakteriális fertőzések diagnosztikája*

A bakteriális fertőzések laboratóriumi diagnosztikája az elmúlt évtizedekben sokat fejlődött, ám a klasszikus laboratóriumi módszerek lényegében ugyanazok, amelyeket a XIX. század vége felé, főleg Robert Koch munkássága nyomán, alakultak ki. Hagyományosan egy bakteriális fertőzés laboratóriumi diagnosztikája a következő lépésekből áll:

- a minta makroszkópos és mikroszkópos megtekintése
- tenyésztés - izolálás,
- meghatározás (identifikálás),
- antibiotikum-érzékenységi vizsgálat.

## A minta makroszkópos és mikroszkópos megtekintése

Ennek során szabad szemmel megvizsgáljuk a mintát, hogy van-e látható kóros jelleg (állag, szín, szag, véres vagy gennyes stb.), illetve a mintából közvetlen mikroszkópos vizsgálat is történhet (pl. milyen baktériumok láthatók benne, vannak-e fehérvérsejtek).

## Tenyésztés - izolálás

A **tenyésztés** során a mintában lévő baktériumok, köztük a feltételezett kórokozó (vagy kórokozók) **számát növeljük** meg, hogy a továbbiakban elegendő mennyiségi baktériumunk legyen a további vizsgálatokhoz. Ennek során arra törekszünk, hogy a feltételezett kórokozót **tisztán elkülönítsük** a többi, esetleg a mintában lévő baktériumtól, és így ún. **színtenyészetet** hozunk létre. Erre azért van szükség, mert a kórokozót további vizsgálatoknak vetjük alá.

Mesterséges körülmények között a baktériumokat ún. **táptalajokon** tudjuk tenyészteni. Ezek tartalmazzák a baktériumok növekedéséhez és szaporodásához szükséges anyagokat.

A mikrobiológiai laboratóriumokban számos, különböző összetételű, táptalajt használnak, attól függően, hogy mit szeretnének elérni a tenyésztéssel. A táptalajokat sok szempont szerint csoportosíthatjuk, de a legegyszerűbb felosztás az állaguk szerint történik. Ennek alapján vannak folyékony és szilárd (és még félfolyékony) táptalajok.

A **folyékony** táptalajokban gyorsan és jól nőnek a baktériumok, anaerobok tenyésztésére is alkalmas, Viszont a folyadékban úszó baktériumokat nem lehet egymástól elkülöníteni. Erre a **szilárd** (lemez) táptalajok alkalmasak, amelyeknek a felszínén a szaporodó baktériumok ún. telepeket hoznak létre. A **telep** lényegében egyetlen baktériumból származó baktériumok tömege. Így a szilárd táptalaj lehetővé teszi a baktériumok izolálását és színtenyészetek létrehozását. A szilárd táptalajt valamilyen szilárdító anyag, hagyományosan agar-agar<sup>67</sup> hozzáadásával készül. Az agar 100 fokon folyékony, 45 fok körül megszilárdul, így forrón ki lehet önteni a Petri-csészébe vagy kémcsőbe, amibe hamar beledermed.

Néhány táptalaj, amit gyakran használnak a mikrobiológiai laboratóriumokban:

- **húsleves** (bouillon<sup>68</sup>): a legegyszerűbb folyékony táptalaj, lényegében zsírtalanított marhahús főzete, a legtöbb baktérium számára megfelelő,
- **agar lemez**: a húsleves megszilárdításával készülő, egyszerű szilárd táptalaj;
- **véres táptalaj**: 5-8 % vért tartalmazó agar lemez (emiatt piros színű), igényesebb baktériumok számára; a véres táptalajon tenyésztve egyes baktériumok jellegzetes elváltozást hoznak létre, amit **hemolízisnek** hívunk; ennek két fajtája van:
  - **alfa-hemolízis**: a baktérium enzimeji a vérben lévő hemoglobint félig lebontják, ettől a táptalaj zöldesen elszíneződik; ezeket a baktériumokat zöldítőknak is nevezzük emiatt,
  - **béta-hemolízis**: ebben az esetben a baktérium a vörösvérsejtet teljesen feloldja, a táptalaj, a baktérium telepe körül elszíntelenedik, előtűnik az agar lemez színe;

<sup>67</sup> Trópusi tengeri vörösmoszatokból nyert poliszaharid. Az élelmiszer-iparban is használják sűrítő anyagnak. Az agar szó malájul kocsonyát jelent.

<sup>68</sup> Francia szó, levest jelent.

- **csokoládé táptalaj:** a véres táptalajt felhevítve a benne lévő vörösvérsejtek felbomlanak, belőlük bizonyos anyagok szabadulnak ki, így ez a táptalaj a legigényesebb baktériumok tenyésztésére is alkalmas; nevét színéről kapta, mivel a hevítés hatására a piros barnára vált át,
- **ezoin-metilénkék táptalaj:** az ún. szelektív - differenciáló táptalajok leggyakrabban alkalmazott fajtája; a szelektivitás azt jelenti, hogy csak bizonyos baktériumok nőnek ki rajta, ebben az esetben a Gram-negatív baktériumok egy csoportja, amelyeknek az egymástól való elkülönítését (differenciálását) is lehetővé teszi ez a táptalaj.

### Meghatározás (identifikálás)

A kitenyésztett baktérium **beazonosítása**. Nem csak a rendszertani csoportját, nevét szokták megállapítani, hanem pl. az identifikálás része lehet a kórokozó baktérium járványtani vizsgálata is.

Az identifikálás legfontosabb módszerei:

- a **telepek** alakja formája, színe, szaga,
- a baktérium **mikroszkópos** vizsgálata: mozgás, alak, festődés,
- **biokémiai reakciókkal** lehet vizsgálni a baktériumok anyagcseréjét, jellemző enzimeiket,
- **szerológiai** vizsgálatok.

A baktériumok **mikroszkópos** vizsgálatainak két fő csoportja van:

- **natív** vizsgálat, amelynek során festés nélkül vizsgáljuk az élő baktériumokat, főleg a **mozgás** vizsgálatára alkalmas,
- festett készítményekben a baktériumok részletesebb vizsgálata lehetséges, ezeknek két csoportja van:
  - **egyszerű** festések, pl. **metilénkék** festés, amellyel a baktériumok alakja vizsgálható elsősorban,
  - **összetett** festések, amelyek során több festékkal, illetve egyéb vegyszerekkel is kezelik a kenetet, pl. a **Gram-festés**.

A **Gram-festés**<sup>69</sup> nagy jelentőséggel bír mind a laboratóriumi diagnosztikában, mind pedig a klinikai gyakorlatban. Ez a festési mód **összetett** festés, emellett pedig **differenciáló** festés is, ami azt jelenti, hogy egyes baktérium csoportok a különböző festődési tulajdonságuk következtében elkülöníthetők egymástól a mikroszkópos vizsgálattal.

<sup>69</sup> A Gram-festés során a baktériumokból kenetet készítenek, amelyet hővel fixálnak, amelynek során a baktériumok is elpusztulnak. A kenetet először lila festékkal (kristályibolya) és lugol oldattal festik meg, majd alkohollal átmossák. Az alkohol egyes baktériumokból kioldja a lila festék (kristályibolya) és a jódlugol komplexét, ezek újra színtelenek lesznek. Azok a baktériumok, amelyekből az alkohol nem mosta ki, lilák maradnak. Ezután piros színű festékekkel festik a kenetet. Az előbb elszíntelenített baktériumok pirosak lesznek, a lilák pedig lilák maradnak. Így alakul ki a festésben a különbség a Gram-negatív (piros) és a Gram-pozitív (lila) baktériumok között.

Gram-festéssel egyes baktériumok **piros** színűre festődnek, ezeket **Gram-negatív** baktériumoknak hívjuk, míg más baktériumok **lilára** színeződnek, ezek a **Gram-pozitív** baktériumok. A különbség a baktériumok eltérő **sejtfal-felépítésével** magyarázható.

A Gram-festés jelentősége az, hogy a két baktérium-csoport nem csak a festődésükben, hanem egy sor más tulajdonságukban is különböznek, amelynek **nagy jelentősége van a klinikai gyakorlatban** (pl. antibiotikumokkal szembeni érzékenység, kórokozó tulajdonság). A Gram-festés az alapja a **baktériumok rendszerezésének** is.

### Antibiotikum-érzékenységi vizsgálat

A kitenyésztett, kórokozónak vélt baktérium **antibiotikumokkal szembeni érzékenységének** a vizsgálata. Ennek a során vizsgáljuk, hogy az adott baktérium törzs bizonyos antibiotikumokkal szemben érzékeny-e és milyen mértékben.

A vizsgálatra leggyakrabban az ún. **korongdiffúziós módszert**<sup>70</sup> használjuk.

A vizsgálat eredményeképpen, az adott baktérium törzs tekintetében, a baktériumoknak antibiotikumokkal szembeni érzékenységét három kategóriába sorolja a laboratórium:

- **érzékeny** (az antibiotikum hatékony lehet a kezelésben, mivel a baktérium megfelelően érzékeny vele szemben),
- **mérsékelten érzékeny** (bizonyos esetekben hatékony lehet az antibiotikum, pl. húgyúti fertőzések esetén, mert a vizeletben az antibiotikum nagy koncentrációban lehet jelen),
- **rezisztens** (a baktérium ellenálló az antibiotikummal szemben, ez az antibiotikum nem alkalmas a kezelésre).

### Leletek közlése

A vizsgálatok végén a laboratórium közli a leletet, amely a következő lehet:

- a minta nem megfelelően lett véve, vagy szennyezett volt, így **értékelhetetlen**, meg kell ismételni,
- **nem sikerült kórokozót** kimutatni,
- közli a **kórokozónak vélt baktérium nevét és antibiotikum érzékenységét**.

### Gombás fertőzések laboratóriumi diagnosztikája

Gombás fertőzésekben a laboratóriumi diagnosztika hasonló a bakteriális fertőzésekben használatos eljárásokhoz.

A főbb különbségek a következők:

<sup>70</sup> A korongdiffúziós módszer során a baktérium folyékony táptalajban lévő tenyészetéből egyenletesen felkennek egy réteget a szilárd táptalaj felszínére. Majd papír korongokat helyeznek a táptalaj felszínére, amelyek különböző antibiotikumokkal vannak átitatva. Az antibiotikum kidiffundál a korongból a táptalajba, és így a korongtól távolodva egyre csökkenő koncentrációban lesz jelen a táptalajban. A lemezeket termosztátba rakva a baktériumok növekedésnek indulnak, és attól függően, hogy az adott antibiotikummal szemben mennyire érzékenyek, a korongok körül nem képesek növekedni, ún. kioltási zónák jönnek létre, amelyek átmérője arányos a baktérium érzékenységével az adott antibiotikum tekintetében. Így könnyen megállapítható az antibiotikum érzékenység.

- a gombákat **alacsonyabb hőmérsékleten** kell tenyészteni,
- **lassabban nőnek**, így a tenyésztés hosszabb időt vesz igénybe,
- **speciális táptalajokat** igényelnek,
- a gombák meghatározásánál a **mikroszkópos vizsgálat** a legfontosabb (főleg a fonalas gombák esetén), de itt is használnak meghatározáshoz pl. biokémiai reakciókat is,
- **sarjadzó gombák** esetében lehetőség van **gomba ellenes szerekkel szembeni érzékenység** vizsgálatára.

### ***Vírusok okozta megbetegedések laboratóriumi diagnosztikája***

A vírusok **tenyésztése és izolálása** nehéz, mivel csak élő, fogékony sejtekben képesek a szaporodásra. A vírusok tenyésztésre a következő módszereket lehet alkalmazni:

- fogékony **állatokba** történő beoltás (pl. emlősök, szárnyasok),
- **csirkeembrióba** történő beoltás (előkelletett 7-14 napos tojásokba történő oltás),
- **sejttenyészetekben** (pl. szövet- vagy sejttenyészetekben, amelyek emberi vagy állati szövetek, sejtek tenyésztete).

A vírus ellen termelődött **ellenanyag** megjelenése, vagy vérszintjének emelkedése a betegség során szintén egy diagnosztikus lehetőség (ún. szerológiai vizsgálat). Hasonló módszerekkel kimutatható a betegben a vírus vagy annak valamelyik **antigénje** is.

Egyes vírusfertőzésekben létrejövő, jellemző **szöveti elváltozások** is lehetőséget adnak a diagnózis felállítására (kórszövettani vizsgálattal).

### ***Parazitás fertőzések laboratóriumi diagnosztikája***

Protozoon fertőzések kimutatására a következő módszereket szokták alkalmazni:

- **mikroszkópos vizsgálat** (natív és festett készítmények)
- **tenyésztés** (elsősorban vérben, szövetekben élő protozoonok esetében)
- **szerológiai reakciók** (a paraziták által kiváltott immunológiai válasz, vagy antigének kimutatása)
- **állatoltás**

Féregfertőzés esetén a **férgek, féregrészek, lárvák, peték kimutatására** törekednek, leggyakrabban a **székletből mikroszkópos vizsgálattal** mutatják ki a bélben élő férgek petéit, lárváit, a vizsgálat lehet:

- **direkt** (közvetlen)
- **dúsítósos** (szedimentációs, flotációs)

Cérnagilisztát (*Enterobius vermicularis*) speciális, **cellux-módszerrel** lehet kimutatni. Mivel a féreg éjszaka a végbélnyílás köré rakja a petéit, reggel celluxszal vagy vattapálcára erősített celofánnal a végbélnyílás körüli bőrről veszünk mintát.

A férégetek **szakaszosan ürülhetnek**, ezért három, egymás utáni napon kell a székletmintát megvizsgálni.

Ritkábban szövettani vizsgálatra is sor kerül, azokban az esetekben, amikor a szövetekben élő férget szeretnének kimutatni.

MINTA

## 2. Általános járványtan

### 2.1 A járványtan fogalma

A **járványtan (epidemiológia)** önálló tudomány, amely a betegségek **előfordulását**, gyakoriságát, eloszlását, kockázati tényezőit és **megelőzési lehetőségeit** vizsgálja. Eredetileg a járványtan csak a fertőző betegségekkel foglalkozott, de ma már a nem fertőző, de gyakori népbetegségek (pl. cukorbetegség, magas vérnyomás, daganatos betegségek) is a tárgykörébe tartoznak.

Ki kell emelni, hogy a járványtan nagyon fontos területe a megelőzés! Tulajdonképpen a járványtan **feladata** a fertőző betegségek, járványok kialakulásának **megelőzése, megfékezése, megszüntetése**.

A járványtan szorosan kapcsolódik több tudománnyal is, pl. mikrobiológia, klinikai tudományágak, közegészségtan.

Az epidemiológiát két részterületre szokás felosztani:

- **általános járványtan**, amely a fertőző betegségekre általánosan érvényes törvényszerűségekkel, és a megelőzés, védekezés általános módszereivel foglalkozik,
- a **részletes járványtan** a fertőző betegségekkel (jellegzetességeikkel és a megelőzésük lehetőségeivel) egyenként foglalkozik.

A járványtannak, a felhasznált **módszerek** alapján három területe van:

- **leíró járványtan**: leírja a tényezőket, körülményeket, amelyek között a betegség előfordul (pl. nem, kor, térbeni vagy időbeni eloszlás),
- **elemző járványtan**: nem csak leírja, hanem elemzi és értékeli is a körülményeket, tényezőket, amelyek a betegség kialakulásához hozzájárulnak,
- **kísérletes járványtan**: állatokon vagy embereken történő vizsgálatokkal foglalkozik.

## 2.2 A járványfolyamat mozgató erői

A járványtanban azokat a tényezőket, amelyek a járványok terjedésében szerepet játszanak, a **járványfolyamat mozgató erőinek** nevezzük. Ezen mozgató erők között megkülönböztetünk **elsődleges és másodlagos mozgató erőket**.

### 2.2.1 A járványfolyamat elsődleges mozgató erői

Ahhoz, hogy a fertőző betegség és a járványfolyamat kialakuljon, **három tényező megléte feltétlenül szükséges**:

- fertőző **forrás**,
- fertőzés **terjedésének a lehetősége**,
- **fogékony** személy.

Ezt a három tényezőt nevezzük a járványfolyamat **elsődleges** mozgató erejének. Ha ezek közül bármelyik hiányzik, a **járványfolyamat megszakad**, és újabb fertőzés nem alakul ki!

#### *A fertőző forrás (rezervoár)*

**Az az élőlény (emberi vagy állati szervezet), amelyben a fertőző betegség kórokozója jelen van, szaporodik, és amelyből kikerülve fogékony embereket képes megfertőzni.**

Lehetséges fertőző források:

- **állatok:**
  - az állatok embert is megbetegítő kórokozót **hordozhatnak**, illetve ilyen kórokozóktól **megbetegedhetnek**,
  - az állatról emberre terjedő betegségeket **zoonózisoknak** nevezzük,
  - mind **vadon élő**, mind pedig a **háziállatok** lehetnek fertőző források (pl. szárnyasok, emlősök),
- **tüneteket mutató, beteg ember:**
  - **fertőzőképesség** már a betegség inkubációs szakaszában elkezdődik, és addig tart, amíg a beteg a kórokozót üríti magából, bár ez nem mindig esik egybe a tünetek megszűnésével,
- **tüneteket nem mutató, de fertőzött ember:**
  - ide soroljuk azokat az eseteket, amikor egy emberben **jelen vannak a kórokozók**, és azokat üríti is, ám a betegség és annak **tünetei nem észlelhetők**,
  - természetesen az ilyen fertőzőforrás **veszélyesebb**, hiszen az ember nem tud arról, hogy kórokozókat ürít, és így megfertőz más embereket,
  - fajtái:
    - **inkubációs kórokozó-ürítő**, aki a betegség lappangási szakában (inkubációs idő) üríti a kórokozókat, a tünetek még nem jelentek meg,



- **rekonvaleszcens**<sup>71</sup> **kórokozó-ürítő**, aki klinikai értelemben gyógyult, de még üríti a kórokozókat,
- **egészséges kórokozó-ürítő**, aki klinikai tünetek nélkül esett át a fertőzésen, a tünetek hiánya miatt nem tud a fertőzésről,
- **kórokozó-ürítőnek** nevezzük azt a személyt, aki a fertőző betegség átvészelése után 4 héten túl, de 1 éven belül fertőzőképes kórokozókat ürít szervezetéből (pl. kolera, vérhas, torokgyík),
- **kórokozó-hordozó** (kórokozógazda) az a személy, aki 1 éven túl is üríti a kórokozót (pl. hastífusz esetén).

A fertőzés forrásából a kórokozó általában **testváladék** (pl. vér, vizelet, széklet, légúti váladék, sebváladék, nyál, ondó stb.) vagy valamilyen vérszívó **ízeltlábu** közvetítésével kerül a környezetbe.

### *A terjedési lehetőség*

A kórokozó átvitelét a fertőző forrásból a fogékony személybe nagyban befolyásolja a kórokozó túlélő képessége a **környezetben**.

A kórokozó túlélését a környezetben a következő tényezők befolyásolhatják:

- a kórokozó rezisztenciája (ellenálló képessége),
- hőmérséklet,
- nedvesség (pára-) tartalom,
- kémiai anyagok,
- sugárzások (pl. UV-sugárzás).

A **terjedési módokat** a következő csoportokba soroljuk:

- **közvetlen érintkezés:**
  - a kórokozó a fertőző forrásból közvetítő közeg nélkül, közvetlenül kerül át a fogékony személybe (pl.: kézfogás, szexuális érintkezés (STD), állatharapás),
- **közvetett**, valamilyen közvetítő közegen keresztül történő átvitel:
  - **cseppfertőzés** során a kórokozó a **levegőbe** került apró váladékcseppekben vagy porszemekben jut tovább; a kórokozó behatolása a légutakon vagy az emésztőrendszeren keresztül történik; két fajtája van:
    - **közvetlen** cseppfertőzés, ennek során a cseppek közvetlenül a fogékony személyig jutnak; általában 2-3 méterig jutnak el a cseppek így,

<sup>71</sup> A rekonvaleszcencia a gyógyulás stádiumát jelenti a betegségek lefolyásában.

- **közvetett** cseppfertőzés során a cseppek, porszemek először leülepednek, majd az újbóli felkavarodás során még egyszer a levegőbe kerülnek, és ekkor jutnak a fogékony személyhez,
- **talaj** által terjesztett fertőzések:
  - a **talaj** szennyezheti a sebeket, az ép bőrt, a vizeket, az élelmiszereket vagy a levegőt,
- **tárgyak** által közvetített fertőzések:
  - **tárgyak** által közvetített fertőzés esetén a kórokozók a beteg különböző váladékaival juthatnak a tárgyra (pl. ágyneműre, ruhára, edényekre, kilincsekre, különböző eszközökre stb.),
- **élelmiszerek** vagy **víz** által terjesztett fertőzések:
  - az **élelmiszerek** a termelés, a feldolgozás, a tárolás, a forgalomba hozatal, a konyhai műveletek és a tálalás során fertőződhetnek embertől, állattól vagy a környezettől; megkülönböztetünk:
    - **ételfertőzést**, amelynek során az élelmiszerben elszaporodó mikróba okozza a fertőzést és a betegséget,
    - valamint **ételmérgezést**; ennek során az élelmiszerben lévő vegyi anyag (mérgező anyag, toxin), amely vagy kívülről kerül be, vagy az élelmiszerbe került mikróba termeli (pl. bakteriális toxinok), okozza a betegséget,
  - a **víz** által terjesztett fertőzések esetén a kutak, a különböző vízellátási berendezések vagy a felszíni vizek szennyeződnek a kórokozókkal; jellemző a **vízjárványra**, hogy rövid idő alatt sok beteg lesz, és a fertőzés térbeni elterjedése megegyezik a vízellátási területtel; a vízellátás megszüntetésével és a víz fertőtlenítésével a járvány megállítható,
- **ízeltlábúak** vagy **rágcsálók** közvetítésével történő terjedés:
  - a közvetett átviteli módok közé tartozik, de sajátos jellemzői miatt külön csoportba szokás osztani,
  - azokat az állatokat (főleg ízeltlábúakat), amelyek kórokozókat visznek át egyik emberről (vagy egy állatról) másik emberre, **vektoroknak** nevezzük,
  - két formája ismert:
    - **mechanikus** terjesztés: az állat a testfelszínén szállítja a kórokozót (pl. légy)
    - **vérszívás** általi terjesztés: a kórokozó vérszívással kerül az állatba és onnan vérszívással kerül az újabb emberbe, ilyenkor gyakran a kórokozó az állatban is biológiai változáson megy át (pl. a malária kórokozója a szúnyogban is szaporodik),

- **méhén** belüli átvitel:
  - tulajdonképpen a közvetlen átviteli módok közé tartozik, hiszen a kórokozó nem jut ki a környezetbe, de speciális volta miatt külön csoportba soroljuk,
  - a magzat a következő utakon fertőződhet az anyától:
    - **méhlepényen keresztül** történő (transzplacentáris) fertőzés esetén az anya vérében lévő kórokozó a méhlepényen keresztül jut be a magzatba,
    - a **szülőcsatornából** (pl. hüvelyből) a magzatburkon keresztül történő áttérjedéssel jut el a kórokozó a magzathoz,
    - a **szülés folyamán** a szülőutakban található mikrobákkal történő közvetlen érintkezés, vagy aspiráció útján fertőződik a magzat,
  - a magzat méhen belüli fertőződésének a következménye lehet pl. veleszületett rendellenességek kialakulása, vetélés

A kórokozó a szervezetbe a **behatolási kapun** keresztül jut be. Ez az az anatómiai terület, ahol az adott kórokozó képes bejutni. Vannak olyan kórokozók, amelyek több úton is bejuthatnak az emberi szervezetbe.

A behatolási kapu lehet:

- az ép vagy a sérült bőr,
- a tápcsatorna,
- a légutak,
- húgy-ivarszervek,
- véráram (pl. infúzió, transzfúzió, vérszívók által).

### **A fogékonyság**

A fogékonyság egyfajta élettani tulajdonság, amely azt jelenti, hogy az adott szervezet nem rendelkezik az adott kórokozóval szembeni megfelelő **védekezőképességgel**.

A fogékonyságot értelmezhetjük egyén szinten és a népesség bizonyos csoportjának a szintjén is.

A járványtanban a fogékonyságot a **fogékonysági (kontagiozitási) index** értékével lehet számszerűen meghatározni.

A kontagiozitási index azt mutatja meg, hogy a **fertőző beteggel érintkezett 100 fogékony személyből hányban alakul ki a betegség**. Vagyis arról kapunk információt, hogy a fogékony személyek hány százaléka kapja el a betegséget, ha találkozik a kórozóval.

A különböző fertőző betegségek kontagiozitási indexe igen széles határok között mozog. Pl. a bárányhimlőé 90-100% (vagyis majdnem mindenki elkapja gyermekkorában a bárányhimlőt), míg a skarlát esetében 35-40%, járványos agyhártya-gyulladásban kevesebb, mint 1%.

A **fertőzési (infekciózítási) index** azt mutatja meg, hogy **a fertőző beteggel érintkezett száz személyből hányban mutatható ki a kórokozó** (természetesen a kórokozó kimutatása önmagában nem jelenti betegség kialakulását). Az infekciózítási index megmutatja, hogy a kórokozó milyen mértékben képes bejutni a szervezetbe, ott megtelepedni és elszaporodni.

A fogékonyság függ az emberi szervezet védekező képességétől és a kórokozó fertőző, megbetegítő tulajdonságaitól is.

A mikroorganizmusok kórokozó képessége és annak tényezői a mikrobiológia részben kerültek ismertetésre.

Az emberi szervezet védekező képessége (immunitása) két részre osztható:

- **általános** (aspecifikus) védettség: a szervezet általános védettsége a kórokozókkal szemben; jellemző rá, hogy külső tényezők befolyásolhatják (pl. táplálkozás, fáradtság, klíma)
- **fajlagos** (specifikus) immunitás: egy adott kórokozóval szembeni védettséget jelent; két formája létezik:
  - **veleszületett**, amely már a születéskor is megtalálható:
    - **faji**: a faj minden egyede védett az adott kórokozóval szemben
    - **anyai**: az élet első 2-3 hónapjában az anyából származó antitestek hozzák létre
  - **szerzett**, amely az élet során alakul ki:
    - **természetes**: az átvészelt betegség miatt alakul ki; ide tartoznak azok a fertőző betegségek, amelyeket életünk során csak egyszer kaphatunk el (pl. bárányhimlő)
    - **mesterséges**: védőoltások segítségével kialakított mesterséges védettség adott kórokozóval szemben

Egy adott populáció fogékonyságára jellemző, hogy amikor először találkozik az adott kórokozóval, nagyobb méretű és súlyosabb járvány alakul ki. Később az egész populációban csökken a fogékonyság és a későbbi járványok hevesége csökken.

A populáción belül jellemző lehet még a fogékonyság ciklusos változása. Egy nagyobb járvány után kevés a populációban a fogékony személy és sok az ellenálló, emiatt a fertőzés elterjedése csökken. Emiatt viszont újra növekszik a fogékony személyek száma, és így újra intenzívebb járványok törhetnek ki, és a kör kezdődik előlről. Ez a magyarázata annak, hogy bizonyos fertőző betegségek esetén néhány évente vannak nagyobb járványok (pl. járványos gyermekbénulás esetén jellemző volt nagyjából 5 évente).

### 2.2.2 A járványfolyamat másodlagos (közvetett) mozgató erői

Ebbe a csoportba tartozó tényezők, körülmények önmagukban nem felelősek a fertőző betegségek terjedéséért, de **befolyásolják az elsődleges tényezőket**, mind minőségi, mind mennyiségi értelemben hatnak a járványfolyamatra.

A másodlagos mozgató erőket **természeti** és **társadalmi** tényezőkre szokás felosztani.

### *Természeti tényezők*

- **földrajzi** tényezők: pl. mocsarak, állóvizek közelsége befolyásolja a szúnyogok által terjesztett fertőző betegségek előfordulását,
- **időjárás**: pl. hideg időben a légúti, nyáron a gyomor-bélrendszeri fertőzések gyakoriak; az időjárás befolyásolja a vektorként szereplő ízeltlábúak (kullancs, szúnyog) előfordulását is,
- **természeti katasztrófák**, stb.

### *Társadalmi tényezők*

- nagy **népsűrűség**,
- rossz **közegészségi-higiénés** viszonyok (pl. tisztálkodás, csatornarendszer, ivóvíz, hulladékkezelés),
- **aluliskolázottság**, kulturális elmaradottság,
- **az egyén ellenálló képességét** befolyásoló tényezők:
  - **alultápláltság**, illetőleg egyoldalú táplálkozás,
  - **alkoholizmus**,
  - **pszichés stressz**, túlhajszoltság, fáradtság,
- **gyors helyváltoztatás** lehetősége (utazási viszonyok, népvándorlási tényezők),
- **háborús** körülmények,
- **foglalkozási** tényezők (p.: egészségügyi dolgozók körében), stb.

## 2.3 A fertőző betegségek előfordulási módjai

A fertőző betegségek előfordulását a **mennyiségi, területi és időben eloszlás** szerint csoportosítjuk.

### 2.3.1 Mennyiségi és területi eloszlás

A mennyiségi és területi eloszlás jellegzetességei alapján a fertőző betegségek előfordulását a következő csoportokba sorolhatjuk:

- **sporadikus:** a fertőző betegség esetei térben és időben látszólag egymástól függetlenül, elszigetelten, elszórtan fordulnak elő,
- **endémiás:** a fertőző betegség egy adott területen tartósan, rendszeresen előfordul,
- **epidémiás:** a fertőző betegség bizonyos területen jóval nagyobb számban jelentkezik, mint ahogy általában szokott; a járvány érinthet kisebb területeket, intézményeket, vagy egy egész országot is,
- **pandémiás:** több országra, kontinensre vagy az egész világra kiterjedő járvány.

### 2.3.2 Időbeni eloszlás

A fertőző betegségek időbeni eloszlása alapján a következő jellegzetességekről beszélhetünk:

- **szezonális ingadozás:** a fertőző betegség törvényszerűen nagyobb számban fordul elő bizonyos évszakban, évszakokban, pl. a téli, hideg időszakban légúti fertőzések (pl. influenza) gyakrabban fordulnak elő, míg nyáron a gyomor-bélrendszeri fertőzések (pl. szalmonella) gyakoribbak; a szezonális összefüggést az ízeltlábú vektor előfordulásával is, pl. a kullancsok által terjesztett Lyme-kór nyáron gyakoribb, amikor a kullancsok is aktívabbak,
- **ciklusosság** (ciklicitás, periodicitás): a fertőző betegség szabályos időközönként (2-5 évente) nagyobb járványokat okoz; a ciklicitás a fogékonyság népességen belüli változásával függ össze.

### 2.3.3 Járványtani statisztika

A statisztikai adatok elemzése nagyon fontos része a járványtannak, hiszen ezzel értékes adatokhoz juthatunk a fertőző betegségek előfordulásáról. Ez lehetőséget adhat mélyebb összefüggések megértésére is.

A járványtani statisztikában a következő mutatókat használjuk:

- morbiditás,
- mortalitás,
- letalitás,
- prevalencia,
- incidencia.

### **Morbiditás**

A morbiditás egy olyan arányszám, amely megmutatja, hogy **egy adott betegség milyen gyakran fordul elő** a lakosság körében.

$$\text{morbiditás} = \frac{\text{egy adott betegségben megbetegedettek száma}}{\text{lakosság évközépi száma}} \times 100\,000$$

### **Mortalitás**

A mortalitás **egy adott betegségben meghaltak aránya** a lakosságon belül.

$$\text{mortalitás} = \frac{\text{egy adott betegségben meghaltak száma}}{\text{lakosság évközépi száma}} \times 100\,000$$

### **Letalitás**

A letalitás egy olyan arányszám, amely azt mutatja meg, hogy egy adott megbetegedésben szenvedő emberek közül **milyen arányban halnak meg a betegség következtében**.

$$\text{letalitás} = \frac{\text{egy adott betegségben meghaltak száma}}{\text{ugyanazon betegségben megbetegedettek száma}} \times 100$$

### **Prevalencia**

A prevalencia a **betegségben szenvedők aránya egy adott időben** a lakosságon belül.

$$\text{prevalencia} = \frac{\text{egy adott betegségben megbetegedettek száma}}{\text{lakosság száma egy adott időpontban}} \times 100\,000$$

### **Incidencia**

Az incidencia azt mutatja meg, hogy egy adott időszak alatt (ez általában egy év) **hány új megbetegedés alakult ki** a lakosság körében.

$$\text{incidencia} = \frac{\text{egy adott időszakban, adott betegségben újonnan megbetegedettek száma}}{\text{lakosság évközépi száma}} \times 100\,000$$

## 2.4 A fertőző betegségek felosztása

A fertőző betegségek felosztása több szempontból is lehetséges.

A járványtani csoportosítás a **járványfolyamat mozgató erőit**, elsősorban a terjedési módot veszi figyelembe, mivel a megelőzés szempontjából ezek a tényezők a legfontosabbak.

Ezek alapján a járványtanban a következő csoportokba soroljuk a fertőző betegségeket:

- **emberről-emberre** terjedő betegségek
  - **gyomor-bélrendszeren** át terjedő fertőző betegségek (enterális fertőzések),
  - **légutakon** keresztül terjedő fertőző betegségek (cseppfertőzés),
  - **vérpálya** útján terjedő fertőző betegségek (hematogén fertőzések),
  - **kültakarón** át terjedő fertőző betegségek,
  - **egészségügyi ellátással** kapcsolatos fertőzések (nozokomiális fertőzések),
- **állatról-emberre** terjedő betegségek (zoonózisok).

Egy fertőző betegség, abban az esetben, ha több úton is képes terjedni, akár több csoportba is tartozhat.

Fontos kihangsúlyozni, hogy ez a felosztás **nem a fertőző betegség által érintett szerveken, szervrendszereken alapul**, hanem a fertőzés terjedésén, azon, **ahogy és ahol bejut a szervezetbe a kórokozó**. A behatolási kapu nem feltétlenül egyezik meg a kialakuló fertőzés helyével (pl. járványos gyermekbénulás kórokozója általában a gyomor-bélrendszeren keresztül jut be a szervezetbe, de a fertőzés helye a gerincvelő).

### 2.4.1 Enterális úton terjedő fertőző betegségek

A kórokozó a **szájon keresztül** kerül a gyomor-bélrendszerbe, ahol elszaporodik, majd jellemzően, de nem kizárólag a **széklettel távozik**, és kerül a környezetbe.

A külső környezetből bejut a másik emberbe:

- **közvetlen érintkezés** révén (főleg **piszkos kézzel**),
- **ivóvíz, élelmiszerek** közvetítésével,
- **legyek** is terjeszthetik.

A gyomor-bélrendszerbe bejutott és elszaporodott kórokozó megbetegítő hatását különbözőképpen fejtheti ki:

- gyomor-bélcsatornában maradva ott okoz elváltozást,
- felszívódó toxinjaival egyéb szervet vagy szerveket is megbetegít,
- bélfalon át a vér- és nyirokutakba jut, és ily módon kerül arra a helyre, ahol betegséget, tüneteket okoz.



Az enterális fertőző betegségek elleni védekezésben nagyon fontos szerepe van a **higiénés viszonyok javításának**, valamint a **kórokozó-hordozó gazdák felkutatásának**.

Néhány példa az ebbe a csoportba tartozó fertőző betegségekre:

- vérhas,
- kolera,
- hepatitisz-A,
- járványos gyermekbénulás (poliomyelitis).

#### 2.4.2 Légutakon át terjedő fertőző betegségek

Ide azok a fertőző betegségek tartoznak, amelyek terjedésére jellemző, hogy a kórokozó a fertőző forrást a **kilégzés** során hagyja el, majd a másik emberbe a **belélegzett levegővel** jut be. Ezt hívjuk cseppfertőzésnek.

Az ilyen típusú fertőzések **könnyen terjednek**, a légúti fertőzések ezért is olyan gyakoriak. Sajnos ez azt is jelenti, hogy némely esetben az ellenük történő **védekezés is nehéz**. A leghatékonyabb védekezés sok esetben a védőoltás.

Vannak köztük olyan fertőzések is, amelyeken már gyermekkorban átesünk, és a betegség átvészélése után védettség alakul ki, ezért ritkábbak felnőttkorban (pl. bárányhimlő).

Néhány példa az ebbe a csoportba tartozó fertőző betegségekre:

- skarlát,
- TBC,
- influenza,
- bárányhimlő,
- szamárköhögés,
- torokgyík,
- kanyaró,
- rózsahimlő.

#### 2.4.3 Hematogén úton terjedő fertőző betegségek

Ebben az esetben a kórokozó a bőrön át **vérszívó vektorok** közvetítésével kerül be a vérbe illetve a nyirokkeringésbe. A vérrel eljut a fertőzés helyére, ahol megtelepszik, elszaporodik és kialakítja a betegséget.

Ilyenkor a kórokozó a vérben is megtalálható, ahonnan a vérszívás során egy újabb vektorba kerülhet, és a vektorból egy újabb emberbe.

Ezekre a fertőző betegségekre jellemző, hogy **más természetes terjedési módjuk nincsen**. Ebből következik, hogy a hematogén fertőző betegségek endémiás előfordulásúak, csak ott találkozhatunk velük, ahol a

terjesztő vektor is él. Valamint szezonális is az előfordulásuk, abban az évszakban gyakoribbak, amikor a vektor aktív.

A megelőzésükben kulcsfontosságú a **vektorok irtása**.

Néhány példa az ebbe a csoportba tartozó fertőző betegségekre:

- Lyme-kór,
- pestis,
- malária,
- álomkór,
- kullancs által terjesztett agyvelő-gyulladás.

A hematogén fertőzések közé soroljuk még, a fentebb ismertetett klasszikus hematogén betegségek mellett, azokat a fertőző betegségeket is, amelyek nem vektor, hanem egyéb módon, de vér útján (pl. intravénás kábítószer-élvezés során, vérkészítményekkel, orvosi beavatkozások kapcsán) jutnak át másik emberbe. Ide tartoznak a **vér útján terjedő vírus-hepatitiszek** (hepatitisz-B, -C, -D), illetve a HIV is.

#### 2.4.4 Kültakarón át terjedő fertőző betegségek

Jellemző rájuk, hogy a kórokozó az **ép bőrön** vagy valamilyen **bőrsérülésen** keresztül jut be a szervezetbe.

A betegség és a tünetek kialakulhatnak a bőrön, nyálkahártyákon, de belső szervekben is.

Terjedésüket segítik:

- közvetlen érintkezés (megint nagyon fontos a piszkos kéz)
- ruhaneműk,
- használati tárgyak,
- közös mosdóvíz.

Terjedésükben nagy szerepe van a **rossz higiénés viszonyoknak**, így megelőzésükben a legfontosabb lehetőség a higiénés viszonyok javítása, a megfelelő egészségkultúra kialakítása.

Ide tartoznak a **nemi (vagy szexuális) úton terjedő betegségek** is (STD). Némelyikük más úton is képes terjedni. Megelőzésükben fontos a **korai diagnózis és kezelés, a partnerek felkutatása, az egészségnevelés**.

Néhány példa az ebbe a csoportba tartozó fertőző betegségekre:

- tetanusz,
- gázgangréna,
- rühesség,
- tetvek okozta fertőzések,

- AIDS
- szifilisz,
- gonorrhoea (kankó, tripper).

#### 2.4.5 Az egészségügyi ellátással kapcsolatos fertőzések

Ebbe a csoportba soroljuk azokat a fertőzéseket, amelyek az **egészségügyi ellátással függnek össze**, és a következő kritériumoknak eleget tesznek:

- **beteg**, vagy **egészségügyi dolgozó** vagy az **egészségüggyel kapcsolatba kerülő személy** az ellátás során szerez,
- és az egészségügyi intézménybe történő felvételkor a fertőzés **még nem volt jelen**, még lappangó formában sem.

Ezeket a fertőzéseket **nozokomiális** (kórházi) fertőzéseknek nevezzük.

Ma már nem csak a kórházakban, hanem az egészségügyi ellátás minden szintjén előforduló ilyen jellegű fertőzés ide tartozik. Ezért újabban a „kórházi fertőzés” kifejezés helyett inkább az „egészségügyi ellátással összefüggő fertőzés” kifejezést használjuk.

**Leggyakrabban a betegek fertőződnek** ezen a módon, utánuk az egészségügyi dolgozók következnek, legritkábban pedig látogatók.

A nozokomiális fertőzések fajtái kórházi osztályonként különbözőek lehetnek, a **leggyakoribb fertőzések** a következők:

- sebfertőzés,
- tüdőgyulladás,
- húgyúti fertőzés,
- véráramfertőzés.

Az **egészségügyi személyzet** körében jellemzően a következő nozokomiális fertőzések fordulnak elő:

- vérrel terjedő fertőzések (pl. hepatitisek),
- légúti fertőzések (pl. influenza),
- gyomor-bélrendszeri fertőzések (pl. vírusok okozta bélfertőzések).

A nozokomiális fertőzések **megelőzésének** legfontosabb eszközei:

- **kézmosás**,
- sterilizálás, fertőtlenítés,
- szakma szabályainak következetes betartása,

- antibiotikumok megfelelő használata,
- elkülönítés,
- megfelelő kórházi infekciókontroll és kórház-higiéné.

Az **infekciókontroll** az egészségügyi ellátással összefüggő fertőző betegségek kialakulásában szerepet játszó tényezők ismeretén, elemzésén alapuló fertőzések megelőzésére irányuló tevékenység. Célja az ápoltak és az egészségügyi dolgozók fertőzések elleni védelme.

#### 2.4.6 Állatról emberre terjedő fertőző betegségek (zoonózisok)

A zoonózisok közé azokat a fertőző betegségeket soroljuk, ahol **a fertőző forrás állat**. Ebben a csoportban az emberről emberre terjedés ritka (pl. ebola esetében).

Az állatról emberre terjedő fertőző betegségek esetében a **terjedési mód** lehet:

- **közvetlen érintkezés** a fertőzött állattal, vagy annak vérével, váladékaival,
- állatok **harapása**, karmolás,
- az állat húsának, tejének **fogyasztása**,
- vérszívó **vektorok** közvetítésével,
- **légutakon** keresztül.

A zoonózisok egy része olyan foglalkozásokban, ahol a dolgozók gyakran kerülnek kapcsolatba állatokkal (pl. állatgondozók, állatorvosok), gyakrabban fordulnak elő.

Megelőzésük összetett, magába foglalja a különböző állat-, munka- és élelmiszer-egészségügyi intézkedéseket is. Rendkívül fontos még a megfelelő személyi higiéné.

Néhány példa az ebbe a csoportba tartozó fertőző betegségekre:

- veszettség,
- pestis,
- lépfene,
- ebola,
- toxoplazmózis.

## 2.5 A fertőző betegségek megelőzésére és leküzdésére irányuló tevékenység

A fertőző betegségek és a járványok megelőzésére, leküzdésére irányuló tevékenységeket két nagy csoportba sorolhatjuk:

- azok a módszerek, amelyek a **fertőző betegségek megelőzését** szolgálják,
- azok a teendők, amelyeket **fertőző betegség előfordulásakor** kell megtenni.

Ezen eljárások jogszabályokban szabályozottak.<sup>72</sup>

Ahogy az előbb már láttuk, a fertőző betegség terjedésének, a járvány-folyamat kialakulásának három feltétele van:

- fertőző forrás,
- terjedés lehetősége,
- fogékony szervezet.

Ebből következik, ha szeretnénk megakadályozni a fertőzés tovaterjedését, a fenti három tényezőtől legalább egyet ki kell iktatni, meg kell szüntetni.

A **fogékonyságot** elsősorban a védőoltásokkal, illetve egyéb nem specifikus módszerekkel (pl. antibiotikumok adásával) lehet csökkenteni.

A fertőtlenítési, sterilizálási módszerek a **terjedés lehetőségét** csökkentik.

A fertőző betegségek észlelésekor alkalmazott teendők pedig a **fertőző forrás megszüntetését**, és a **terjedés lehetőségének a megakadályozását** szolgálják.

Az egészségügyben használt védőeszközök (pl. gumikesztyű, maszk) szintén a **terjedés megakadályozását** szolgálja.

Ezekon kívül nagyon fontos a **járvány- és egészségügyi viszonyok fejlesztése**, illetve az egészségnevelés is.

### 2.5.1 A fertőző betegségek megelőzését szolgáló módszerek

Ide tartoznak azok a módszerek, eljárások, amelyeknek közös célja **az újabb fertőző betegség kialakulásának a megakadályozása**.

Ilyenek:

- specifikus megelőzés **védőoltások** segítségével,
- aspecifikus megelőzés:
  - **antibiotikumok** adásával (antibiotikum-profilaxis),
  - **fertőtlenítés, sterilizálás,**

<sup>72</sup> 18/1998. (VI. 3.) NM rendelet a fertőző betegségek és a járványok megelőzése érdekében szükséges járványügyi intézkedésekről.

- **laboratóriumi vizsgálatok**, amelyek felfedhetik a terjedést a korai diagnózis segítségével,
- **vektorok, gazdaállatok irtása** (rovarok és rágcsálók irtása, dezinszekció és deratizáció),
- **munkahelyi védőeszközök** (pl. egészségügyben) használata.

### **Védőoltások**

A védőoltásokkal **mesterségesen hozunk létre védettséget adott kórokozóval szemben** (mesterséges immunizálás). Ezért a védőoltások specifikus védettséget hoznak létre az adott kórokozóval szemben.

A mesterséges immunizálásnak két fajtája létezik:

- **passzív immunizálás,**
- **aktív immunizálás.**

**Passzív immunizálás** esetében **antitesteket** (ellenanyagok, immunglobulinok) juttatnak a szervezetbe, amely azonnali, de időleges védelmet nyújtanak a kórokozóval szemben, pár hónap alatt az ellenanyagok eltűnnek, és a védettség megszűnik. A passzív immunizáláskor használt oltóanyagot immunszérumnak nevezzük.

A passzív immunizálást főleg vírusok és toxinok ellen alkalmazzák. Passzív immunizálás a következő betegségekben végezhető, pl.:

- hepatitis A: passzív immunizálást kell végezni a beteg szoros környezetének tagjainál,
- hepatitis B: előzetesen aktívan nem immunizált betegeknél, ha vérrel szennyezett eszközzel szenvedtek bőrön áthatoló sérülést, vagy ha vér került valamelyik nyálkahártyára, a passzív immunizálással egyidejűleg el kell kezdeni az illető aktív immunizálását is,
- tetanusz: azokat a sérülteket, akik nem részesültek aktív tetanusz oltásban.

Az **aktív immunizálás** során legyengített (attenuált) élő vagy elölt (inaktivált) **kórokozót**, vagy a kórokozó egy darabját juttatják a szervezetbe, amely betegséget nem hoz létre, viszont az immunrendszert aktiválja, így bizonyos idő eltelte után hosszantartó (akár életünk végéig is) védettség alakul ki a kórokozóval szemben. Ez a módszer tulajdonképpen a betegség átvészelésével kialakuló természetes védettséget „utánozza”. Az aktív immunizálás oltóanyaga a **vakcina**.

Az **élő vakcinák** olyan, a természetes kórokozóval azonos antigén típusú törzseket tartalmazó oltóanyagok, amelyek képesek a szervezetben szaporodni, de azt nem betegítik meg, vagy csak enyhe oltási betegséget okoznak. Előállítások a virulencia gyengítésével, atteunálással történik. A legtöbb ilyen vakcinát fagyasztva szárított (лиофилizált) formában hozzák forgalomba. Előnyük, hogy viszonylag kis mennyiség is tartós immunitást hoz létre. Veszélyük az, ha esetleg visszanyerik a virulenciájukat.

**Nem élő kórokozókat** tartalmazó oltóanyagok lehetnek:

- inaktivált vakcinák: elölt baktériumok vagy vírusok,
- toxoid (anatoxin): antigénszerkezetét megtartott, de mérgező hatását elveszített toxin,
- kivonat vakcinák: az immunválasz kialakításáért felelős antigéneket tartalmazó tisztított formák,

- géntechnológiai vakcinák: az immunválasz kialakításáért felelős antigént kódoló gént egy ártalmatlan mikróbába ültetik, és azzal termeltetik.

A nem élő vakcinák a szervezetben nem tudnak szaporodni, ezért általában nagyobb mennyiséget kell belőlük beadni, és szükség lehet ismétlő (booster) oltásokra is. Hatásuk növelhető úgynevezett adjuvánsokkal.

**Kombinált oltóanyag** esetén egy vakcinában többféle kórokozó elleni oltóanyag található. Az oltóanyagok kombinálásának célja az oltások számának csökkentése. De kihasználhatjuk azt is, hogy egyes komponensek egymás hatását erősíthetik.

A védőoltásoknak a következő fajtái vannak:

- **kötelező oltások:**
  - életkorhoz kötött,
  - megbetegedési veszély esetén,
  - külföldi utazásokkal kapcsolatos,
  - munkakörhöz kötött,
- **nem kötelező oltások.**

Az életkorhoz kötött kötelező védőoltásoknak két fajtája van:

- **folyamatos védőoltások:** ezeket a védőoltásokat a gyermekek 6 éves korukig, meghatározott életkorban kapják meg,
- **kampányoltások:** amelyeket iskoláskorban, meghatározott évfolyamokon kell elvégezni.

Az életkorhoz kötött kötelező védőoltásokat, és azok beadásának idejét (az oltási rendet) az aktuális **oltási naptár** tartalmazza.

A jegyzet írásakor kötelező, életkorhoz kötött oltások:

- folyamatos:
  - BCG (*Mycobacterium tuberculosis* ellen),
  - DTP (diftéria-torokgyík, pertussis-szamárköhögés, tetanus-merevgörcs ellen),
  - IPV (poliomyelitis, járványos gyermekbénulás ellen),
  - Hib (*Haemophilus influenzae* ellen),
  - PCV (*Pneumococcus* ellen),
  - MMR (morbilli-kanyaró, mumpsz-járványos fültőmirigy-gyulladás, rubeóla-rózsahimlő ellen),

- kampány:
  - MMR újraoltás,
  - dTap (DTP újraoltás),
  - Hepatitis B elleni védőoltás.

**Megbetegedés veszélye esetén** kötelező a védőoltás, pl.:

- hepatitis-A-s beteg környezetében,
- tetanusz fertőzésnek kitett személy (a sérülés jellege alapján),
- veszettség veszélyének kitett egyén (pl. kutyaharapás után).

Külföldi utazás kapcsán, **bizonyos országokba történő beutazás előtt** kötelező megadott védőoltásokban részesülni. Ilyen például a sárgaláz elleni védőoltás olyan országok esetén, ahol a betegség veszélye fennáll, vagy az adott ország megköveteli. Vannak nem kötelező, de ajánlott oltások, amelyeket külföldi utazás előtt érdemes beadatni, pl. a hepatitis-A elleni védőoltás.

Bizonyos foglalkozások esetén is vannak kötelező védőoltások. Ezeket az oltásokat nevezzük **munkakörhöz kapcsolódó** védőoltásoknak. Ilyen például az egészségügyi dolgozók kötelező hepatitis-B elleni oltása, vagy az erdészek, vadászok kullancsencephalitis<sup>73</sup> elleni védőoltása.

Vannak olyan védőoltások, amelyek **nem kötelezőek**, de bizonyos esetekben ajánlottak, pl. az influenza vagy a meningococcus okozta járványos agyhártya-gyulladás elleni védőoltások.

### *Profilaxis*

Antibiotikumok, kemoterápiás szerek a **betegség kialakulásának a megelőzésére** is adhatóak. Ezen szerek megelőző adásával (profilaxis) növelhető a szervezet ellenálló képessége. Ilyen pl. a maláriával fertőzött területre való beutazás előtt 1-2 héttel adott kemoprofilaxis.

### *Sterilizálás, fertőtlenítés*

Sterilizálásnak a **teljes csíramentesítést** nevezzük. Ebben az esetben a beavatkozás után nem marad semmilyen mikroba életben.

Fertőtlenítés (dezinficiálás vagy dezinfekció) esetén a **környezetbe került kórokozót** pusztítjuk el, vagy megszüntetjük a fertőző képességét. Itt tehát nem érjük el az összes mikroorganizmus elpusztítását, a teljes csíramentesítést, de van csíraszám csökkentő hatás. Amint azt már láttuk, a fertőzés létrejöttében a fogékony gazdaszervezet mellett a virulens kórokozó elegendő csíraszama is lényeges. Ezért lehet a fertőzést megelőzni a kórokozók csíraszámát csak csökkentő fertőtlenítéssel.

Mind a két módszer a járványfolyamatot a **terjedés lehetőségének** a megakadályozásával szakítja meg.

A sterilizálásban, fertőtlenítésben használatos módszereket a következő csoportokba sorolhatjuk:

- **fizikai** módszerek:

<sup>73</sup> Kullancscsípés által terjesztett agyvelőgyulladás.



- **mechanikus** hatás: pl. ultrahangos sterilizálás,
- **sugárzó energiák:** az **UV-sugárzásnak** erős baktériumölő hatása van, így működik pl. a germicid lámpa, amely felületfertőtlenítésre használható; az **ionizáló sugárzások** (pl. röntgensugárzás, gamma-sugárzás) szintén képesek a mikróbak elpusztítására,
- **hőhatás:**
  - **elégetés,** nagy mennyiségű, fertőző veszélyes hulladékok megsemmisítésére használatos,
  - **kifőzés,** forralás (nem sterilizál),
  - **hőlég-sterilizálás:** nedvességre érzékeny műszerek csíramentesítésére használjuk,
  - **túlnyomásos gőz:** az egyik leggyakrabban használt sterilizálási eljárás (**autoklávozás**), hőre vagy nedvességre érzékeny anyagok esetén más módszert kell választani,
- egyéb fizikai eljárások, pl. **szűrés,** amelynek segítségével oldatokat vagy gázokat lehet sterilizálni,
- **kémiai** módszerek: különböző kémiai vegyületeket használhatunk, általában oldat formájában (pl. kézfertőtlenítés), de létezik gázzal történő fertőtlenítés, sterilizálás is; kémiai vegyületek alkalmazásakor nagyon fontos az oldat vagy gáz koncentrációja, és a behatási idő.
- Ezeket a módszereket **kombinálni** is lehet (pl. fizikai és kémiai módszerek kombinálásával).

A különböző mikroorganizmusok gátlásában, elpusztításában a következő fokozatokat különböztetjük meg:

- **csíraszám-csökkentő hatás** (szanáció): a mikróbak egy része pusztul el, csökken a csíraszámuk,
- **szaporodást gátló hatás:** az adott mikroba szaporodását gátoljuk, de a mikróbak nem pusztulnak el,
- a mikroorganizmust **elpusztító hatás:** ebben az esetben a mikroba elpusztul.

A fenti hatásokat az egyes mikroba csoportokra vonatkoztatva a következő csoportokat alkothatjuk:

- baktériumok szaporodását gátló hatás: **bakteriosztatikus** hatás,
- baktériumokat elpusztító hatás: **baktericid** hatás,
- baktériumok spóráját elpusztító hatás: **sporocid** hatás,
- gombák szaporodását gátló hatás: **fungisztatikus** hatás,
- gombákat elpusztító hatás: **fungicid** hatás,
- vírusokat inaktíváló hatás: **virucid** hatás,
- parazitaölő hatás: **parazitocid** hatás.

### *Laboratóriumi vizsgálatok*

A különböző laboratóriumi vizsgálatok a következő módokon segítenek a járványok, fertőző betegségek leküzdésében:

- a fertőző betegség **diagnózisának** a megerősítése,
- a fertőző beteg környezetében az **újabb fertőzések kiszűrése**,
- a betegség lezajlása után az ún. **felszabadító vizsgálat**,
- a **fertőző forrás** felkutatása.

### *Rovarok és rágcsálók irtás (dezinszekció és deratizáció)*

A járványok, fertőző betegségek elleni küzdelemben nagyon fontos a kórokozókat hordozó és terjesztő ízeltlábúak és rágcsálók irtása, pl. szúnyogokat, legyeket, tetveket vagy patkányokat.

### *Védőeszközök használata*

Ide tartoznak azok az egészségügyben használatos egyéni védőeszközök, amelyek a kórokozók terjedését, az egészségügyi személyzet megfertőződését akadályozzák meg.<sup>74</sup> Pl. védőszemüveg, arcmaszka, megfelelő munkahelyi ruházat, védőkesztyű stb.

### **2.5.2 Járványügyi teendők fertőző betegség előfordulásakor**

A fertőző beteg előfordulásakor alkalmazandó eljárásokat rendelet szabályozza.

Ezeket a teendőket két csoportba sorolhatjuk:

- a **beteggel** kapcsolatos:
  - minél korábbi **diagnózis**,
  - fertőző beteg **bejelentése**,
  - fertőző betegek **nyilvántartása**,
  - a fertőző beteg **elkülönítése**,
- és a **beteg környezetével** kapcsolatos teendők:
  - járványügyi **megfigyelés**,
  - járványügyi **zárlat**,
  - járványok **kivizsgálása**.

<sup>74</sup> Tágabb értelemben az egészségügyben használt egyéni védőfelszereléshez nem csak a mikroorganizmusok ellen védő eszközök, hanem a vegyi anyagok, a különböző sugárzások és egyéb kóroki tényezők ellen használt eszközök is hozzá tartoznak.

### *Minél korábbi diagnózis*

Fertőző betegség gyanújakor minél korábban történik meg a pontos diagnózis felállítása, annál korábban meg lehet tenni a fertőző betegség tovaterjedésének a megakadályozását célzó intézkedéseket. Ennek fontos része az is, hogy az emberek időben orvoshoz forduljanak.

### *A fertőző betegek bejelentése és nyilvántartása*

Az észlelő orvosnak kötelessége bizonyos fertőző betegségek gyanúja esetén a betegséget bejelentenie a hatóságoknak, 24 órán belül, meghatározott formanyomtatványon, és a beteget nyilvántartásba is kell vennie. A bejelentett esetet, a beteg gyógyulása után, ki kell jelentenie. A be- illetve kijelentendő fertőző betegségeket rendelet határozza meg. Ilyenek pl. kolera, Lyme-kór, malária, gennyes agyhártya-gyulladás, bárányhimlő és még számos más betegség.

A bejelentésekből származó adatokat az Országos Epidemiológiai Központ (OEK) összesíti, így mindig ismert az országos járványügyi helyzet. A magyarországi adatokat, más európai országok illetve világméretű adatokkal együtt az Európai Betegségmegelőzési és Ellenőrzési Központ (European Centre for Disease Prevention and Control, ECDC) és az Egészségügyi Világszervezet (WHO) is összesíti.

Egyes fertőző betegségeket (pl. kolera, sárgaláz, veszettség) nemcsak írásban, hanem azonnal telefonon, faxon vagy táviratban is be kell jelenteni.

A bejelentett fertőző betegek nyilvántartása több szinten történik:

- a házi orvos vagy a házi gyermekorvos a saját működési területén,
- a népegészségügyi szervek kistérségi és megyei szinten,
- az Országos Epidemiológiai Központ az egész ország területéről.

### *A fertőző beteg elkülönítése (izolálás)*

A történelem során az emberek már régóta megfigyelték, hogy a fertőző beteg egészségesektől történő elkülönítése hatékonyan képes megelőzni járványok kitörését. Ez a módszer még most is az egyik legegyszerűbb és leghatékonyabb eszköz a kezünkben.

Az elkülönítésre a következő lehetőségek vannak:

- **otthoni elkülönítés:** sok esetben elég, ha a beteg, ha ott megfelelőek a körülmények, az otthonában kerül elkülönítésre (pl. bárányhimlő esetén a gyermek nem mehet közösségbe a fertőzőképesség időtartama alatt),
- **kórházi fertőzőosztályon** történő elkülönítés: rendeletben meghatározott megbetegedések esetén csak kórházi osztályon, ideális esetben egyágyas kórteremben történhet az elkülönítés (pl. kolera, tetanusz, AIDS, járványos gyermekbénulás esetén); ez az elkülönítés lehet **teljes**, amikor az egészségügyi személyzetten kívül senki sem léphet be a beteg szobájába, és **részleges**, amikor a beteget meglátogathatják a hozzátartozói (de 18 éven aluli személy nem!)<sup>75</sup>.

---

<sup>75</sup> A kórházi elkülönítés szükség esetén lehet kohorsz izolálás, amikor a feltehetőleg azonos kórokozóval fertőződött betegeket közös kórteremben helyezik el.

Az elkülönítés a **fertőzőképesség időtartamára** szól. Ennek vége nem feltétlenül esik egybe a gyógyulással. A fertőzőképesség időtartama az az időszakasz, amíg a fertőzött személy fertőző képes kórokozókat ürít, vagyis amíg képes másokat megfertőzni.

Az elkülönítésnél figyelembe kell venni a fertőző beteg szállítását is. Fertőző beteg tömegközlekedéssel nem szállítható!

### *Járványügyi megfigyelés*

A járványügyi megfigyelésről szintén jogszabály rendelkezik. Lényege, hogy bizonyos fertőző betegségek esetén a **beteggel érintkezett személyeket** járványügyi megfigyelés alá kell vonni annak érdekében, hogy megfigyeljük, **nem alakul-e ki nála a betegség**. Ennek ideje általában megegyezik az adott fertőző betegség lappangási idejével. Az érintett személyt a járványügyi megfigyelés idejére eltilthatják bizonyos munkakörökből (pl. óvodai, bölcsődei munkák, élelmiszerek termelése, forgalmazása).

### *Járványügyi zárlat*

Szintén rendeletben meghatározott fertőző betegségek esetén (pl. pestis, kiütéses tifusz), azokat a személyeket, akik megfertőződhetnek járványügyi zárlat alá helyezik. Ez azt jelenti, hogy kórházi osztályon vagy más alkalmas épületben, szigorú orvosi felügyelet mellett kell az illető személyeknek tartózkodniuk.

### *A járványok kivizsgálása, felderítése*

A közegészségügyi hatóságok feladata a járványok felderítése, kivizsgálása. Ennek célja a **fertőző forrás és a terjedési mód felderítése**, és ennek segítségével a **megfelelő intézkedések megtétele** a járvány terjedésének megakadályozására.

Az így összegyűjtött adatok segíthetnek a jövőben kialakuló járványok megelőzésére, megfékezésére is.

## Irodalomjegyzék

Ádány Róza: Megelőző orvostan és népegészségtan. Medicina Könyvkiadó, Budapest, 2012.

Barcs István, Szalka András: Mikrobiológia - Fertőző gondolatok. Semmelweis Egyetem Egészségtudományi Kar, Budapest, 2013.

Barcs István, Kristóf Katalin: A mikrobiológiai mintavétel szabályai. Semmelweis Egyetem Orvosi Mikrobiológiai Intézet, Budapest, 2006.

Czirók Éva: Klinikai és járványügyi bakteriológia. Melania Kiadó, Budapest, 1999.

Györkösy Alajos, Kapitánffy István, Tegye Imre: Ógörög-magyar szótár. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1993.

Jakab Zsuzsanna: Aszepszis-antiszepszis, munkavédelem, környezetvédelem I-II. Egészségügyi Szakképző és Továbbképző Intézet, Budapest, 2009.

Jurányi Róbert: Mikrobiológia-immunitás. Egészségügyi Szakképző és Továbbképző Intézet, Budapest, 2001.

Jurányi Róbert, Vágvölgyi Ágnes: Általános kórtan, immunitás, járványtan. Egészségügyi Szakképző és Továbbképző Intézet, Budapest, 2006.

Molnár Kornélia: Járványtan. Medicina Könyvkiadó, Budapest, 2012.

Pál Tibor: Az orvosi mikrobiológia tankönyve. Medicina Könyvkiadó, Budapest, 2012.