

## Uvod u fiziologiju

izv. prof. dr. sc. Reno Hrašćan

## Funkcijska organizacija ljudskog tijela i kontrola unutarnjeg okoliša

### Stanica je živa jedinica tijela

- **fiziologija** nastoji objasniti fizikalne i kemijske čimbenike odgovorne za podrijetlo, razvitak i održanje života; svaki oblik života ima vlastite funkcionalne značajke
- **fiziologija čovjeka** nastoji razjasniti specifične značajke i mehanizme ljudskog tijela koji ga čine živim bićem
- **stanica** je osnovna živa jedinica tijela; svaka je vrsta stanice prilagođena da obavlja jednu ili više posebnih funkcija; iako se brojne tjelesne stanice međusobno razlikuju ipak su im neke temeljne značajke jednake, kao npr. mehanizmi pretvorbe hranjivih tvari u energiju potrebnu za funkcioniranje stanice te sposobnost diobe stanice

### Izvanstanična tekućina je unutarnji okoliš

- **stanična (intracelularna) tekućina** je dio tjelesne tekućine koji se nalazi unutar stanica
- **izvanstanična (ekstracelularna) tekućina** je dio tjelesne tekućine koji se nalazi izvan stanica; u izvanstaničnoj su tekućini ioni i hranjive tvari potrebne stanicama za održanje njihova života; sve stanice zapravo žive u istoj sredini pa se izvanstanična tekućina često zove unutarnji okoliš tijela
- izvanstanična tekućina sadrži velike količine iona natrija, klorida i hidrogenkarbonata te hranjive tvari za stanicu kao što su kisik, glukoza, masne kiseline i aminokiseline; ona sadrži ugljikov dioksid i ostale otpadne stanične produkte
- stanična se tekućina razlikuje od izvanstanične time što sadrži velike količine iona kalija, magnezija i fosfata

## Kemijski sastav izvanstanične i unutarstanične tekućine

izvanstanična tekućina	unutarstanična tekućina
Na <sup>+</sup> ..... 142 mmol/L	10 mmol/L
K <sup>+</sup> ..... 4 mmol/L	140 mmol/L
Ca <sup>++</sup> ..... 1,2 mmol/L	0,00005 mmol/L
Mg <sup>++</sup> ..... 0,6 mmol/L	29 mmol/L
Cl <sup>-</sup> ..... 103 mmol/L	4 mmol/L
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ..... 28 mmol/L	10 mmol/L
fosfati..... 2,2 mmol/L	42 mmol/L
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ..... 0,5 mmol/L	1 mmol/L
glukoza..... 5 mmol/L	0 – 1,1 mmol/L
aminokiseline..... 0,3 g/L	2 g/L ?
kolesterol	
fosfolipidi } --5 g/L	20 – 950 g/L
neutralne masti }	
P <sub>O<sub>2</sub></sub> ..... 4,7 kPa	2,7 kPa ?
P <sub>CO<sub>2</sub></sub> ..... 6,1 kPa	6,7 kPa ?
pH..... 7,4	7,0
bjelančevine..... 20 g/L	160 g/L

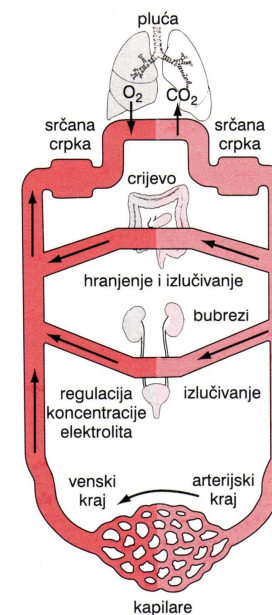
## Homeostaza

- **homeostaza** je održavanje nepromijenjenih uvjeta u unutarnjem okolišu; svi organi i tkiva u tijelu obavljaju funkcije koje pomažu u održavanju stalnih uvjeta

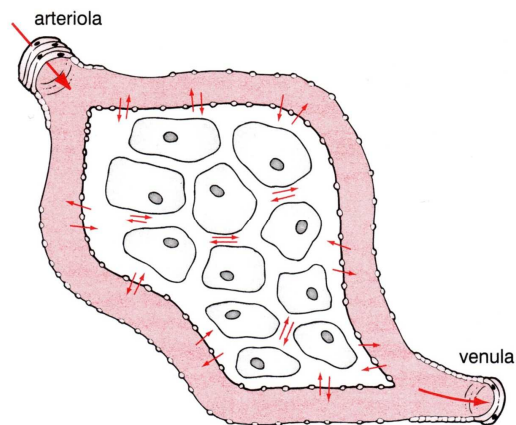
## Prijenosni sustav izvanstanične tekućine – cirkulacijski sustav

- izvanstanična se tekućina prenosi u sve dijelove tijela u dvijema različitim fazama
- prva je faza kruženje krvi kroz krvne žile tijela, a druga je kretanje tekućine između krvnih kapilara i stanica
- dok krv protječe kapilarama zbiva se stalna razmjena izvanstanične tekućine između krvne plazme i međustanične (intersticijske) tekućine koja ispunjava prostore između stanica, tj. međustanične (intercelularne) prostore
- kapilare su propusne za većinu molekula iz krvne plazme, osim za velike molekule proteina; zato velike količine tekućine i otopljenih sastojaka mogu difundirati amo-tamo između krvi i tkivnih prostora; proces difuzije nastaje zbog kinetičkog gibanja molekula i u plazmi i u međustaničnoj tekućini; na taj se način plazma i međustanična tekućina u cijelom tijelu neprestano miješa i time održava gotovo potpuno homogenom

## Opća organizacija cirkulacijskog sustava



## Difuzija tekućine kroz kapilarne stijenke i kroz međustanične prostore



## Podrijetlo hranjivih tvari u izvanstaničnoj tekućini

- **dišni sustav** – kisik difundira kroz membranu između alveola i lumena plućnih kapilara na isti način kao što voda i ioni difundiraju kroz stijenke tkivnih kapilara
- **probavni sustav** – velik dio krvi koju izbacuje srce prolazi kroz stijenke probavnog sustava; ondje se različite otopljene hranjive tvari apsorbiraju u izvanstaničnu tekućinu krvi
- **jetra i ostali organi koji ponajprije obavljaju metaboličke funkcije** – sve tvari apsorbirane iz probavnog sustava ne mogu se upotrijebiti u stanicama u onom obliku u kojemu su se apsorbirale; jetra mijenja kemijski sastav mnogih tvari u upotrebljiviji oblik; stanice masnog tkiva, sluznica probavnog sustava, bubrezi i endokrine žlijezde pomažu da se apsorbirane tvari preinače ili pohrane
- **mišićno-koštani sustav** omogućuje da organizam u pravom trenutku krene na prikladno mjesto da pribavi tvari potrebne za prehranu; isti omogućuje i pokretnost nužnu za zaštitu od nepovoljnih uvjeta okoline

## Odstranjivanje krajnjih metaboličkih produkata

- **odstranjivanje ugljikova dioksida** – u isto vrijeme dok krv prima kisik u plućima, ugljikov dioksid otpušta se iz krvi u alveole
- **bubrezi** – prolaženjem krvi kroz bubrege uklanja se iz plazme većina tvari koje nisu potrebne stanicama; u te tvari pripadaju različiti konačni produkti staničnog metabolizma kao što je ureja i mokraćna kiselina, ali i višak iona i vode

## Regulacija tjelesnih funkcija

- **živčani sustav** čine tri glavna dijela: ulazni senzorički dio, središnji živčani sustav i izlazni motorički dio; osjetni receptori zamjećuju stanje u tijelu ili u okolišu; mozak može pohraniti informacije, rađati misli, stvarati ambicije i odrediti reakcije koje tijelo treba izvesti kao odgovor na osjete; zatim se prikladni signali prenose motoričkim živčanim sustavom kako bi čovjek izvršio ono što želi; velik dio živčanog sustava nazvan autonomni živčani sustav djeluje na podsvjesnoj razini i nadzire mnoge funkcije unutarnjih organa
- **hormonski sustav** – u organizmu se nalazi osam glavnih endokrinih žlijezda koje luče hormone; oni se izvanstaničnom tekućinom prenose u sve dijelove tijela gdje potpomažu regulaciju staničnih funkcija
- živčani sustav općenito regulira mišićne i sekrecijske aktivnosti tijela, a hormonski sustav regulira uglavnom metaboličke funkcije

## Kontrolni sustavi tijela

- u ljudskom tijelu djeluje na tisuće kontrolnih sustava
- najsloženiji su genetski kontrolni sustavi koji djeluju u svim stanicama
- mnogi drugi kontrolni sustavi djeluju unutar organa ravnaajući funkcijama pojedinih njihovih dijelova, a ostali djeluju na razini cijelog tijela nadzirući međusobne odnose organa

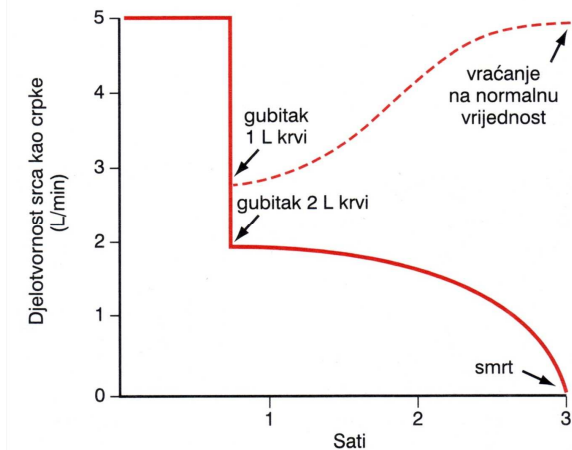
## Negativna povratna sprega

- većina kontrolnih sustava u tijelu djeluje na temelju procesa negativne povratne sprege
- općenito ako se neki čimbenik poveća ili smanji, kontrolni sustav pokrenut će negativnu povratnu spregu koja će nizom promjena vratiti taj čimbenik na neku srednju vrijednost, čime se održava homeostaza
- primjer: pri regulaciji koncentracije ugljikova dioksida, njegova visoka razina u izvanstaničnoj tekućini uzrokuje povećanje plućne ventilacije; to smanjuje koncentraciju ugljikova dioksida u izvanstaničnoj tekućini jer ga pluća pojačano izbacuju iz tijela; dakle, visoka koncentracija uzrokuje smanjenje koncentracije što je negativno u odnosu prema početnom podražaju; obrnuto, ako se koncentracija ugljikova dioksida snizi, to će povratnom spregom uzrokovati povećanje njegove koncentracije; dakle, reakcija je opet negativna u odnosu prema početnom podražaju

## Pozitivna povratna sprega kadkad vodi u nestabilnost i često u smrt

- primjer: srce zdrava čovjeka izbacuje oko 5 L krvi u minuti; ako čovjek krvarenjem naglo izgubi 2 L krvi, količina krvi u tijelu toliko se smanji da je nema dovoljno da bi je srce djelotvorno izbacivalo; zbog toga se snizuje arterijski tlak pa se u srčanoj muskulaturi smanjuje i protok krvi kroz koronarne žile; to uzrokuje slabljenje srca što još više smanjuje izbacivanje krvi, a zbog toga se snižava protok krvi kroz koronarne žile i još više oslabljuje srce; krug se neprestano ponavlja sve dok ne nastupi smrt; dakle, početni podražaj uzrokuje sve jače i jače promjene u istom smislu, a to je pozitivna povratna sprega
- blagi se stupanj pozitivne povratne sprege može nadvladati pomoću kontrolnih mehanizama negativne povratne sprege; da je osoba u opisanom primjeru izgubila samo 1 L krvi umjesto 2 L, normalan mehanizam negativne povratne sprege za kontrolu srčanog minutnog volumena i arterijskog tlaka prevagnu bi nad pozitivnom spregom i osoba bi se oporavila

## Oporavak srčanog rada omogućen negativnom povratnom spregom nakon uklanjanja 1 L krvi iz krvnog optoka Smrt nastaje uslijed pozitivne povratne sprege nakon uklanjanja 2 L krvi



### **Pozitivna povratna sprega kadkad može biti korisna**

- primjer: stvaranje živčanih signala; kad se podraži membrana živčanog vlakna, natrijevi ioni počinju polagano ulaziti u unutrašnjost vlakna kroz natrijske kanale u njegovoj membrani; natrijevi ioni koji uđu u vlakno mijenjaju membranski potencijal što uzrokuje dalje otvaranje kanala, a to dalje mijenja potencijal što još više otvara kanale i tako se to nastavlja; dakle malo početno ulaženje natrijevih iona naglo se pojačava pa nastaje živčani akcijski potencijal

**Predavanje je priređeno prema izvorniku:**

**Arthur C. Guyton, John E. Hall:**

**Medicinska fiziologija**

**deseto izdanje**

**Urednici hrvatskog izdanja: Sunčana Kukulja Taradi, Igor Andreis**

**Medicinska naklada**

**Zagreb, 2003.**