

TUM – Pitanja za ponavljanje za MI (ak.god. 14/15)

1. Uvod u tehnologije u medicini

1. Bioničko oko – sustav Argus II Retinal Prosthesis

Prvi implantabilni uređaj kojim se liječe odrasle osobe oboljele od bolesti *retinitis pigmentosus*.

Sastoji se od:

- elektroničkog dijela implantiranog u i oko oka
- Video kamere postavljene na naočale
- Procesora za obradu video signala kojeg pacijent nosi

Kamerom snimljene slike se obrađuju u signale te se bežično prenose u implantirani elektronički dio. Električni stimulusi retine očnim se živcem provode do mozga gdje budu prepoznati kao impulsi svjetlosti.

2. Biomedicinsko inženjerstvo – definicije, područja

Biomedicinsko inženjerstvo je dio inženjerske struke koji:

- Unaprjeđuje znanje u inženjerstvu, biologiji i medicini kao i temeljnim znanostima
- Unaprjeđuje ljudsko zdravlje projektiranjem novih uređaja, programa i metoda i njihovom primjenom u dijagnostici, monitoriranju, terapiji i rehabilitaciji, ali i prevenciji i predikciji u zdravstvu
- Integrira inženjerske i biološke znanosti te kliničku praksu

2. Izvori bioelektričkih potencijala

1. Ljudsko tijelo – građa, kemijski sastav

Građu ljudskog tijela čine:

- Kemijski elementi
- Stanice
- Tkiva – skupine sličnih stanica
- Organi – skupine sličnih tkiva
- Sustavi – funkcionalne cjeline sastavljene od različitih organa
- Organizam – funkcionalna cjelina 11 sustava

Oko **99,3%** ljudskog tijela čine: **Vodik (H) 63%, Kisik (O) 26%, Ugljik (C) 9%** te **Dušik (N) 1%**.

Oko **0,7%** čine **minerali (Ca, P, K, S, Na, Cl, Mg)**

Manje od **0.01%** ljudskog tijela sadrži ostale elemente (**Fe, I, Cu, Zn, Mn, Co, Cr, Se, Mo, F, Sn, Si, V**).

2. Stanična membrana – svojstva, karakteristične vrijednosti

Stanična membrana je polupropusni lipidni dvosloj izgrađen od bjelančevina i lipida koji odvaja unutarstanični dio od vanstaničnog okruženja. Debljina joj je oko 10 nm, polupropusna je (širine pora oko 8 nm). Dielektrična konstanta joj iznosi $\epsilon = 5$, a spec. kapacitet $C = 0,5 - 1 \mu\text{F}/\text{cm}^2$.

Propuštanje tvari u stanicu i iz stanice se vrši po načelu:

- Difuzije (iz područja više u područje niže koncentracije)
- Osmoze (difuzija vode kroz polupropusnu membranu)
- Aktivnog prijenosa (iz područja niže u područje više koncentracije, potrebna energija)

Čimbenici koji određuju stanje na membrani su:

- Gradijent koncentracije (difuzijski koeficijent, D)
- Električno polje (E)

3. Difuzija kroz polupropusnu membranu

Difuzija kroz polupropusnu membranu je pasivni proces. Odvija se po Fickovom zakonu: $\frac{dm_i}{dt} = S * D * \frac{dc_{ix}}{dx}$, pri kojem je m = količina tvari, S = površina membrane, D = koeficijent difuzije, a dc/dx = gradijent koncentracije

K^+ ioni lako izlaze iz stanice, stvara se višak pozitivnog naboja te se javlja razlika potencijala – difuzija se odvija tako dugo dok se ne uspostavi električno polje koje zaustavi proces difuzije

4. Akcijski potencijal - nastanak, tijek događaja, karakteristične veličine

Podražaj (stimulus) može biti:

- Mehanički
- Kemijski
- Električki

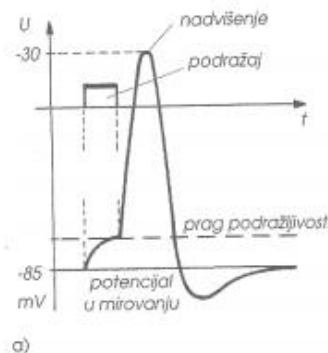
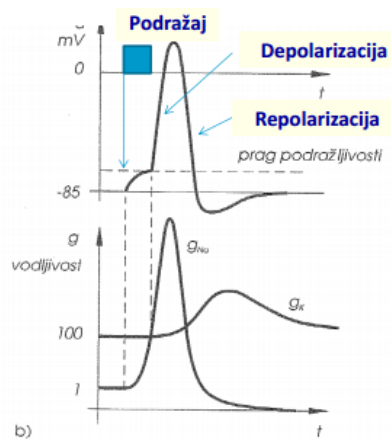
Naglo poraste vodljivost membrane za Na^+ ione (oko 1000 puta) – promjeni se polaritet napona na staničnoj membrani – **depolarizacija**. Nakon toga, sporije se promijeni vodljivost membrane za ione K^+ i ta promjena dulje traje – **repolarizacija**. Repolarizacija je povratak potencijala stanice u stacionarno stanje, tj. Potencijala na membrani u potencijal mirovanja. Nakon početka nastanka akcijskog potencijala, proces se ne može zaustaviti nikakvim naknadnim podražajem – dok god takvo stanje traje, govorimo o **apsolutnom refraktornom vremenu**. Kad se proces počne smirivati i napon vraćati na vrijednost u mirovanju, može se podražajem većeg intenziteta ponovno izazvati akcijski potencijal iako napon nije dosegao vrijednost u mirovanju – vrijeme kad se mogu ponovno stvarati akcijski potencijali, iako uz veći intenzitet podražaja, naziva se **relativno refraktorno vrijeme**.

Tijek događaja:

1. Raste propusnost membrane za Na^+ ione
2. Nakon toga raste propusnost za K^+ i pada propusnost za Na^+ ione
3. Smanjuje se propusnost za K^+ ione
4. Aktivno izbacivanje Na^+ i povratak K^+ iona

Tipično trajanje akcijskog potencijala:

- 1 ms – živčane stanice
- 2 do 5 ms – skeletni mišići
- 200 do 400 ms – srčani mišići



Slika 1.3. a) akcijski potencijal; b) dva akcijska potencijala. Vrijeme apsolutne t_a i relativne t_r refraktnosti

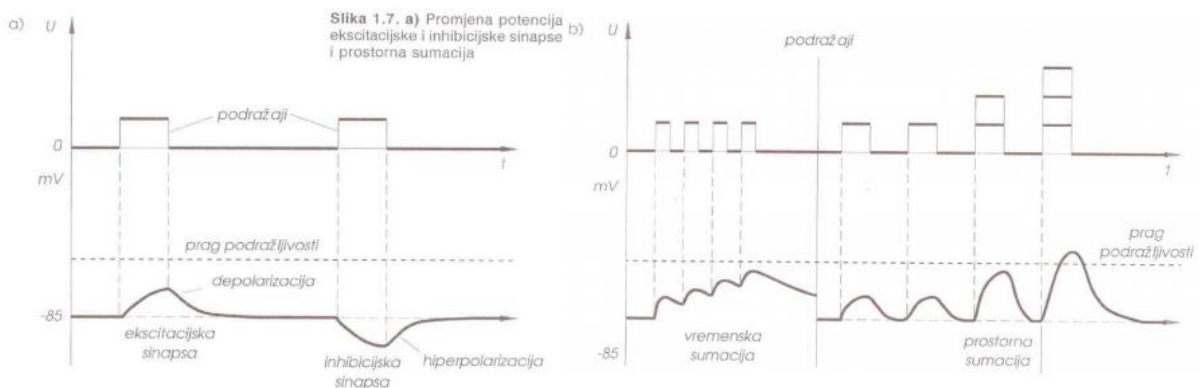
5. Sinapse - vrste, djelovanje, tipovi sinaptičkih veza, vremenska i prostorna sumacija

Sinapsa je mjesto gdje živčani impulsi prelaze s jedne na drugu živčanu stanicu ili sa živčane stanice na mišić. Sinapsama se odvija komunikacija između živčanih stanica.

Dolaskom podražaja luči se neurotransmiter u sinaptičku pukotinu i podražuje (ili ne) sljedeću živčanu stanicu. Sinapse mogu biti **ekscitacijske** ili **inhibicijske**.

Neurotransmiteri mogu biti: **acetilkolin**, **monoamini**, **aminokiseline**, **peptidi**

Sinaptička veza može biti: **neuronsko – neuronska** ili **neuromuskularna** (motorička pločica)



6. Osjetila - podjela prema vrsti podražaja

Osjetila omogućavaju praćenje događaja vanjskog svijeta te pretvaraju vanjske informacije u oblik pogodan za obradu u živčanom sustavu.

Podjela osjetila prema vrsti podražaja:

- Mehanoreceptori – dodir, tlak, sluh
- Termoreceptori – toplo, hladno
- Kemoreceptori – miris, okus (slano, slatko, kiselo i gorko), reakcija na O_2 i CO_2
- Fotoreceptori – vid
- Nocireceptori – bol, oštećenja

7. Receptorski potencijali, odnosi potencijala mirovanja i intenziteta podražaja, odnosi frekvencije impulsa i intenziteta podražaja

Osjetne stanice imaju visoki prag podražljivosti. Uslijed podražaja ne stvara se akcijski potencijal - mijenja se vrijednost potencijala mirovanja – **receptorski ili generatorski potencijal**. Promjena potencijala mirovanja prema intenzitetu podražaja može biti **linearna** ili **logaritamska**.

Receptorski potencijal se smanjuje u slučaju kada podražaj traje dulje vrijeme istim intenzitetom. Znatno kod podražaja na dodir, zanemarivo kod podražaja na bol. To se zove **akomodacija ili habituacija**.

Frekvencija impulsa je linearno proporcionalna veličini receptorskog potencijala.

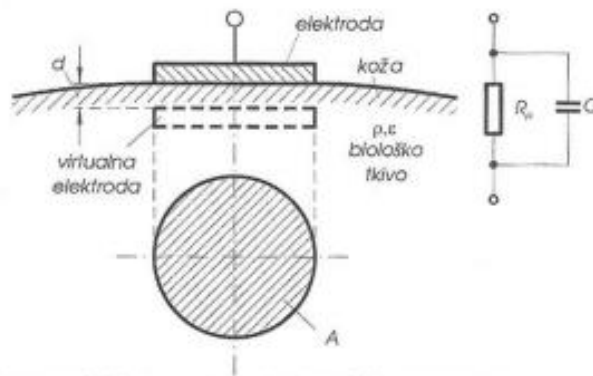
Odnos između frekvencije impulsa i intenziteta podražaja je dan slijedećim izrazom:

$$f = k(I - I_0)^n$$

$n < 1$ – kompresija osjeta (npr. logaritamska krivulja), prisutna kod vida i sluha, dok za $n = 1$ – linearni odnos

8. Nadomjesna shema koža – elektroda

Unutrašnjost organizma je vodljiva zbog visoke koncentracije ionima bogate izvanstanične tekućine. U nadomjesnoj shemi se zato unutrašnjost organizma može nadomjestiti virtualnom elektrodom velike vodljivosti. Koža ima zaštitnu ulogu i sadrži velik dio tvrdih, odumrlih stanica, koje su slabo vodljive i ispoljavaju izolacijske značajke, stoga nadomjesna shema sučelja između elektrode i kože sadrži otpornu i kapacitivnu komponentu.



Slika 3.2. Sučelje između elektrode i kože i pojednostavljena nadomjesna shema

3. Pojačala bioelektričkih potencijala

1. Značajke mjerenja bioelektričkih potencijala

Pojačalo je najvažniji dio bilo kojeg elektroničkog mjernog uređaja u medicini.

Značajke mjerenja bioelektričkih potencijala:

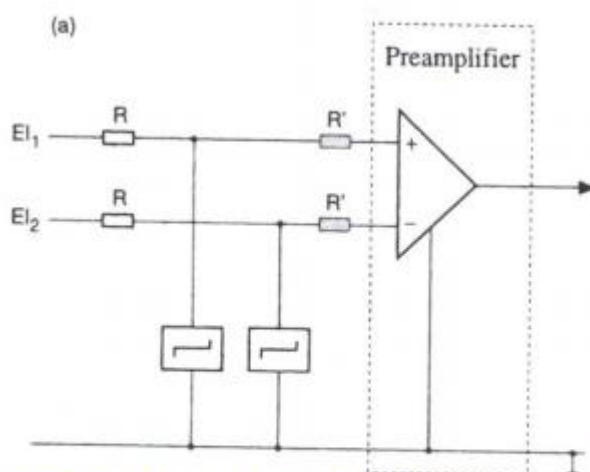
- Diferencijalno mjerenje – izvedba kao diferencijalno ili instrumentacijsko pojačalo
- Veliko pojačanje – tipični ulazni signali reda veličine $10\ \mu\text{V}$ do $1\ \text{mV}$
- Frekvencijski opseg bm potencijala tipično od $0,01\ \text{Hz}$ do $10\ \text{kHz}$
- Prisutstvo smetnji iz okoline, od drugih električkih uređaja priključenih na ispitanika i od drugih izvora bioelektričkih signala samog ispitanika
- Ostali zahtjevi na pojačala: visoka ulazna impedancija, visok faktor potiskivanja zajedničkog signala, niskošumna izvedba

2. Ulazni signali biomedicinskih signala – od čega se sastoji

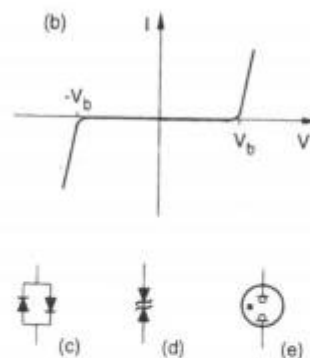
Sastoji se od:

- Korisnog mjerenog bioelektričkog potencijala, npr. EKG: amplitude od $50\ \mu\text{V}$ do $1,2\ \text{mV}$
- Polarizacijski potencijal (elektrokemijsko porijeklo, kontakt tkiva i elektroda) – istosmjerna komponenta, do $300\ \text{mV}$
- Elektromagnetske smetnje elektroenergetskog sustava ($50\ \text{Hz}$ ili $60\ \text{Hz}$), mogu biti do $100\ \text{mV}$
- Naponi drugih električkih uređaja priključenih na pacijenta – udar defibrilatora ($n \cdot 1000\ \text{V}$); RF kirurški nož ($n \cdot 100\ \text{V}$)

3. Zaštita ulaznog stupnja



a) Ograničenje napona na ulazu ograničivačima, a struje otpornicima
b) Strujno-naponska karakteristika ograničivača napona



Ograničivači napona:
c) Antiparalelno spojene diode
d) Zenerove diode
e) Plinom punjene cijevi (tinjalice)

4. Faktor potiskivanja – definicija, tipične vrijednosti

Faktor potiskivanja zajedničkog signala $H=A_D/A_Z$

Omjer pojačanja diferencijalnog signala (korisni, bioelektrički) (A_D) i zajedničkog signala (smetnje, tip. od elektroenergetske mreže) (A_Z). Izražava se u decibelima (dB). Tipične vrijednosti za instrumentacijska pojačala su od 100 do 120 dB. Ovisi o frekvenciji signala (tipično pada na višim frekvencijama) i o stupnju asimetričnosti impedancija priključenih na ulazne priključnice (sučelje elektroda – koža)

4. i 5. Organi i sustavi ljudskog tijela

1. Nabroji sustave ljudskog tijela

Sustavi u ljudskom tijelu:

- Krvožilni – kolanje krvi organizmom
- Probavni – probava i razgradnja hrane u tijelu
- Endokrini – djelovanje žlijezda i hormona u tijelu
- Limfni – kolanje limfe organizmom
- Mišićni – pokretanje tijela
- Živčani – prijenos i obrada informacija
- Reproductivni – razmnožavanje
- Dišni – disanje
- Koštani – sustav kosti i zglobova – potporanj tijela
- Mokraćni – izlučivanje mokraće i mokrenje
- Pokrovni (integumentni) – zaštita

2. Navedi funkcije krvožilnog sustava

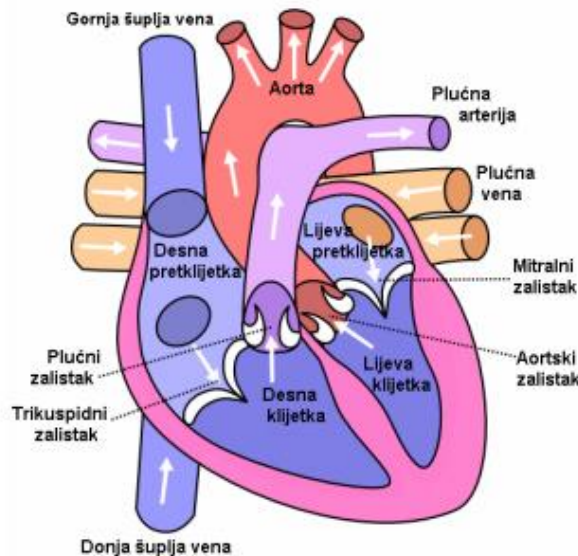
Krvožilni (kardiovaskularni) sustav:

- Prenosi hranjive tvari u stanice, a iz njih odvodi produkte metabolizma
- Pomaže pri uravnotežnji tjelesne temperature i pH vrijednosti (dio homeostaze)

3. Građa srca

„2-stupanjska 4-komorna pumpa“

- Gornje komore – pretkljetke (**atriji**): lijevi atrij (**LA**) i desni atrij (**DA**)
- Donje komore – kljetke (**ventrikuli**): lijevi ventrikul (**LV**) i desni ventrikul (**DV**)
- Lijeva i desna strana odijeljene mišićnom pregradom (**septum**)
- Srčani zalisci (valvule): trikuspidni, bikuspidni (mitralni), aortni i pulmonalni (semilunarni)



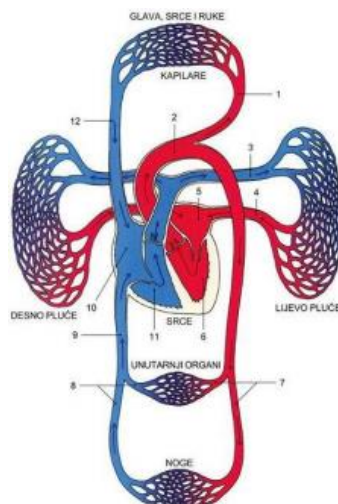
4. Krvni optok

Krvni optok (krvotok) grade krvne žile i srce. Čovjek ima zatvoren krvotok (nema miješanja venske i arterijske krvi).

Razlikujemo:

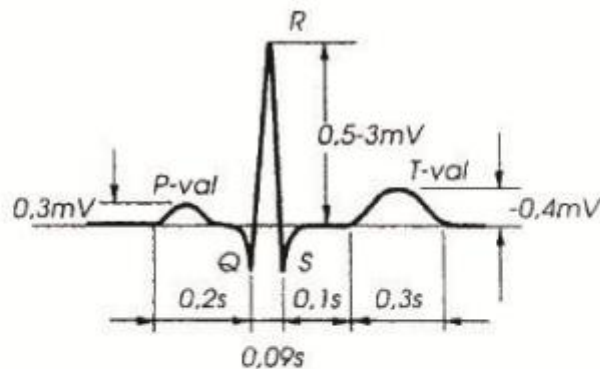
- Tjelesni (veliki, sistemski) krvotok:
 - Put koji krv prevali od lijeve klijetke do desne pretklijetke
 - Dovodi u organe krv opskrbljenu kisikom (arterijsku krv)
 - Omogućava izmjenu hranjivih tvari, plinova (O_2 , CO_2) i otpadnih produkata metabolizma
- Plućni (mali) krvotok:
 - U desni atrij ulazi venska krv iz čitavog tijela osim pluća putem gornje i donje šuplje vene (vena cava superior i vena cava inferior)
 - Pročišćena krv opskrbljena kisikom iz pluća dolazi putem četiri plućne vene u lijevi atrij
- Sustav zalistaka između srčanih pretklijetki i klijetki te između klijetki i aorte, odnosno plućne arterije, osigurava da krv teče samo u jednom smjeru

1. Arterija
2. Aorta
3. Plućna arterija
4. Plućna vena
5. Lijeva pretklijetka
6. Lijeva klijetka
7. Arterije
8. Vene
9. Donja šuplja vena
10. Desna pretklijetka
11. Desna klijetka
12. Gornja šuplja vena

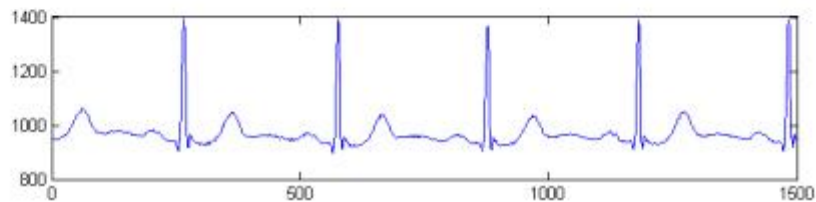


5. EKG, karakteristične veličine

Tipičan
kardiociklus



Primjer EKG
signala



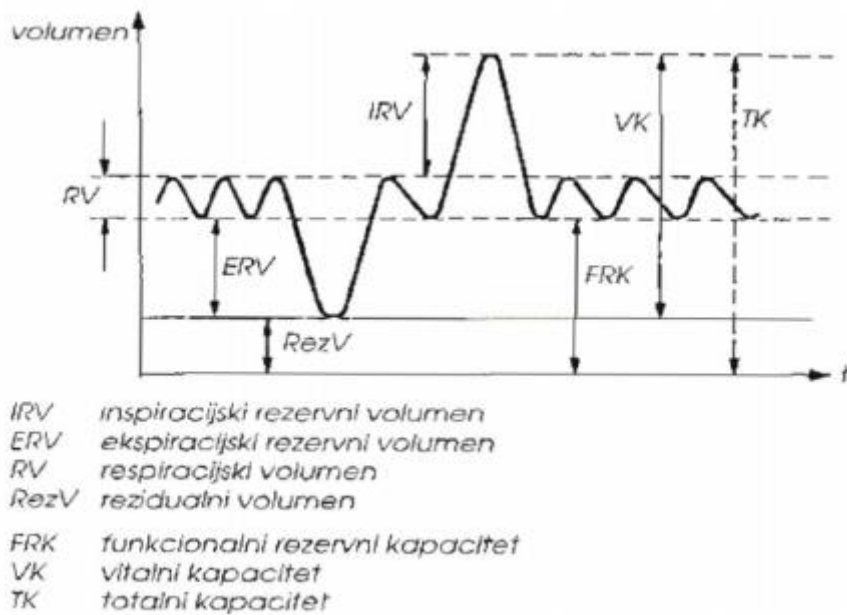
6. Anatomija i funkcija dišnog sustava

Primarna funkcija dišnog sustava je omogućiti razmjenu plinova i to na način da se dopremi krv s kisikom kako bi ta ista krv mogla dopremiti kisik u sve stanice tijela te ukloni neželjeni ugljični dioksid generiran od strane tih stanica što može biti štetno za tijelo.

Anatomija dišnog sustava:

- Gornji dišni putovi:
 - Nazalni prolazi (nos, nosna šupljina i sinusi)
 - Ždrijelo
 - Grkljan
 - Dušnik
- Donji dišni putevi:
 - Bronhiji
 - Pluća
 - Bronhiole i alveole u plućima
- Dijafragma, tanka kupola u obliku listova mišića, smještena u predjelu donjih rebara i kralježnice je najvažniji mišić inspiracije i drugi dio respiratornog sustava koji je uključen u kretanje u i iz pluća kontrakcijama i relaksacijama

7. Karakteristične veličine respiracije



8. Građa živčanog sustava

Živčani sustav gradi mreža specijaliziranih stanica koje šalju, prenose ili primaju informacije vezane za organizam i njegovu okolinu.

Osnovna podjela:

- Središnji živčani sustav
 - Mozak
 - Leđna moždina
- Periferni živčani sustav
 - Živci

Također razlikujemo:

- Voljni živčani sustav
 - Dio živčanog sustava koji upravlja našim voljnim tjelesnim aktivnostima
- Autonomni živčani sustav
 - Regulacijski sustav održavanja ravnotežnog stanja organizma

9. Veliki mozak – građa i funkcija

Razlikujemo lijevu i desnu hemisferu (polutku), razdijeljene uzdužnom fisurom

Moždana kora (cortex):

- Površinski dio mozga debljine 1,5 do 4,5 mm
- Siva moždana supstancija, **12 do 18 milijardi neurona**
- Površina iznosi približno 2300 cm²
- Najsloženiji dio živčanog sustava
- Četiri regije: **frontalna, parietalna, okcipitalna i temporalna**

10. Mali mozak

Zadužen je za koordinacije svih motoričkih akcija, uključujući i voljne kretnje skeletnih mišića

- Održavanje ravnoteže u pokretima
- Osigurava „glatkost“ kretanje
- Upravlja vrlo brzim pokretima koji zbog svoje brzine ne mogu biti upravljani iz velikog mozga, većim dijelom su isključeni iz svijesti (npr. koordinacija pokreta pri trčanju, sviranje na klaviru...)

11. Međumozak

Talamus (relejna stanica)

- Senzorički signali na putu do moždane kore
- Motorička kontrola

Hipotalamus (odgovoran za osnovne **homeostatičke** mehanizme)

- Regulacija temperature tijela
- Održavanje krvnog tlaka
- Upravljanje peristaltikom
- Ravnoteža soli i vode
- Gastrointestinalni motilitet
- Uriniranje
- Appetit
- Izlučivanje endokrinih žlijezda

12. Produljena moždina

Sadrži vrlo važne centre za život

- Respiracija
- Sisanje
- Žvakanje
- Gutanje
- Kihanje
- Povraćanje
- Kašljanje

13. Autonomni živčani sustav

Održava homeostazu – regulacijski sustav održavanja ravnotežnog stanja organizma

Simpatički živčani sustav je dio autonomnog živčanog sustava koji je naročito aktivan tijekom reakcija poput straha i tjeskobe koje troše tjelesne zalihe energije.

Parasimpatički živčani sustav ima suprotan učinak od simpatičkog. Putem neurotransmitera acetilkolina usporava frekvenciju srca, smanjuje snagu srčanih kontrakcija i snižava krvni tlak.

Agonistički – antagonistički sustav

Glatki mišići: probava, izlučivanje (znoj, urin, fekalije)

Lučenje žlijezda – biokemijska ravnoteža

Srce (puls + tlak + pH krvi)

Disanje, temperatura, ravnoteža (lokomocija)

14. Periferni živčani sustav

Aferentni

- Senzorička vlakna – prenose informaciju od osjetila do leđne moždine ili mozga

Eferentni

- Motorička vlakna – prenose naredbu za kontrakciju do mišića

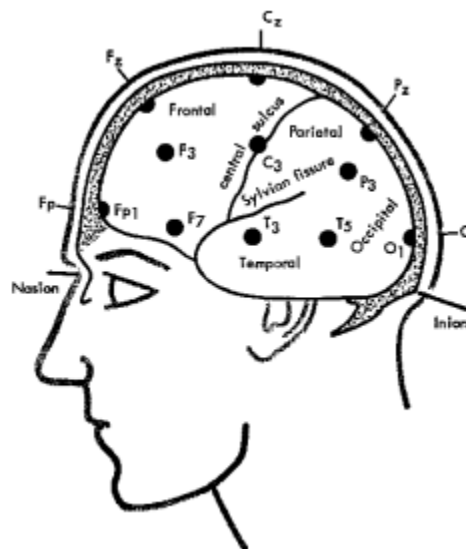
15. Elektroencefalografija

Mjeri se elektrodama postavljenim na glavu pacijenta. Posljedica su koordinirane depolarizacije i repolarizacije skupine živčanih stanica u mozgu.

Postupak snimanja EEG-a:

- Elektrode se smještaju na glavu pacijenta, razmak je standardiziran (npr. sustav 10/20)
- Razmak između elektroda postavljen je u razmaku 10% 20%
- Postoci se odnose na razmak između dvije točke na glavi: **inion** i **nasion**

EEG naponi se mjere **diferencijalno (bipolarno)** i **monopolarno**



Standardni razmještaj elektroda na glavi pacijenta. Slovo predstavlja regiju, a parna, odnosno neparna brojka lijevu, odnosno desnu hemisferu mozga na kojoj je postavljena elektroda (npr. T3 – temporalna regija, lijeva strana)

16. Karakteristični signali mozga

α – valovi:

- Budno, opušteno stanje, zatvorene oči, ne misli se na ništa koncentrirano
- Frekvencija od 8 do 13 Hz
- Amplituda do 50 μ V
- Dominiraju u okcipitalnoj regiji
- Nestaju za vrijeme spavanja kao i pri koncentriranom rješavanju problema

β – valovi:

- Javljaju se za vrijeme duševne aktivnosti, a oni najviših frekvencija za vrijeme neke duševne napetosti
- Frekvencija od 14 do 30 Hz, a katkada i do 50 Hz
 - Područje od 14 do 30 Hz – β I valovi
 - Područje od 30 do 50 Hz – β II valovi
- Amplituda do 20 μ V
- Najčešće se registriraju na frontalnim i parijetalnim regijama
- Pacijentu se za vrijeme snimanja EEG-a kaže da nakon zatvorenih očiju otvori oči – blokira se α – ritam i pojavi se β – ritam

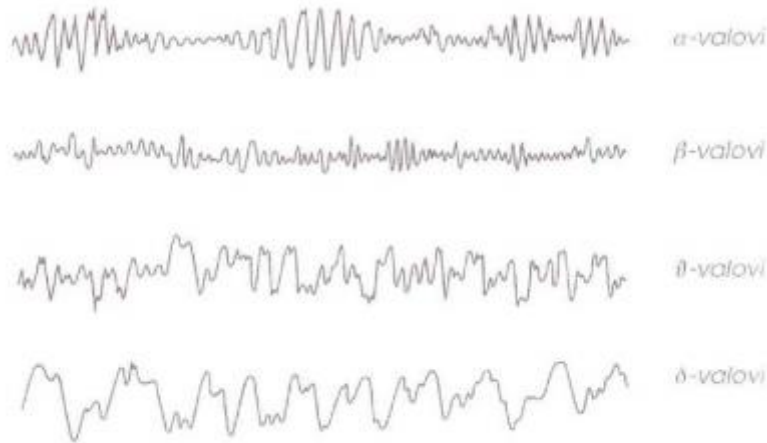


θ – valovi:

- Pojavljuju se kod djece, a i kod odraslih za vrijeme emocijskih stresova, osobito kod razočaranja i frustracija
- Ako se kod čovjeka naglo prekine ugodni doživljaj, to izaziva θ – valove u trajanju od približno 20 s
- Frekvencija od 4 do 7 Hz
- Amplituda do 70 μ V
- Pojavljuju se pretežno na parijetalnim i temporalnim regijama
- Mogu biti i patološki i pojavljuju se kod mnogih poremećaja mozga

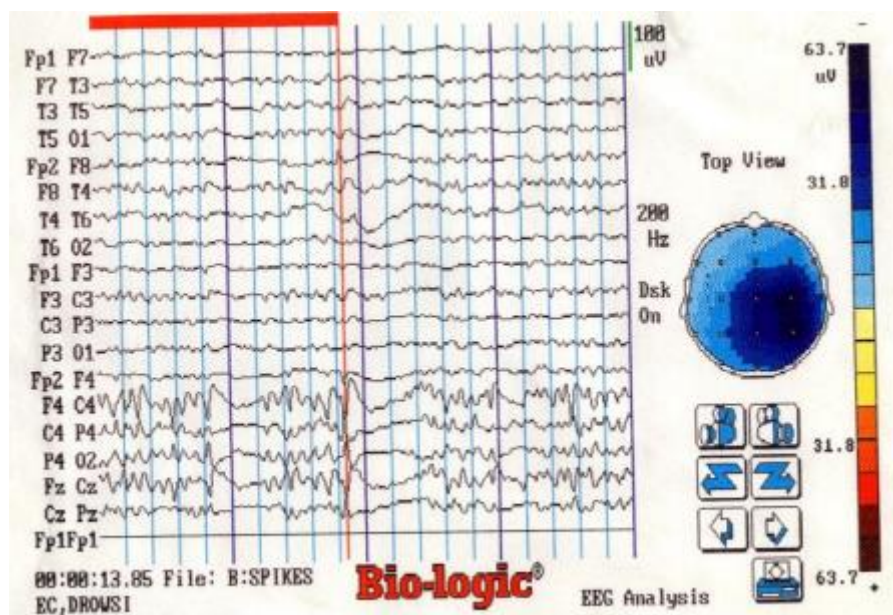
δ – valovi:

- Pojavljuju se u dubokom snu, kod djece i pri težim bolestima mozga
- Pojavljuju se u kori velikog mozga (korteksu) neovisno o aktivnosti u nižim slojevima mozga
- Predstavljani su većim brojem neurona koji sinkrono djeluju s depolarizacijom živčanih stanica tijekom duljeg vremena
- Frekvencija od 0,5 do 3,5 Hz
- Amplituda od 60 do 100 μ V



17. EEG mape

Mape kojima se prikazuju moždani valovi snimljeni postavljenim elektrodama u nekom vremenu, te preko kojih se može izvršiti analiza mozga (uočiti nepravilnosti u radu mozga, oštećenja i sl...)



18. Koštani sustav

Koštani sustav daje potporu ljudskom tijelu te djeluje kao štit organima u tjelesnim šuplinama od mehaničkih oštećenja. Na kostima se nalaze hvatišta mišića, a koštana srž je mjesto stvaranja krvnih stanica. Kosti služe također kao biokemijski regulator koncentracije kalcija i drugih minerala u organizmu.

Tipični odrasli kostur se sastoji od 206 do 350 kostiju, ovisno o dobi.

Broj kostiju varira zbog anatomskih varijacija kod čovjeka (npr. određeni dio ljudi ima dodatno rebro ili dodatni slabinski kralješak)

19. Svojstva i građa skeletnih mišića

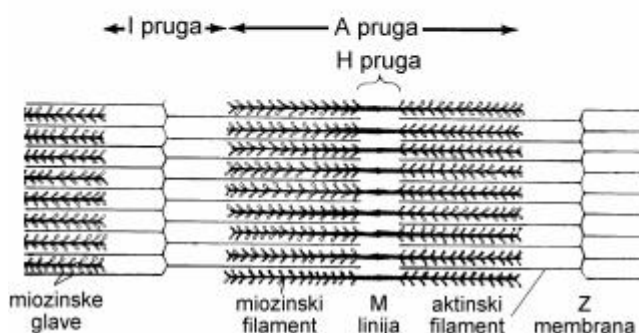
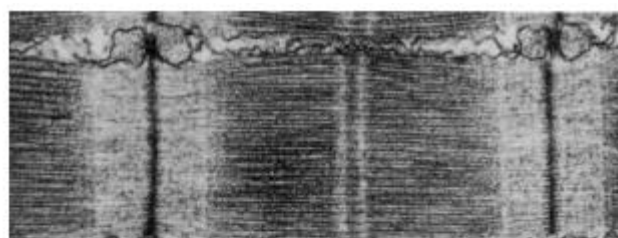
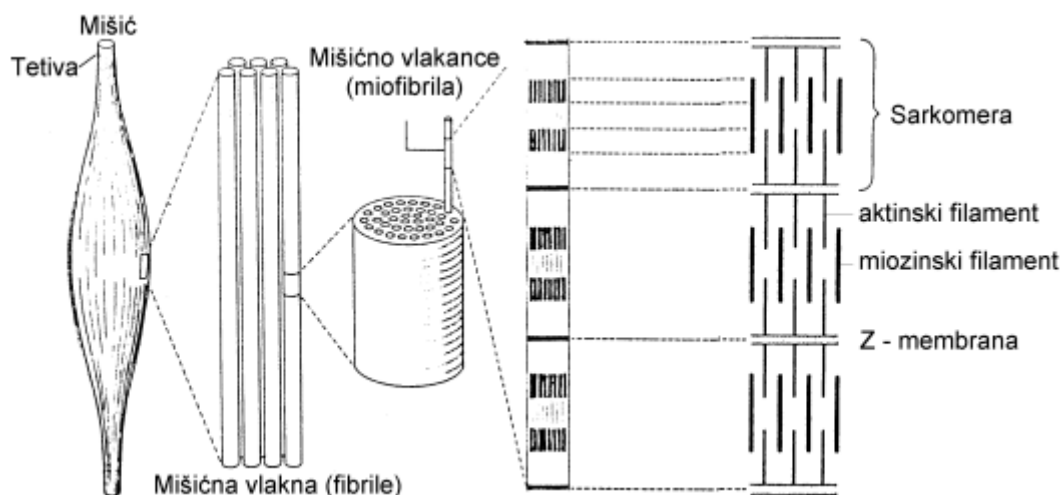
Građeni su od **poprečno-prugastog** mišićnog tkiva

Poprečno-prugasto mišićno tkivo:

- Sastoji se od mišićnih vlakana (**fibrila**) od kojih svako predstavlja jednu veliku stanicu nastalu fuzijom mnogih zasebnih stanica
- Duljina mišićnog vlakna iznosi od 0,1 do 30 cm, a promjer od 10 μm do 100 μm
- Mišićno vlakno je građeno od mišićnih vlaknaca (**miofibrila**) promjera 1 – 2 μm koja se uglavnom protežu cijelom duljinom mišićnog vlakna, a uzdužno su podijeljene poporečnim **Z-membranama** na segmente duljine oko 2,5 μm - **sarkomere**

Unutar sarkomere uzdužno su smješteni filamenti građeni od nitastih bjelančevina koje čine osnovu kontraktilnog mehanizma

Debeli filamenti (promjera oko 100 nm) građeni su od proteina **miozina**, a tanji (promjera oko 5 nm) od **aktina**



20. Kontrakcija skeletnih mišića

Jedna motorička živčana stanica i sva mišićna vlakna koja ona podražuje čine jednu **motoričku jedinicu**. To je djelatna kontraktilna jedinica jer se prilikom podražaja motoričke živčane stanice sva mišićna vlakna unutar motoričke jedinice kontrahiraju istodobno. Mišićna vlakna jedne motoričke jedinice nisu odijeljena anatomski u posebnu skupinu, već postoji znatna isprepletenost vlakana među susjednim motoričkim jedinicama.

Kontrakcija skeletnih mišića slijedi nakon živčanog podražaja mišićnog vlakna preko **neuromuskularne veze**. Neuromuskularna veza se nalazi u pravilu na središnjem dijelu mišićnog vlakna kako bi se depolarizacija ravnomjerno širila u oba smjera. Brzina kojom se depolarizacija širi uzduž mišićnog vlakna naziva se **brzina provodljivosti** mišićnog vlakna i iznosi od 2 do 6 m/s.

21. Tipovi mišićnih vlakana

- **Spora** oksidacijska vlakna – tip I „**crvena**“
- Brza oksidacijsko-glikolitička vlakna – tip II A
- **Brza** glikolitička vlakna – tip II B „**bijela**“

Podjela je provedena na temelju brzine kojom molekula miozina hidrolizira molekulu ATP-a pri kontrakciji u pojedinom tipu vlakna

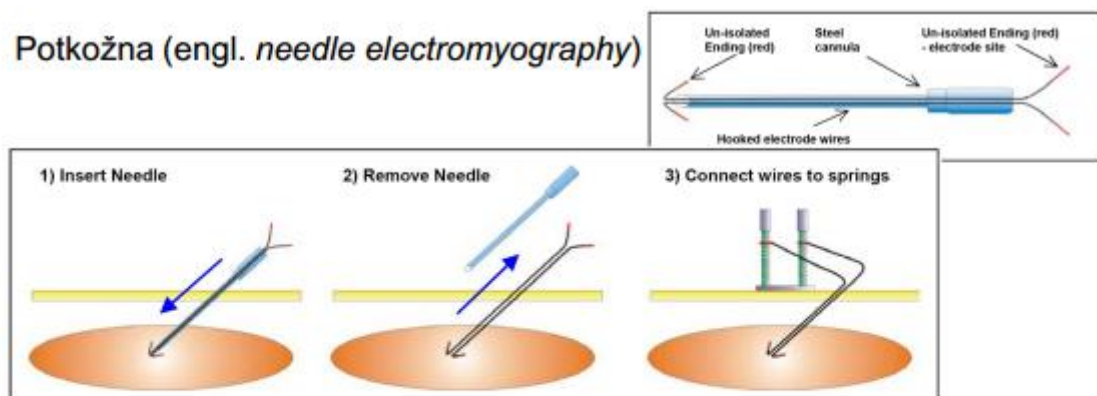
22. Elektromiografija

Elektromiografija je metoda praćenja rada mišića koja se temelji na mjerenju i analizi električkih signala koje proizvode mišićna vlakna tijekom kontrakcije.

Električki signali koje proizvode mišićna vlakna nazivaju se **mioelektričkim (ME) signalima**, a njihov zapis – **elektromiogram (EMG)**.

Prema načinu mjerenja:

- **Potkožna (engl. *needle electromyography*)**

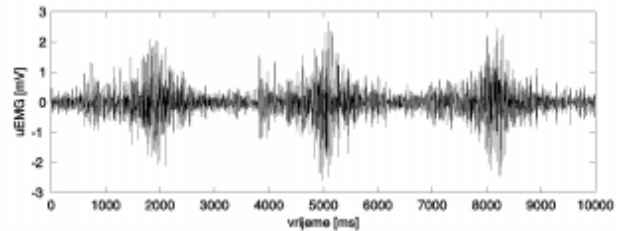
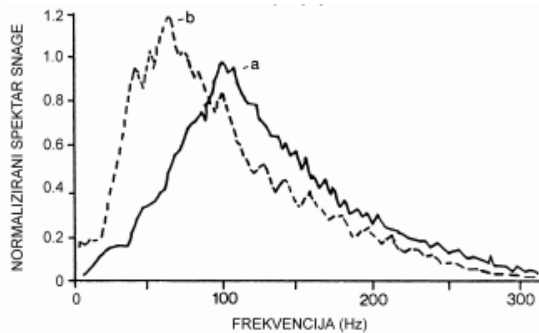


- **Površinska (engl. *surface electromyography, sEMG*)**



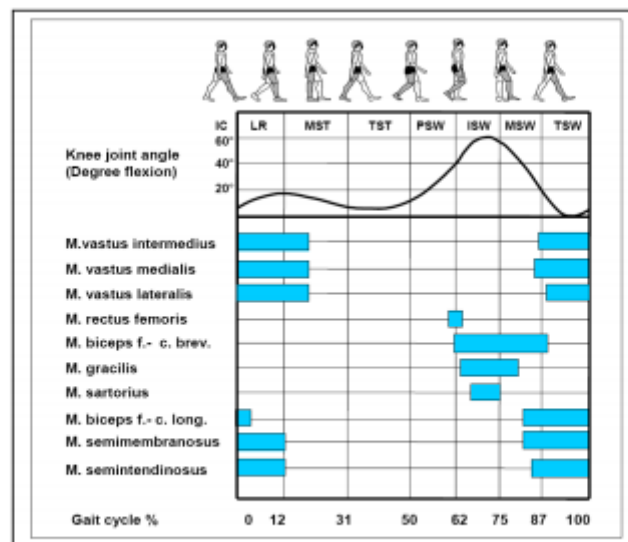
23. Svojstva površinskih EMG signala

- Amplituda od 100 μV do 5mV
- Frekvencijski opseg signala od 10 do 300Hz
- Uslijed umora spektar se pomiče prema nižim frekvencijama



24. Koje informacije može dati površinska elektromiografija

Elektromiografija nam može dati informacije o aktivnosti pojedinog mišića pri nekom pokretu, fizičkom naporu ili stanju (npr. aktivnost pojedinog mišića pri hodu, trčanju, stajanju). Također, možemo vršiti usporedbu pojedinih mišića pri različitim vježbama za taj isti mišić, te na račun toga saznati koja je od provedenih vježbi najefikasnija. Elektromiografija nam može poslužiti i za poboljšanje koordinacije mišića, te mjerenja umora mišića (npr. u veslanju).



On/off aktivnost pojedinih mišića tijekom jednog ciklusa hoda.

25. Mehanička potpora cirkulaciji – kada se koristi, vrste

Cirkulacijska potpora se koristi:

- Kada **NE ŽELIMO** da srce radi – kod operacija na otvorenom srcu
- Kada srce **NE MOŽE** raditi ili radi oslabljenim kapacitetom – nakon kardiokirurških operacija ili kod zatajenja srca

Vrste cirkulacijske potpore:

- Po mjestu ugradnje:
 - Implantabilna
 - Parakorporealna
- Po trajanju podrške:
 - Kratkotrajna
 - Dugotrajna
- Total artificial heart (TAH)
 - Poseban naziv za situaciju kada se bolesno srce odstranjuje u cijelosti, te zamjenjuje sa dvije povezane pumpe – izbačajne ili kontinuiranog protoka

Potpora cirkulaciji – Ventricular assist device – **VAD** (mono ili bi-VAD)

Potpora respiraciji – Extracorporeal membrane oxygenation – **ECMO**

Potpora cirkulaciji i respiraciji – Extracorporeal life support – **ECLS**

26. Tehnologija cirkulacijske potpore

Razlikujemo slijedeće pumpe:

- **VAD**
 - Pumpe sa izbačajem volumena
 - Pumpe s kontinuiranim protokom
 - Centrifugalne
 - Aksijalne (Arhimedov vijak)
- **ECMO (ECLS)**
 - cirkulacijska pumpa sa u seriju spojenim oksigenatorom sa ili bez rezervoara za vensku krv
 - ECMO/ECLS je uvijek kratkotrajna i parakorporealna

Pumpe sa izbačajem volumena:

- **ZA**
 - Osiguravaju pražnjenje srce
 - Osiguravaju pulsatilni protok
- **PROTIV**
 - Voluminozne
 - Teške za ugradnju uz srce
 - Ako se minijaturiziraju javlja se problem frekvencije rada

Pumpe s kontinuiranim protokom:

- **ZA**
 - Moguća minijaturizacija
 - Minimalni zahtjevi za energijom
 - Protok nije ograničen
- **PROTIV**
 - Ne osiguravaju pulsatilni protok
 - Potrebni kompleksni algoritmi za kontrolu
 - Komplikirano vođenje kod bi-ventrikularne potpore

ECMO (ECLS)

- Minijaturizirana i dugotrajnija (do 30 dana) verzija stroja za vantjelesni krvotok
- Prijenosna, ukupna masa 9,2 kg (Maquet CardioHelp)

27. Hemodijaliza

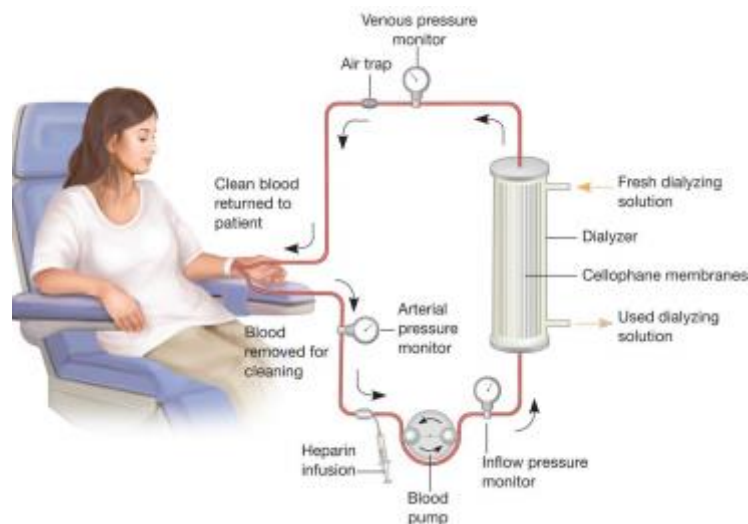
Hemodijaliza je metoda odstranjivanja otpadnih tvari iz krvi, kao što su kalij i urea, ali i viška vode, u slučaju zatajenja bubrega. Hemodijaliza je najčešći oblik liječenja bolesnika s konačnim zatajenjem bubrega.

Postoje još dvije terapije za zamjenu funkcije bubrega:

- Transplantacija bubrega
- Peritonejska dijaliza (peritoneum – trbušna maramica, potrbušnica)

Hemodijaliza se najčešće obavlja kod neležućih pacijenata koji dolaze u bolnice ili druge ustanove opremljene za ovaj postupak, a obavljaju je, u klinikama, specijalizirane medicinske sestre i tehničari. Rijetko se obavlja u kući.

Većina se bolesnika dijalizira 3 puta tjedno, a postupak prosječno traje 4 sata.



28. Umjetni bubrež – MEMS

Umjetni bubrež djeluje na dvostrukom načelu:

- Koristi hemofilter kojim uklanja toksine iz krvi
- U isto vrijeme primjenjuje napredna otkrića u bioinženjerstvu kako bi uzgojio nove bubrežne stanice i omogućio druge biološke funkcije zdravog bubrega

Ovaj se proces oslanja na krvni tlak tijela koji filtrira toksine, a ne treba pumpe ili električnu energiju za pokretanje

29. Umjetni bubrež – stanično i tkivno inženjerstvo

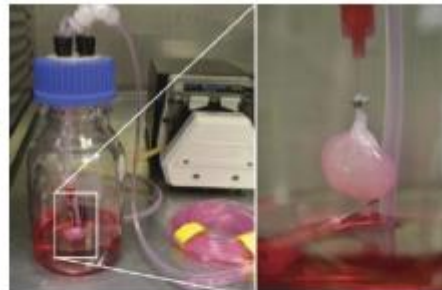
Stanično inženjerstvo primjenjuje inženjerska načela i metode na probleme stanične i molekularne biologije u temeljnim i primijenjenim istraživanjima.

Tkivno inženjerstvo povezuje spoznaje i dostignuća tehničkih i prirodnih znanosti, a u medicini ima za cilj u potpunosti obnoviti građu i funkciju tkiva/organa nakon različitih patoloških procesa.

Tkiva razvijena „in vitro“ osiguravaju terapijske mogućnosti u području transplantacijske medicine kao i području razvoja „umjetnih“ organa. Danas se primjenom različitih tipova nosača i uz dodatak odgovarajućih biomolekula nastoje uzgojiti regenerativni biološki materijali (tkivni elementi) poput kože, kosti i hrskavice.

Također, sve je veća primjena matičnih stanica čija diferencijacija i usmjeravanje k višestaničnoj, tkivu nalik, organiziranoj strukturi predstavlja izazov suvremenoj znanosti.

Massachusetts General Hospital, Boston
Uzeli su bubrež iz miša i isprali stare stanice s njega.
Ono što je ostalo – mreža proteina, krvnih žila i odvodnih kanala, izgledalo je kao bubrež.
Bubrež su potom 12 dana držali u posebnom uređaju koji je imitirao uvjete unutar mišjeg tijela.
Kad su analizirali bubrež u laboratoriju, pokazalo se kako je proizveo 23% količine urina koju proizvodi prirodan bubrež.
Nakon što su ga transplantirali u miša, učinkovitost bubrega pala je na 5%.
Ovaj način bolji je od dosadašnjih transplantacija iz dva razloga – tkivo bi odgovaralo pacijentima koji ne bi do kraja života morali uzimati **imunosupresive** koji bi spriječili odbacivanje bubrega.



30. Umjetni vid – izvedbe

Izvedbe umjetnog vida:

- Izvan očna (eng. extraocular)
 - Stimulacija vidnog korteksa
 - Stimulacija vidnog živca
- Unutar očna (eng. intraocular)
 - Elektrode implantirane na mrežnicu (eng. epiretinal)
 - Elektrode implantirane iza mrežnice (eng. subretinal)
 - Elektrode implantirane u bjeloočnicu – skleru (eng. Suprachoroidal Transretinal Stimulation, STS)

Stimulacija vidnog korteksa:

- Vidni korteks je dio moždane kore za obradu vidnih informacija (okcipitalna regija mozga)
- Implantacijom elektroda koje stimuliraju dotični dio mozga izaziva se doživljaj svjetlih točaka – fosfena

Stimulacija vidnog živca:

- Vidni živac je građen od aksona ganglijskih stanica mrežnice oka, a zadaća mu je prijenos podražaja od mrežnice prema vidnom korteksu
- Izvedba sustava:
 1. Kamera i pretvorba slike u radiofrekvencijski signal
 2. Antena implantirana ispod lubanje
 3. Stimulator
 4. Spiralna elektroda sa četiri električka kontakta omotana oko optičkog živca
 5. Signali prema vidnom korteksu

Epiretinal izvedba:

- Mikroelektrode za električnu stimulaciju implantirane su na unutrašnju stranu retine, neposredno uz ganglijske stanice (problem: kako ostvariti jednoliki razmak između mikroelektroda i mrežnice)
- Ne zahtijeva funkcionalnost ostalih stanica mrežnice, poput bipolarnih ili amakrinih stanica (ujedno i nedostatak budući da ispravan mehanizam pojedinih slojeva stanica mrežnice omogućava pravilno procesiranje informacije vida)
- Procesiranje signala koji se dovodi izravno na ganglijske stanice je složenije jer je nužno replicirati izostavljenu obradu
- Većina istraživanja se provodi u SAD-u

Subretinal izvedba:

- Mikroelektrode za električnu stimulaciju implantirane su ispod retine, točnije između bipolarnih i fotoreceptorskih stanica
- Preostale stanice retine do ganglijskih stanica se mogu iskoristiti za prirodno procesiranje signala, a time se smanjuje potreba za procesiranjem (signal je na razini fotoreceptorskih stanica) što između ostaloga znači manju potrošnju sustava
- Većina ovih istraživanja se provodi u SAD-u i Njemačkoj

Suprachoroidal Transretinal Stimulation (STS):

- Mikroelektrode za električnu stimulaciju implantirane su u skleru (bjeloočnicu), a time je ova metoda trajnija od prethodne dvije, sigurnija za mrežnicu i osigurava pouzdaniju elektrostimulaciju
- Povratna elektroda implantirana je intravitrealno
- Većina ovih istraživanja se provodi u Japanu

31. Umjetni sluh (umjetna pužnica)

Umjetna pužnica pretvara zvuk iz okoline u električne signale te ih putem ugrađene elektrode u pužnici, zaobilazeći oštećene slušne stanice, prenosi unutar njem uhu i slušnim živcem dalje do dijela mozga zaduženog za percepciju sluha i govora.

Sastoji se od:

- Vanjskog dijela
 - Sadrži mikrofonski, govorni procesor i zavojnicu
- Unutarnjeg dijela
 - Sadrži prijemnik s elektrodom koji se ugrađuje ispod kože uha
 - Suvremene umjetne pužnice imaju višekanalne elektrode koje mogu prenijeti više slušnih informacija

Mikrofon se nosi iza uha i hvata zvukove te ih šalje žicom do govornog procesora, koji pojačava zvukove, filtriranjem uklanja buku okoline te pretvara zvukove u digitalne signale prije nego što će ih poslati odašiljaču koji se nosi iza uha.

Magnet drži odašiljač povrhu prijamnika koji se kirurški usađuje ispod kože iza uha.

Prijamnik hvata digitalne signale koje mu upućuje odašiljač pa ih pretvara u električne impulse, koji putuju kroz elektrode postavljene u usku fleksibilnu cjevčicu koja ulazi u pužnicu. Cijeli proces se odvija u nekoliko milisekunda, čime je omogućeno slušanje u realnom vremenu. Elektroda ima do 24 (ovisno o vrsti implantata) i one prenose impulse, koji podražuju slušni živac. Mozak ove impulse interpretira kao određene zvukove.