



FAKULTET ZA SPECIJALNU EDUKACIJU I REHABILITACIJU  
**Medicinska fiziologija - predavanja**

# Uvod u fiziologiju

Doc. dr Maja Milovanović

# Humana (medicinska fiziologija)

- Nauka koja proučava životne procese i funkcije koji se odigravaju u ljudskom organizmu
- **Organizam je samoegzistirajuća jedinica organskog sveta i samoregulišući sistem.**

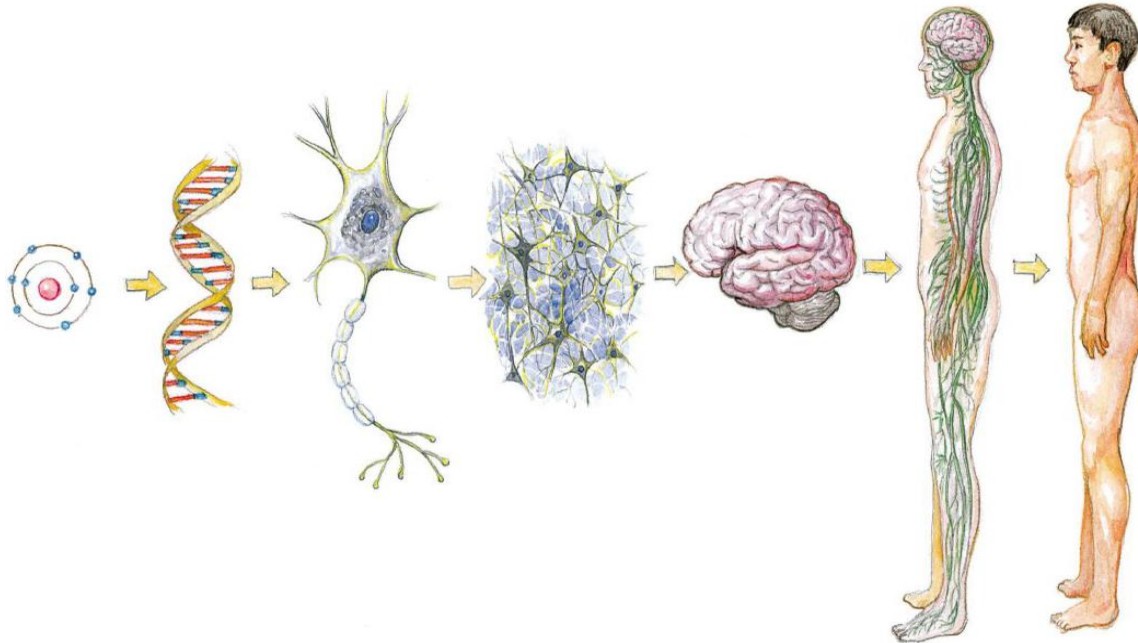
# SADRŽAJ PREZENTACIJE

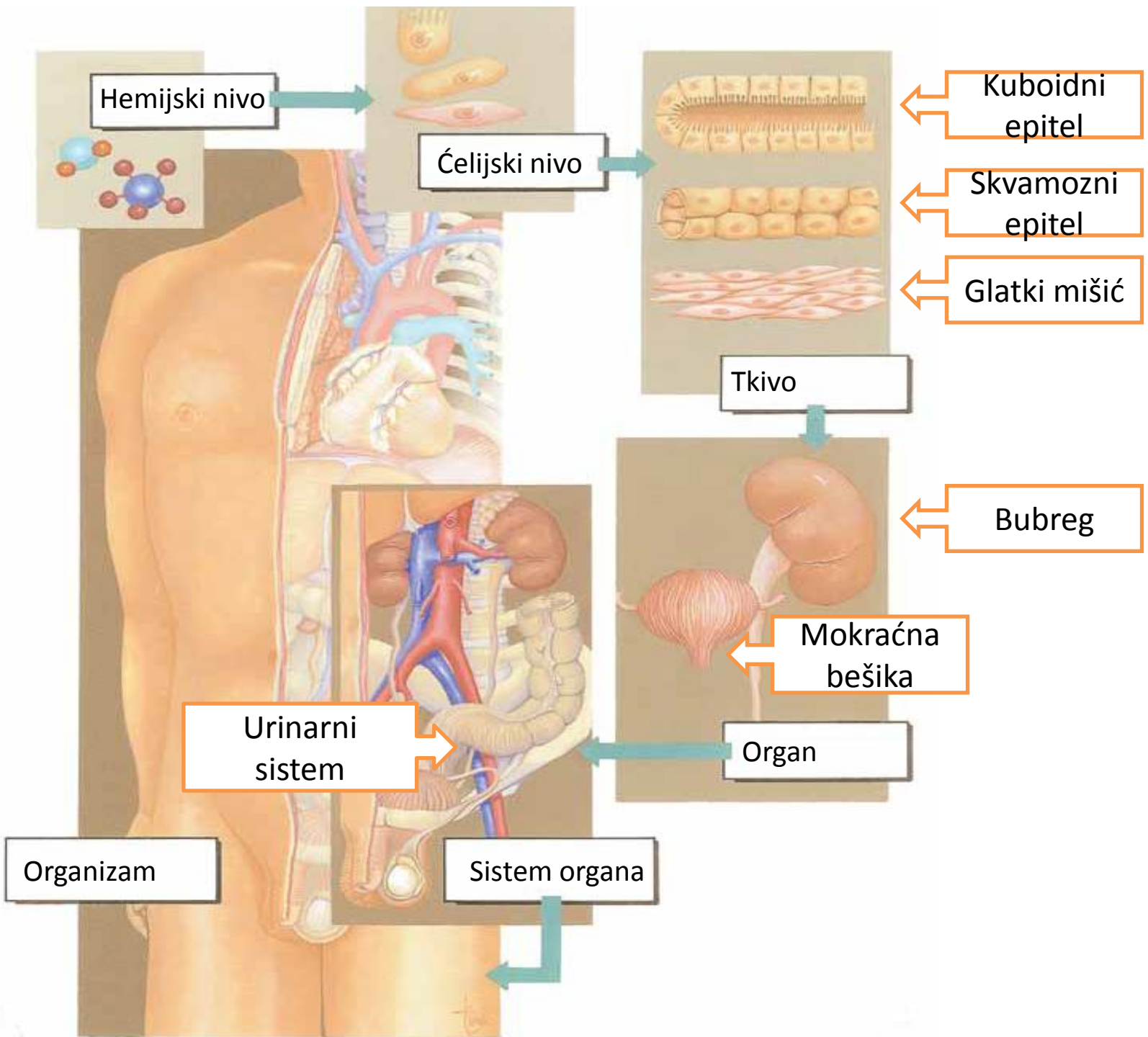
1. Organizacija ljudskog tela
2. Čelija: jedinica organizacije organizma
  - Genetski kod i sinteza proteina
  - Osnovni regulatorni mehanizmi ćelije
3. Homeostaza i homeostatski mehanizmi

**ORGANIZACIJA LJUDSKOG TELA**

# Organizacija tela - nivoi

- **Hemijski nivo** – različiti atomi i molekuli čine telo
- **Ćelijski nivo** - ćelija je osnovna morfološka i funkcionalna jedinica živog bića
- **Tkiva** – grupe ćelija koje obavljaju neku specifičnu ulogu.
- **Organ** – celina sastavljena od nekoliko različitih vrsta tkiva, obavlja specifičnu aktivnost (srce, mozak)
- **Sistem organa** - skup organa sa istom funkcijom
- **Organizam**: skup svih organskih sistema, funkcionalna celina





# Organizacija tela

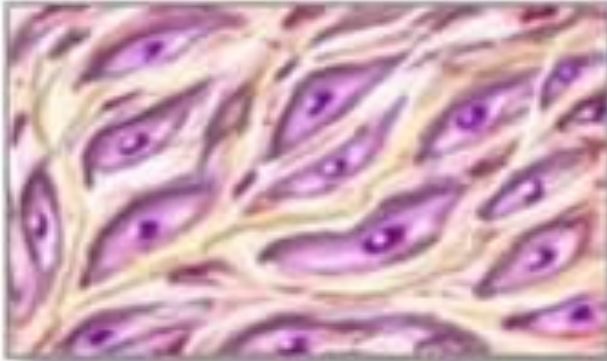
**Anatomija** – Nauka o obliku i građi tela

*grč. anatemnein – rezati, rastavljati na delove*

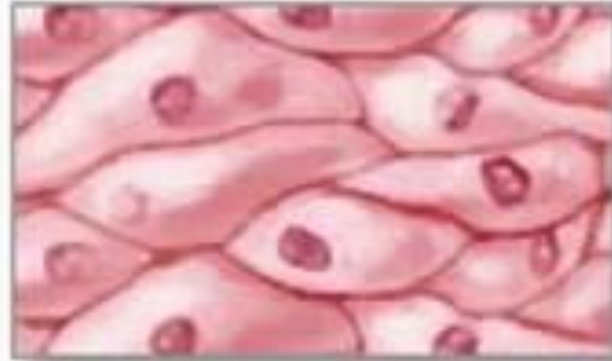
**Histologija** – nauka o tkivima

**Citologija** – nauka o ćeliji

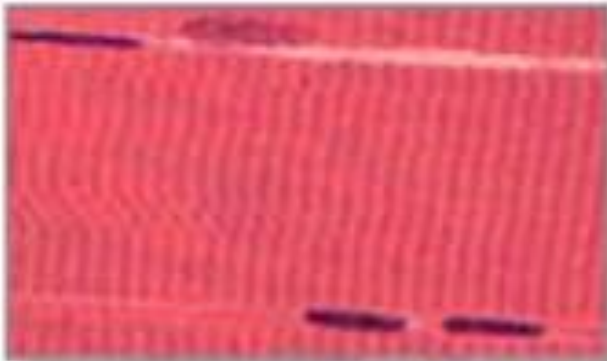
## Vrste tkiva



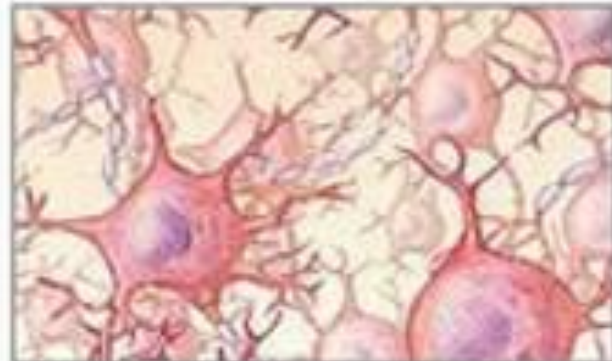
Vezivno



Epitelno



Mišično



Nervno

4 vrste: **vezivno, epitelno, mišično, nervno**

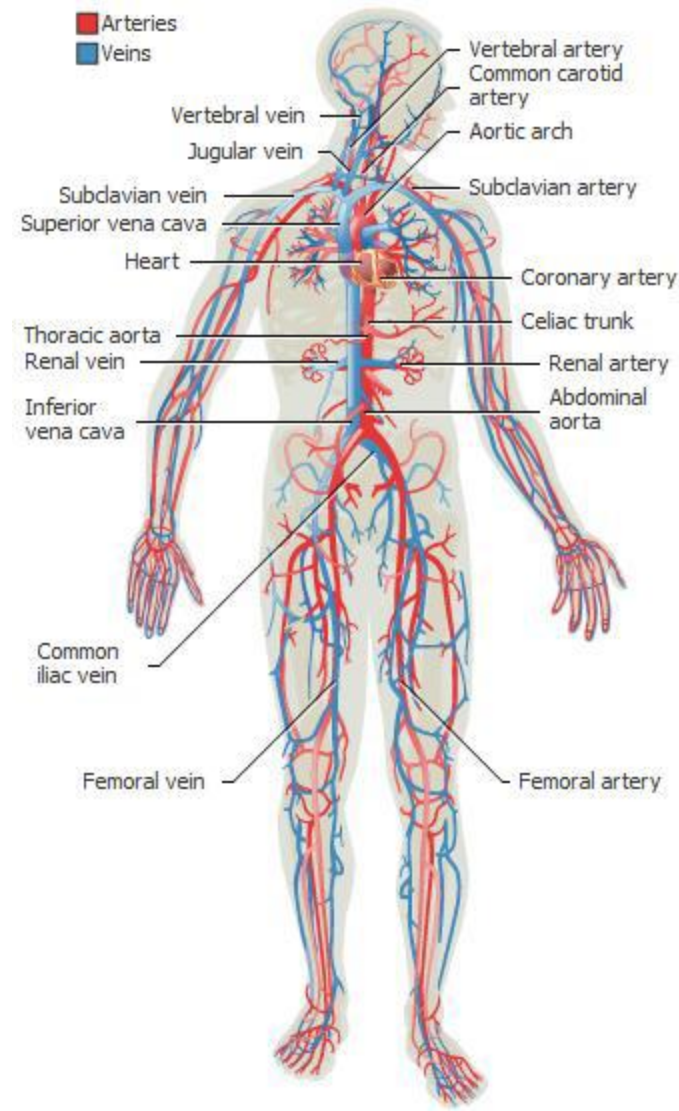


# Telo čoveka ima 10 organskih sistema

1. Kardiovaskularni sistem (srce i krvotok)
2. Digestivni sistem (sistem organa za varenje)
3. Respiratorni sistem (sistem organa za disanje)
4. Urinarni sistem (sistem organa za izlučivanje)
5. Reproduktivni sistem
6. Sistem organa za kretanje (kosti i mišići)
7. Koža
8. Imunski sistem
9. Nervni sistem
10. Endokrini sistem (sistem žlezda sa unutrašnjim lučenjem)

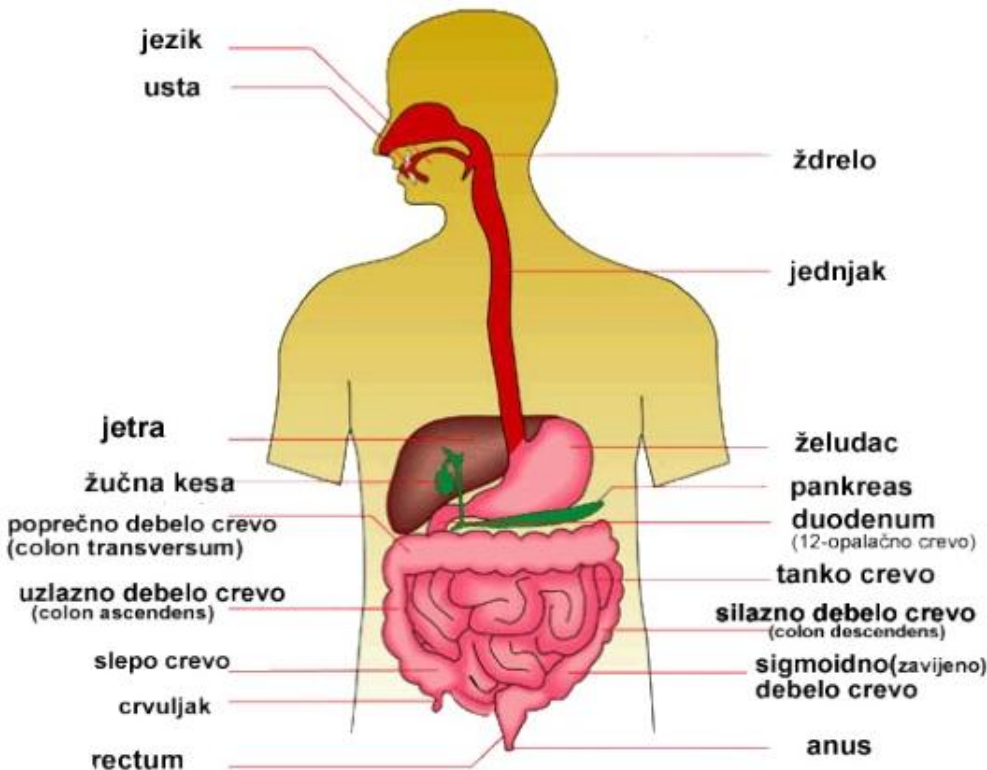
# Srce i krvotok (kardiovaskularni sistem)

- Srce, arterije, kapilari, vene i krv
- Uloge:
  - Prenosi kiseonik i hranjive materije do tkiva
  - Prenosi ugljen dioksid do pluća
  - Uklanja otpadne produkte metabolizma



# Sistem organa za varenje

- Usta
- jednjak i želudac
- Dvanaestopalačno, tanko i debelo crevo, crevni otvor
- Žlezde (pljuvačne, želudačne, pankreas i jetra)

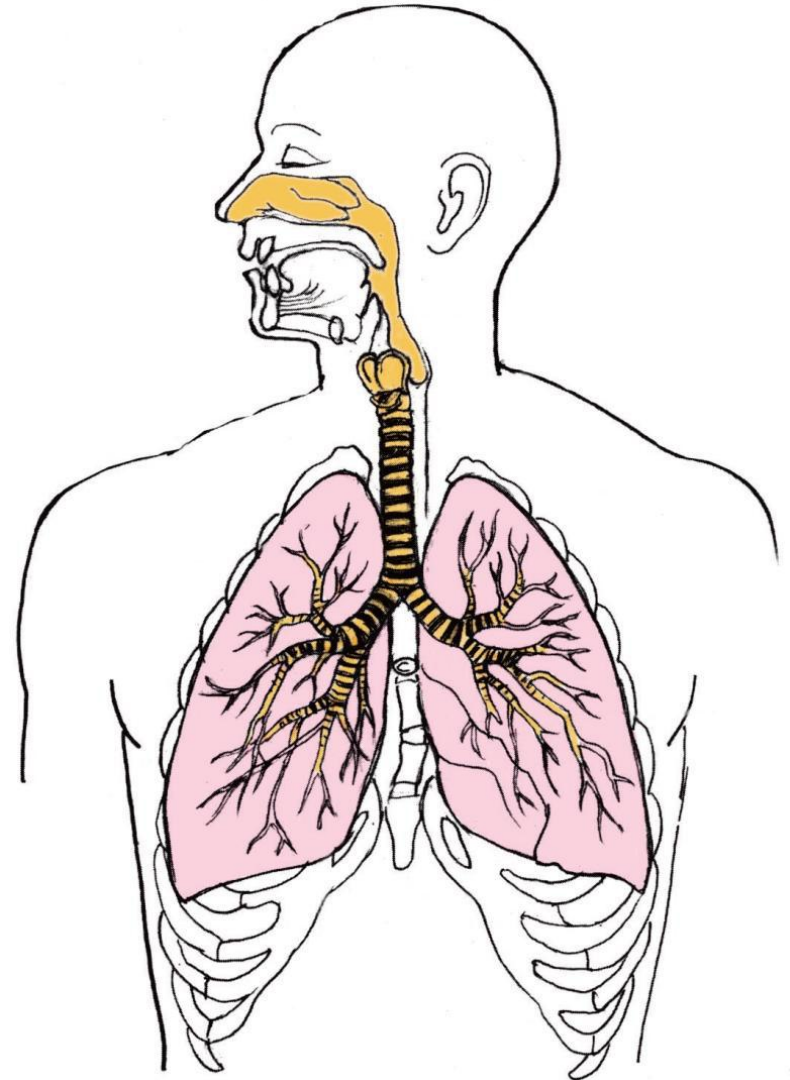


## Uloge:

- Primanje hrane
- Varenje hrane
- Prerada do jednostavnih kemijskih materija koje mogu biti absorbovani i korišćeni
- Odstranjivanje nesvarenih i nepotrebnih sastojaka

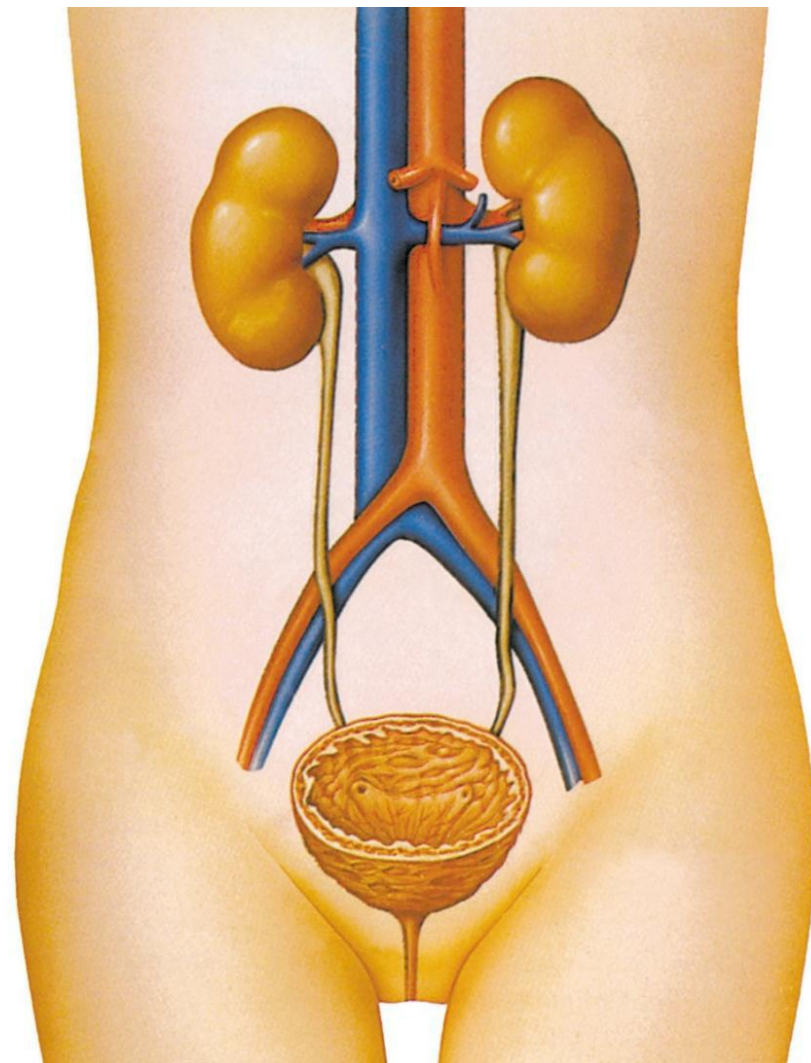
# Sistem organa za disanje

- Nosna šupljina
- Ždrelce
- Grkljan
- Dušnik i dušnice
- Pluća
- Uloga:
  - Razmena kiseonika i ugljen dioksida između vazduha i krvi



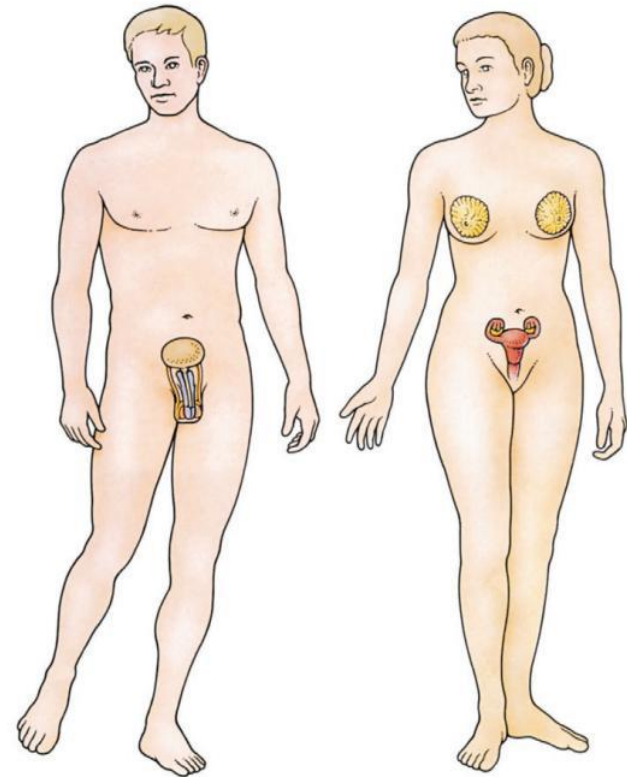
# Sistem organa za izlučivanje

- Dva bubrega
  - Filtracijom proizvode urin
- Dva mokraćovoda
  - Cevi koje odvođe mokraću iz bubrega
- Mokraćna bešika
  - Sakupljanje mokraće
- Mokraćna cev
  - Izvodi mokraću iz organizma
- Uloge:
  - Izlučivanje produkata metabolizma iz krvi
  - Regulacija volumena i pH krvi



# Reproduktivni sistem

- Žene: jajnik, materica
- Muškarac: testisi, prostata
- Uloge:
  - Produkcija jajnih ćelija i spermatozoida
  - Kod žena mesto za razvoj embiona i fetusa



# Sistem organa za kretanje

## Skeletni sistem (kosti)

- Kosti i ligamenti
- Uloga:
  - Podupire telo i osnova je pokreta
  - Štiti unutrašnje organe



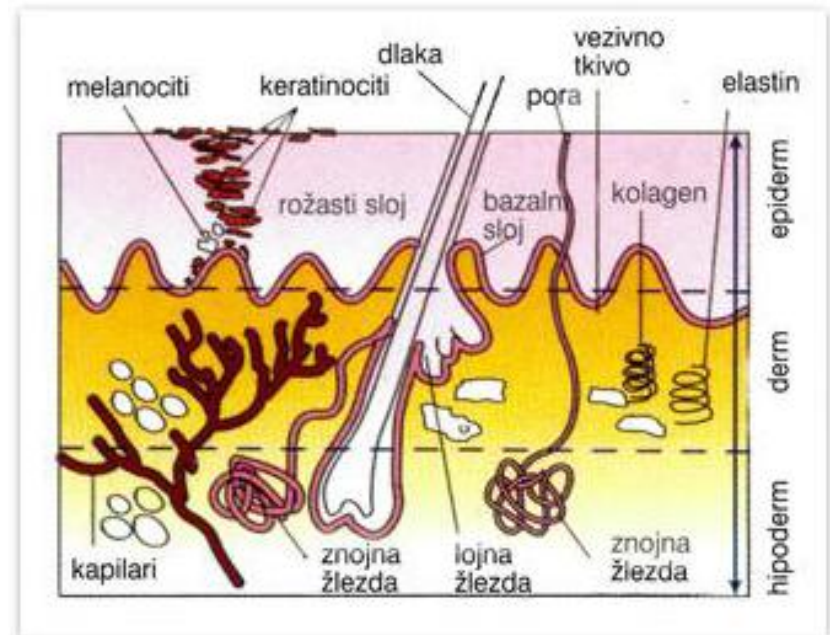
## Mišićni sistem

- Mišići i tetive
- Uloga:
  - Pokreće skelet
  - Produkuje toplotu



# Koža

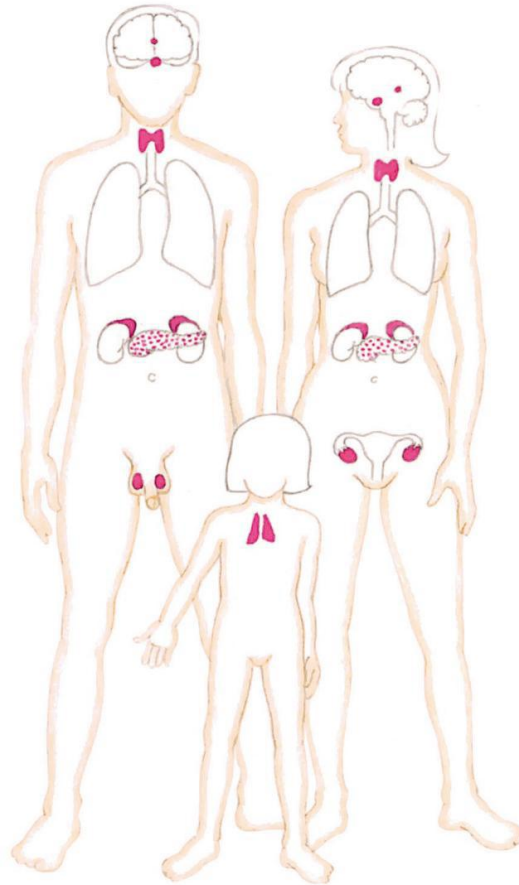
- Koža
- Kosa
- Podkožno tkivo
- Uloge:
  - Zaštita od patogenih organizama i toksičnih supstanci
  - Sprečavanje gubitka vode
  - Organ za izlučivanje (znoj i loj)
  - Regulacija telesne temperature
  - Organ za dodir





# Sistem žlezda sa unutrašnjim lučenjem

- Hipofiza
- Štitna žlezda
- Nadbubrežne žlezde
- Pankreas
- Testisi
- Jajnici



## Uloge:

- Održava organizam u stanju unutrašnje ravnoteže
- Prilagođava organizam promenama u okolini
- Reguliše telesne funkcije
- Tesna saradnja:
  - Nervnog sistema - električni impulsi
  - hormonskog sistema – hormone izlučuju u krv-hemijske poruke
  - Mozga - nadzire rad žlezda

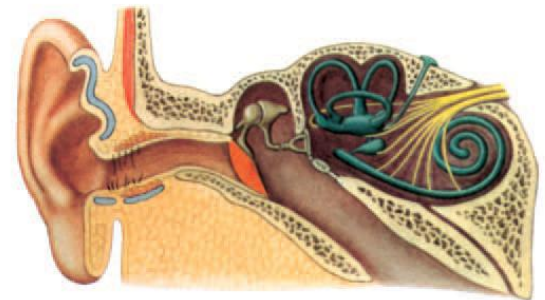
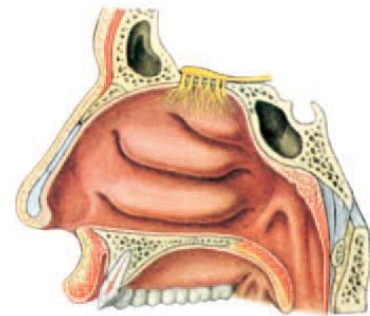
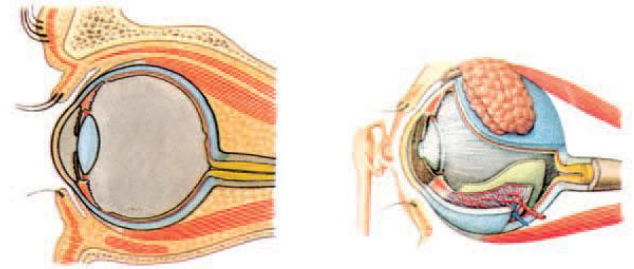
# Nervni sistem

- Mozak
- Kičmena moždina
- Nervi
- Uloge:
  - Provodi nervne impulse
  - Prenosi informacije iz unutrašnjosti tela i okoline
  - Obraduje informacije
  - Usklađuje informacije
  - Stvara motorni odgovor



# Čula

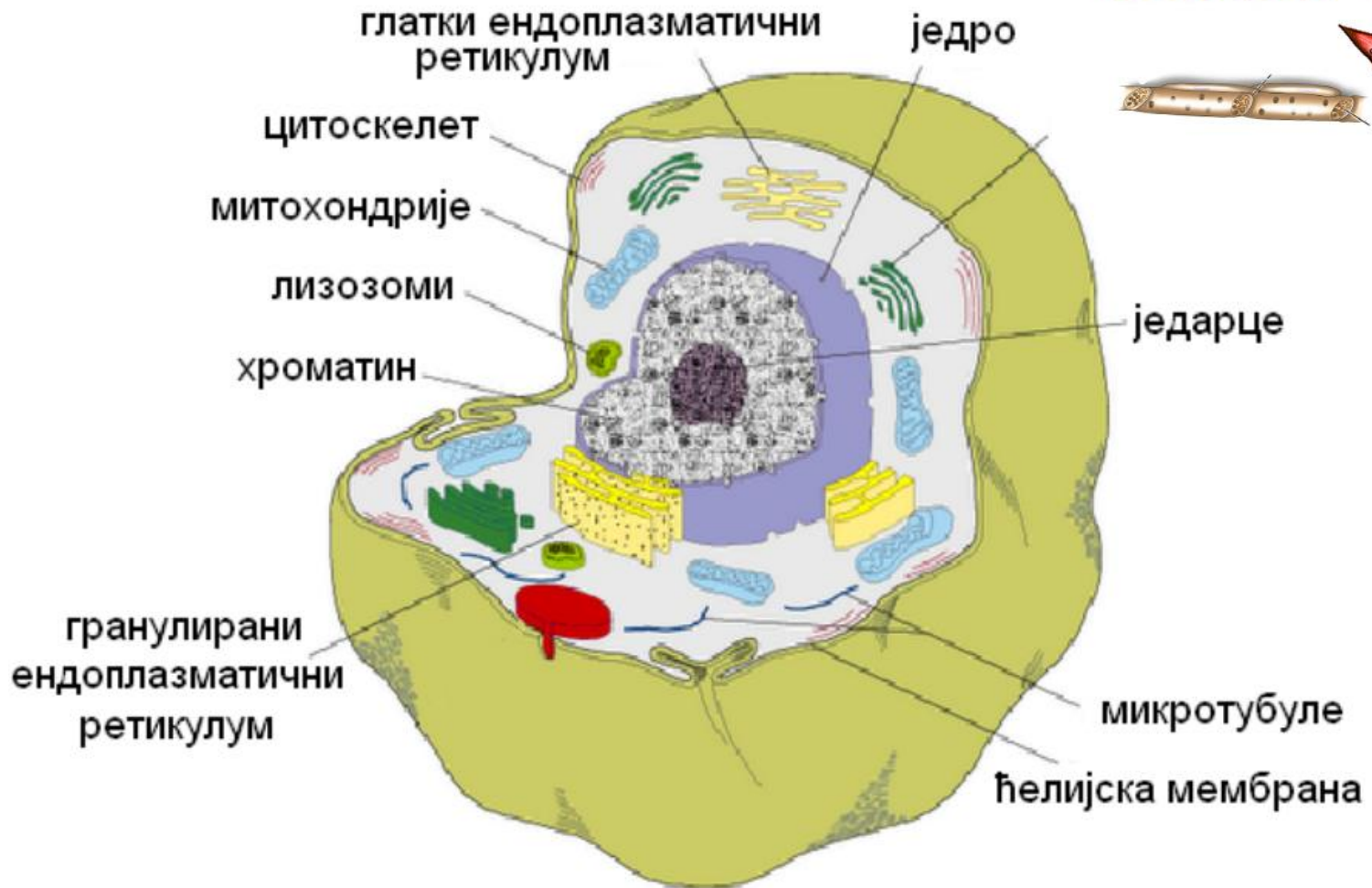
- Čulni organi:
  - Organi za vid
  - Organi za sluh
  - Organi za miris
  - Organi za ukus
- Uloga:
  - Preko receptora primaju hemijske i fizičke nadražaje iz spoljnje sredine



# **ĆELIJA**

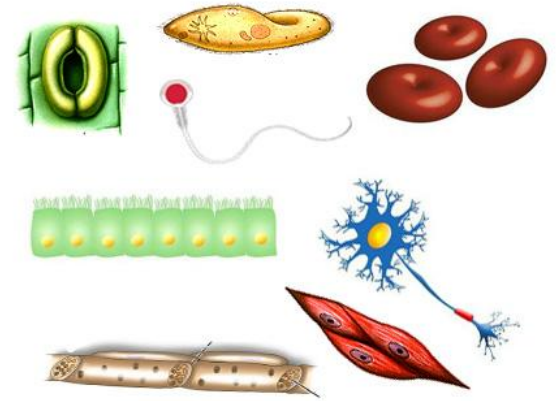
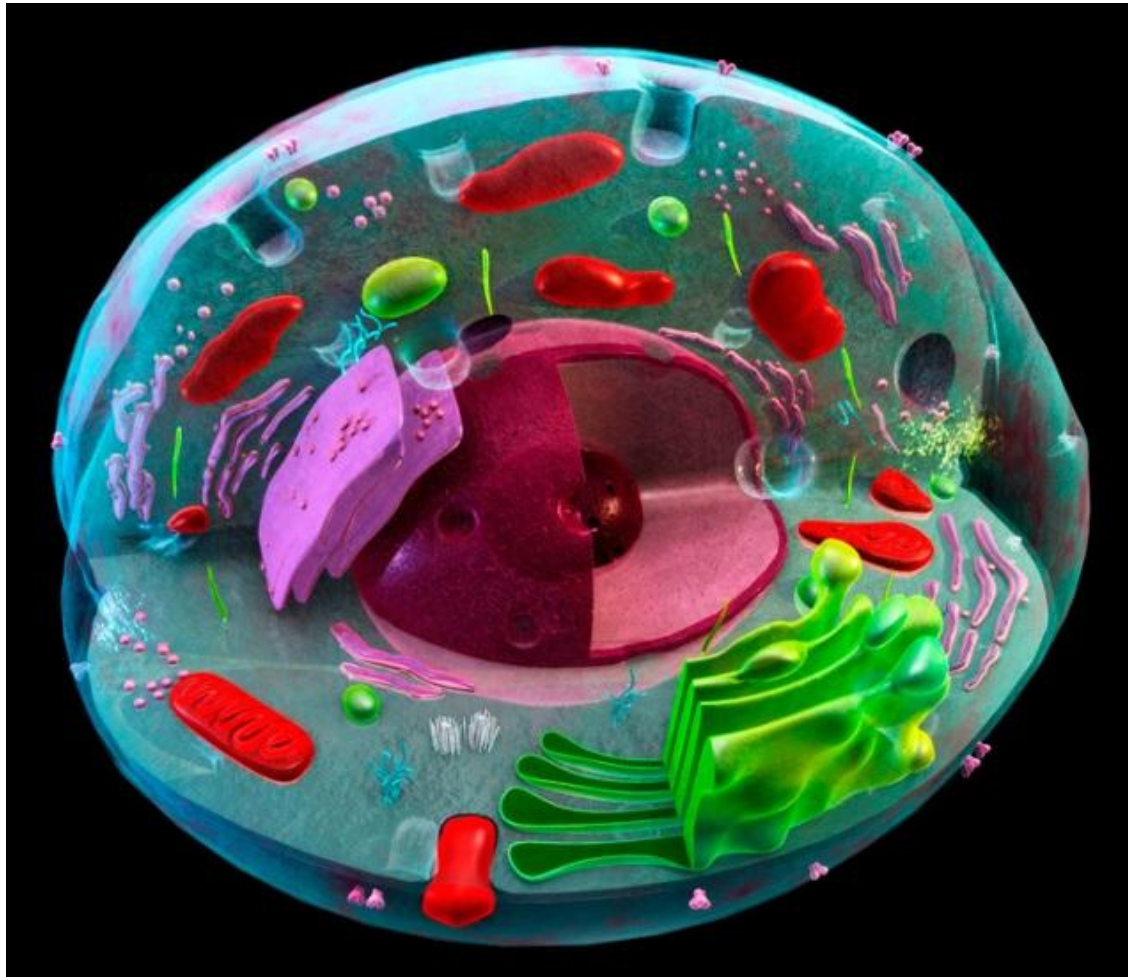
**OSNOVNA JEDINICA GRAĐE I FUNKCIJE ŽIVIH  
ORGANIZAMA**

# Ćelija - $75 \times 10^{12}$ u organizmu



Citoplazma – vodeni rastvor minerala, gasova i organskih molekula između ćelijske membrane i jedra

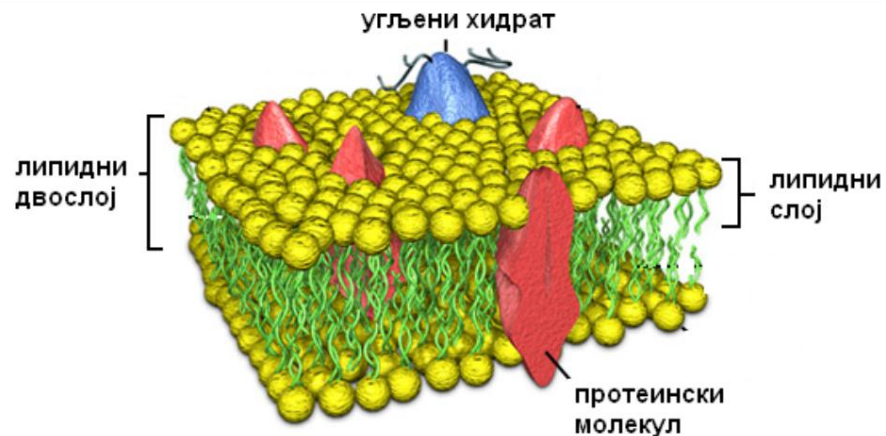
# Ćelija - $75 \times 10^{12}$ u organizmu



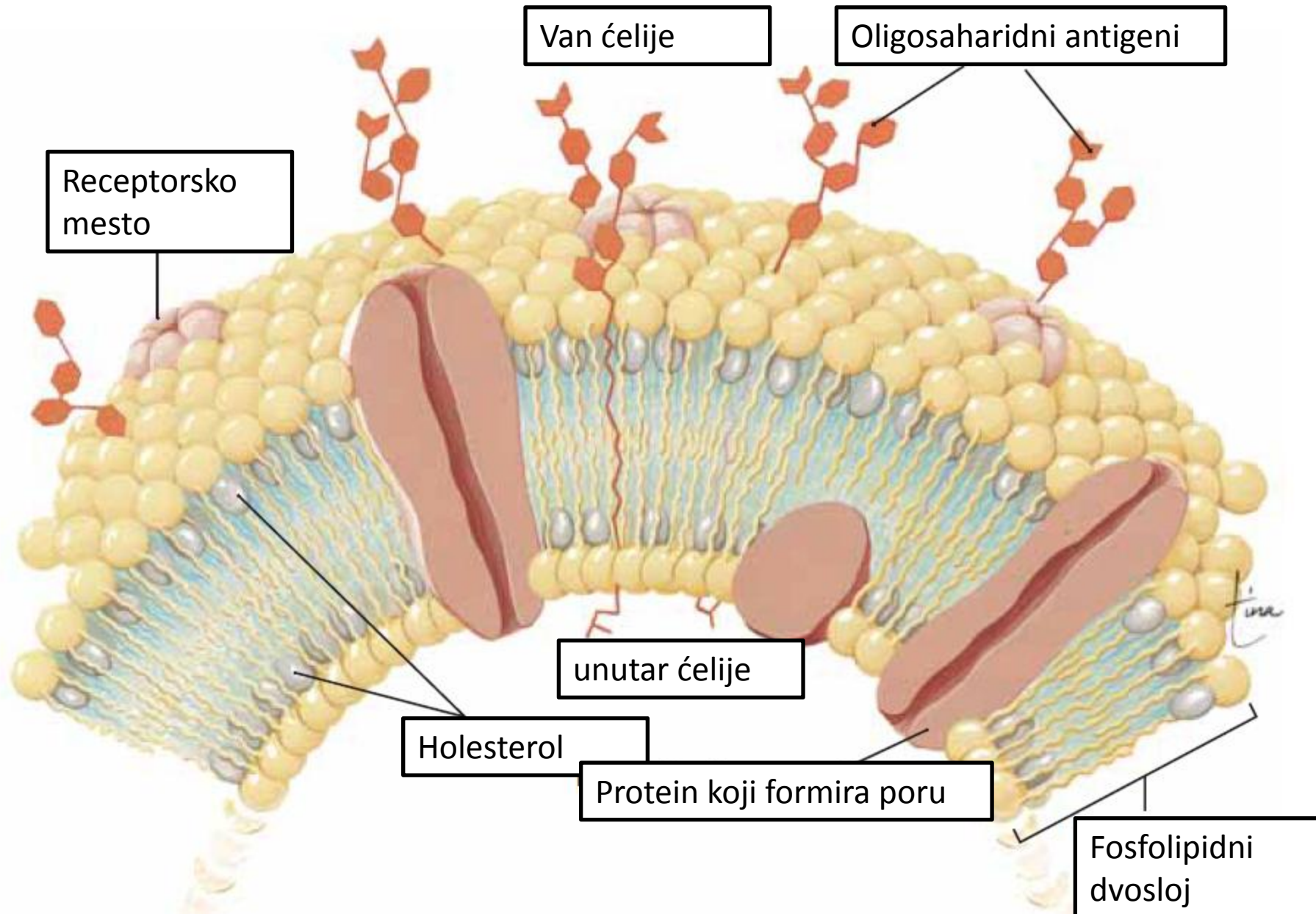
Citoplazma – vodeni rastvor minerala, gasova i organskih molekula između ćelijske membrane i jedra

# Ćelijska membrana

- Funkcije:
  - Obavija ćeliju
  - Daje joj oblik
  - Određuje veličinu
  - Štiti od različitih uticaja
  - Selektivno je propustljiva



# Ćelijska membrana





# Sastav ćelijske membrane

## Fosfolipidi

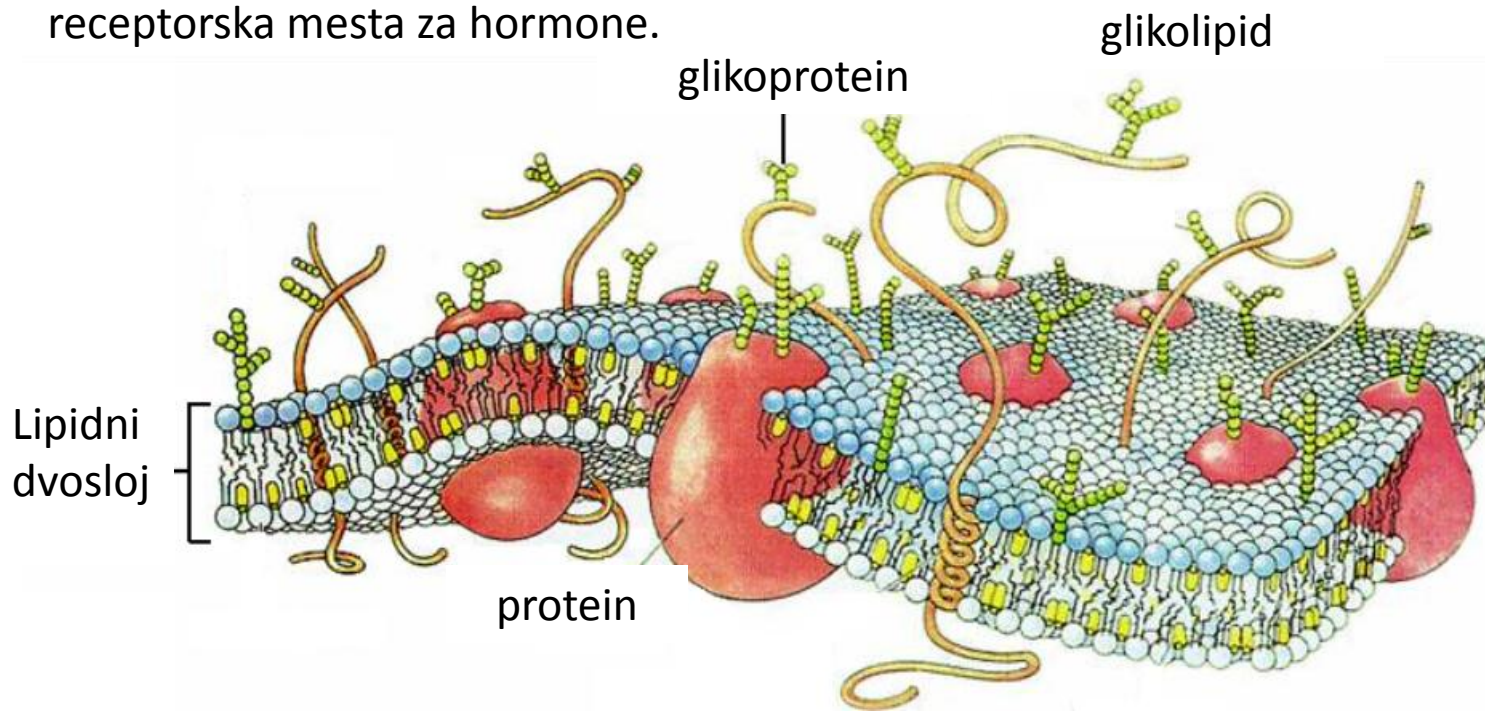
omogućavaju liposolubilnim materijama da putem difuzije prolaze kroz ćelijsku membranu

## Holesterol

povećava stabilnost membrane

## Proteini

pore i otvori koju omogućavaju prolaz materijala; enzimi; antigeni koji obeležavaju ćelije kao svoje (proteini sa oligosaharidima na površini); receptorska mesta za hormone.



# Ćelijski transportni mehanizmi

## Difuzija

- kretanje molekula iz oblasti sa većom koncentracijom u oblast sa manjom koncentracijom (duž koncentracionog gradijenta); primeri: gasovi  $O_2$  i  $CO_2$

## Osmoza

- difuzija vode kroz selektivno propustljive membrane

## Olakšana difuzija

- kretanje molekula za koji membrana nije propusna, iz mesta gde je koncentracija veća ka mestu gde je koncentracija manja. Glukoza se kroz membranu kreće uz pomoć nosača – proteina u membrani, za koje se vezuje, time postaje rastvorljiva u fosfolipidima membrane i lako prolazi kroz nju.

## Aktivni transport

- kretanje protiv koncentracionog gradijenta, uz pomoć energije iz ATP-a; primer: natrijumska pumpa koja izbacuje jone Na iz ćelije, nasuprot višku Na u vanćelijskom prostoru.

## Filtracija

- Kretanje plazme i rastvorenih materija kroz zid kapilara uz pomoć krvnog pritiska.

## Fagocitoza i pinocitoza

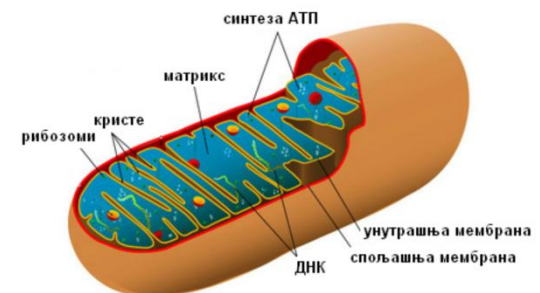
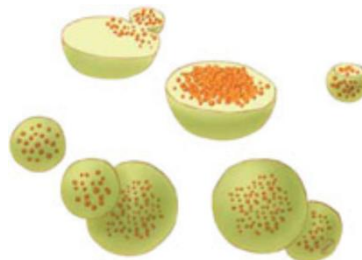
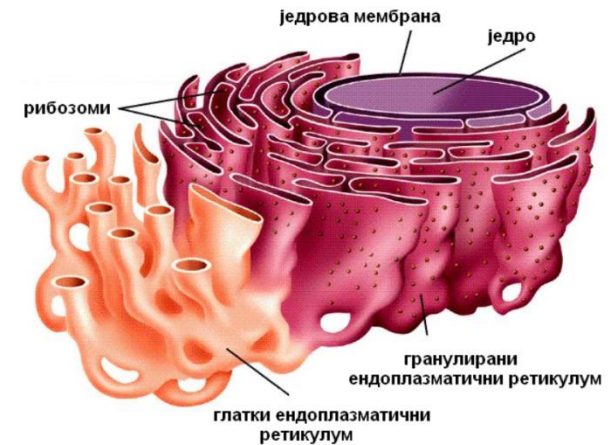
- Preuzimanje bakterija od strane leukocita.

# Jedro

- Sve ćelije, osim eritrocita
- Sadrži:
  - više jedaraca (nukleolus): DNK, RNK, proteini, mesto sinteze ribozomske RNK
  - Hromozome (46) – u fazi deobe, niti hromatina – u fazi mirovanja ćelije

# Ćelijske organele

1. Endoplazmatski retikulum:
  - granulirani i glatki
  - transport materijala neophodnog ćeliji
2. Ribozomi:
  - proteini i ribozomalna RNK
  - nalaze se na membrani granuliranog ER, ili slobodni
  - mesta sinteze proteina.
3. Goldžijev aparat
  - Sinteza ugljenih hidrata
4. Mitohondrije
  - Aerobne reakcije ćelijskog disanja – mesto sinteze ATP (adenozin tri fostata)
5. Lizozomi
  - Digestivni enzimi
6. Centriole
7. Cilije, flagele

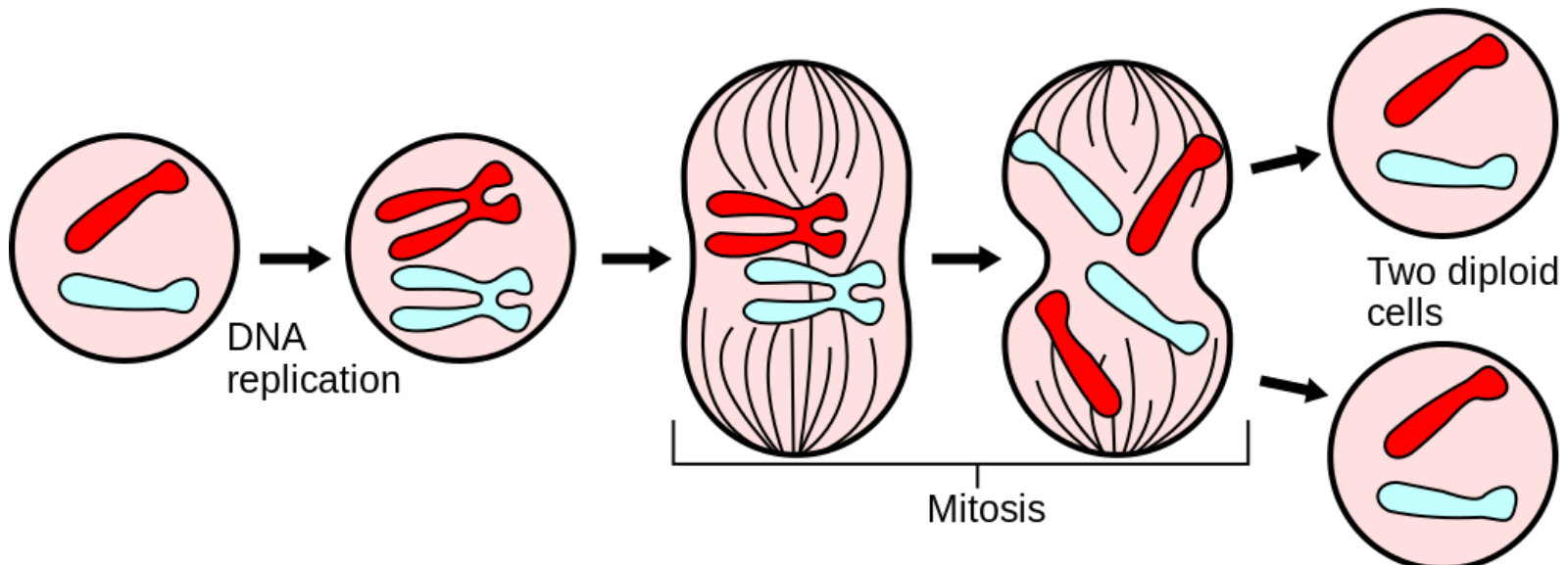


# Deoba ćelija

- Mitoza
- Mejoza

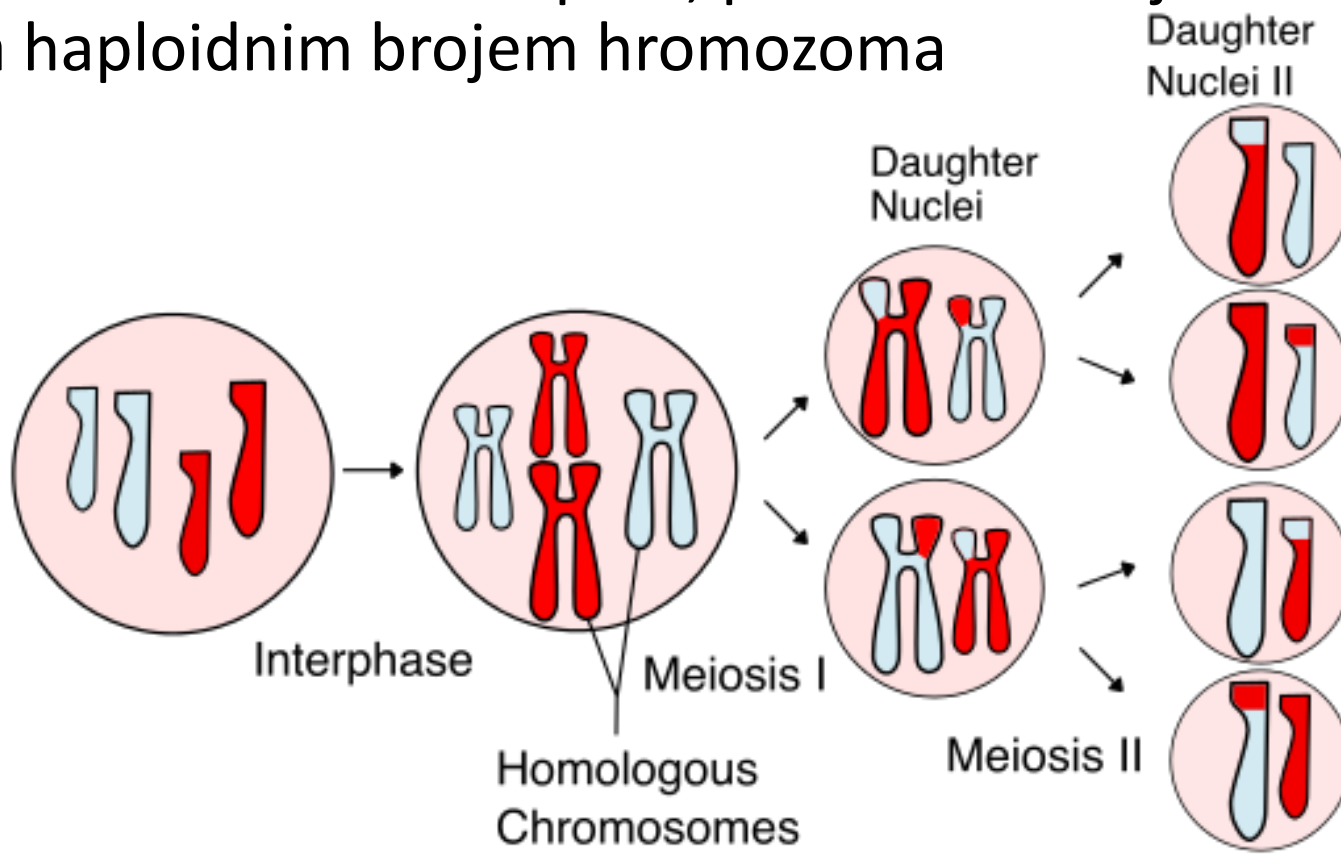
# Mitoza

- Mitoza je osnov za reparaciju tkiva
- Faze:
  - Profaza
  - Metafaza
  - Anafaza
  - Telofaza
- Mitoza se ne odvija u mišićnim ćelijama i nervnim ćelijama



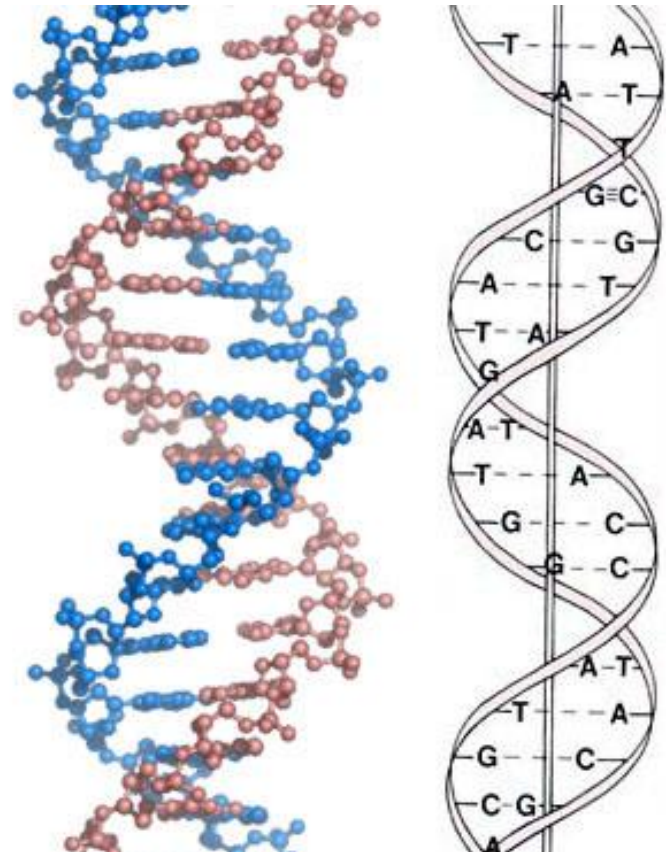
# Mejoza

- Nastanak polnih ćelija: ovogeneza i spermatogeneza.
- U mejozi se jedna ćelija sa diploidnim brojem hromozoma deli dva puta, pri čemu nastaju četiri ćelije sa haploidnim brojem hromozoma



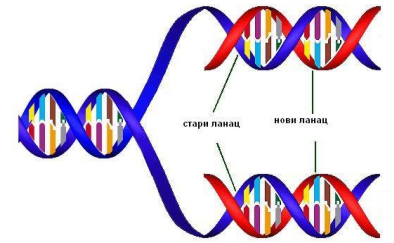
# Genetski kod i sinteza proteina

- **DNK** - dvostruki lanac nukleotida, u formi dvostrukog heliksa, koga čine parovi azotnih baza: A-T, G-C
- **Genetski kod** – sekvence baza
  - 46 hromozoma - 6 biliona parova baza, 50000 do 100000 gena.
- **Kodon** - kod za jednu aminokiselinu sačinjen od tri baze u molekulu DNK.
- **Geni** su genetski kod za jedan protein



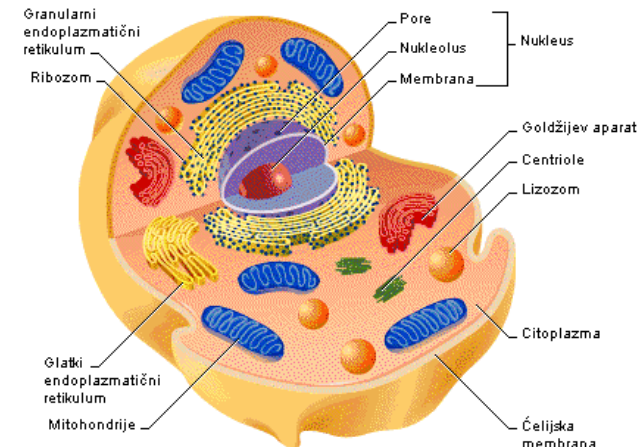
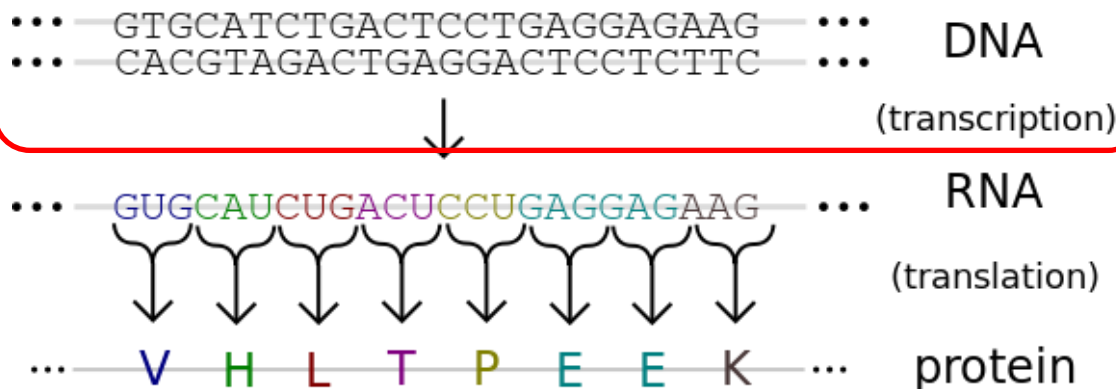


# RNK i sinteza proteina



- **Transkripcija:**

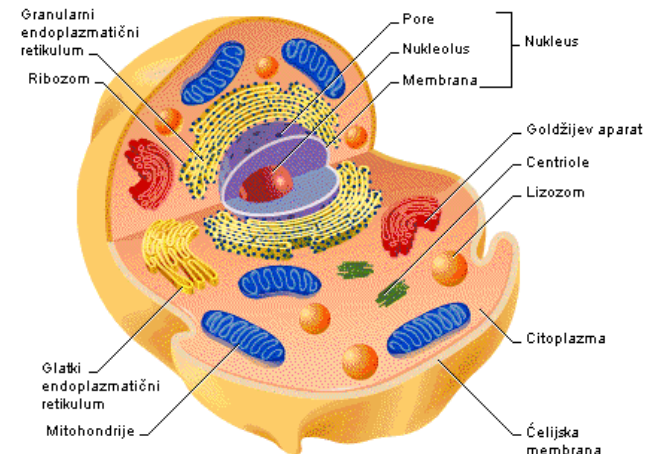
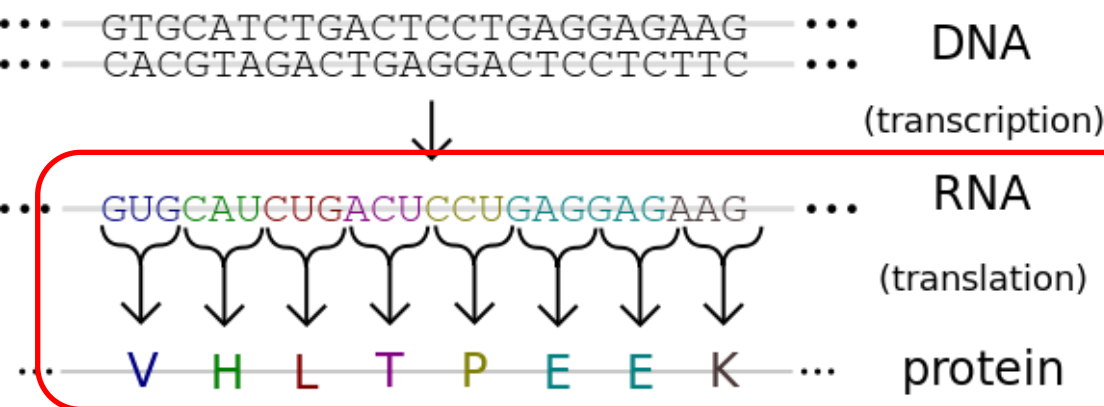
- Sinteza mRNK (u jedru ćelije) - RNK nukleotidi (A, C, G, U) formiraju lanac nukleotida koji je komplementarna kopija polovine DNK gena (sa uracilom umesto timina)
- mRNK napušta jedro, ulazi u citoplazmu i vezuje se za ribozome.
- DNK se ponovo uvija u heliks.



# RNK i sinteza proteina

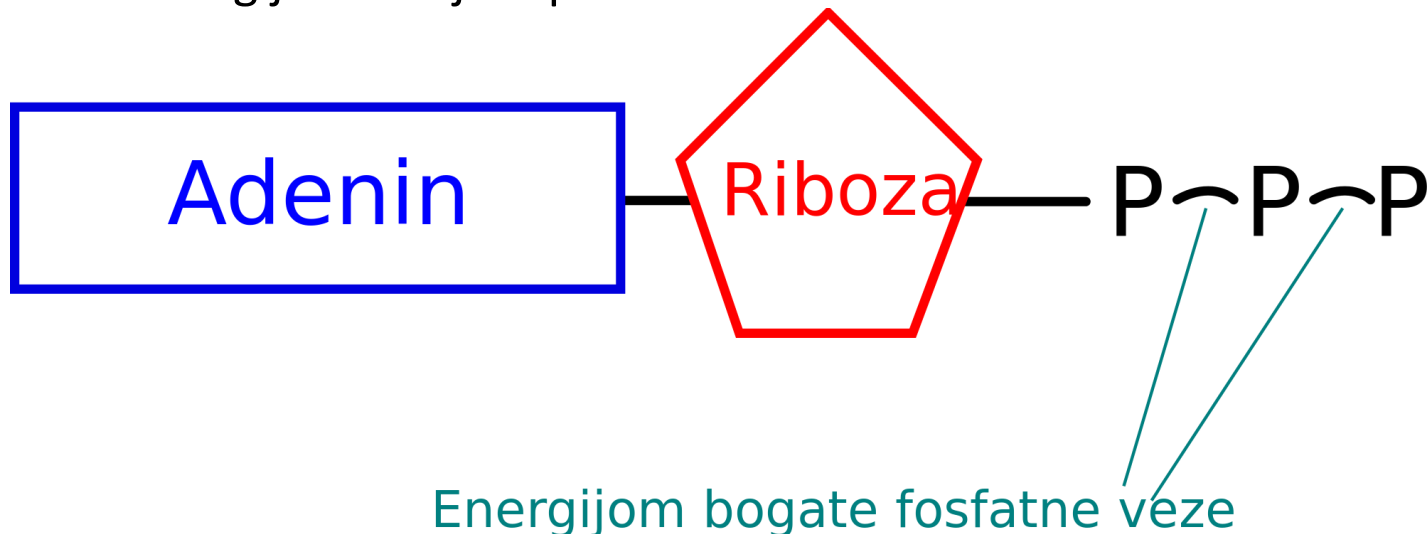
- **Translacija:**

- Odvija se na ribozomima u citoplazmi
- Transportna RNK se nalazi u citoplazmi, svaki molekul ima antikodon komplementaran za kodon mRNK, a nosi i odgovarajuću aminokiselinu na odgovarajući triplet mRNK.
- Kada se donesu aminokiseline na sve triplete mRNK i formiraju peptidne veze između njih protein je sintetisan.
- Protein napušta ribozom:
  - Putem endoplazmatičnog retikuluma biva transportovan na drugo mesto u ćeliji
  - Pakuje se Goldžijevom aparatu za ekskreciju iz ćelije.



# Adenozintrifosfat (ATP)

- Specijalizovani nukleotid koji se sastoji od baza adenina, šećera riboze, i tri fosfatne grupe.
- Proizvod ćelijskog disanja koji sadrži korisnu energiju.
- Tokom razgradnje glukoze u  $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$ , oslobađa se energija i koristi se za sintezu ATP (ADP+P).
- Sve ćelije imaju enzime koji mogu ukloniti poslednju P grupu uz oslobađanje energije.
- Kako ćelijsko disanje napreduje ATP se resintetiše iz ADP i fosfata, i u njemu se čuva energija za ćelijske procese.



# Regulacija acidobaznog statusa ćelije

- Vanćelijska pH vrednost je definisana
- pH citoplazme zavisi od vrste ćelije i njene aktivnosti
  - pH citoplazme ćelije sisara 6,8 do 7,3, najčešće 7,1
  - Skeletni mišić 6,9-7,2
  - Srčani mišić 7,0-7,4
  - Jetra 7,2
  - Mozak 7,1
- Metode merenja: pH senzitivna mikroelektroda, nuklearna magnetna spektroskopija

# Održavanje pH ćelije

Koncentracija  $\text{Na}^+$  se u ćeliji održava na niskoj vrednosti zahvaljujući:

- a)  $\text{Na}^+$  -  $\text{K}^+$  pumpi koja dobija energiju od ATP-a.
- b) Sekundarnom aktivnom transportu  $\text{Na}^+$  -  $\text{H}^+$ : razmena jednog jona  $\text{H}^+$  sa jedne strane membrane za jedan jon  $\text{Na}^+$  sa druge strane membrane.

Ne zavisi od transmembranskog potencijala, već samo od spoljašnje i unutrašnje koncentracije  $\text{Na}$  i pH vrednosti unutar ćelije (7,1).

# **HOMEOSTAZA I HOMEOSTATSKI MEHANIZMI**

# Zdravlje = homeostaza

- Održavanje relativne stalnosti sastava unutrašnje sredine organizma.
- Sposobnost tela da održava relativno stabilan metabolizam i normalne funkcije uprkos mnogim promenama

# Metabolizam

- Metabolizam čine sve hemijske i fizičke promene koje se događaju u organizmu.
- Stopa metabolizma predstavlja količinu energije i toplote koje se stvaraju u organizmu u jedinici vremena.



# Metabolizam

- osnovna funkcija živog organizma

- ***Promet i pretvaranje materije u energiju:***

- Transformacija materije u hemijsku, kinetičku, toplotnu, mehaničku i bioelektričnu energiju.
- Energija je neophodna za održavanje struktura i životnih funkcija svih ćelija, održavanje fiziko-hemijskih procesa, temperature, vršenje mišićnog rada, za rast i razvoj.
- Najveći značaj u prometu materija i energije imaju proteini i nukleinske kiseline

- Čelije su u kontaktu sa unutrašnjom sredinom organizma, nalaze se u **ekstraćelijskoj tečnosti (ECT)**
- Iz ECT ćelija preuzima  $O_2$  i hranljive materije, a u nju otpušta proizvode metabolizma.

# Ekstraćelijska tečnost – 2 dela

- Ukupno ECT **15 litara:**
  - Međućelijska tečnost - 12 litara
  - Plazma – u krvnim sudovima – 3 litra
- Ova 2 dela se neprekidno mešaju, tako da njihov sastav mora da odgovara ćelijama.

# Homeostaza i homeostatski sistemi

- Održavanje optimalnih, relativno stalnih uslova u unutrašnjoj sredini, uprkos promenama spoljašnje okoline.
- **Unutrašnja sredina je ekstraćelijska tečnost koja okružuje ćelije:**
  - Plazma
  - Međućelijska tečnost

# Homeostatske varijable (parametri)

- **Definicija: pokazatelji funkcionisanja homeostatskih sistema**
- Uobičajeno se izražava u odnosu na “**fiziološki zlatni standard**” – zdrava osoba muškog pola starosne dobi 18-24 godine i telesne mase 70kg.
- Uloga im je da održavaju **dinamičku ravnotežu** spoljašnje sredine (koja se stalno menja) i unutrašnje sredine (koja teži da se održava ali se stalno podešava).

# Homeostatske varijable

- **Stroge homeostatske varijable**

- malo variraju – uzak fiziološki opseg
- pH, pO<sub>2</sub>, glikemija, koncentracija jona K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> i HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, telesna temperatura i dr.

- **Plastične homeostatske varijable:**

- koncentracija proteina u masti i krvi
- arterijski krvni pritisak
- broj uobličjenih krvnih elemenata i dr.
- Telesna masa
- Zapremina krvi



Relativna stalnost –  
male oscilacije

# Uzajamni odnos organskih sistema

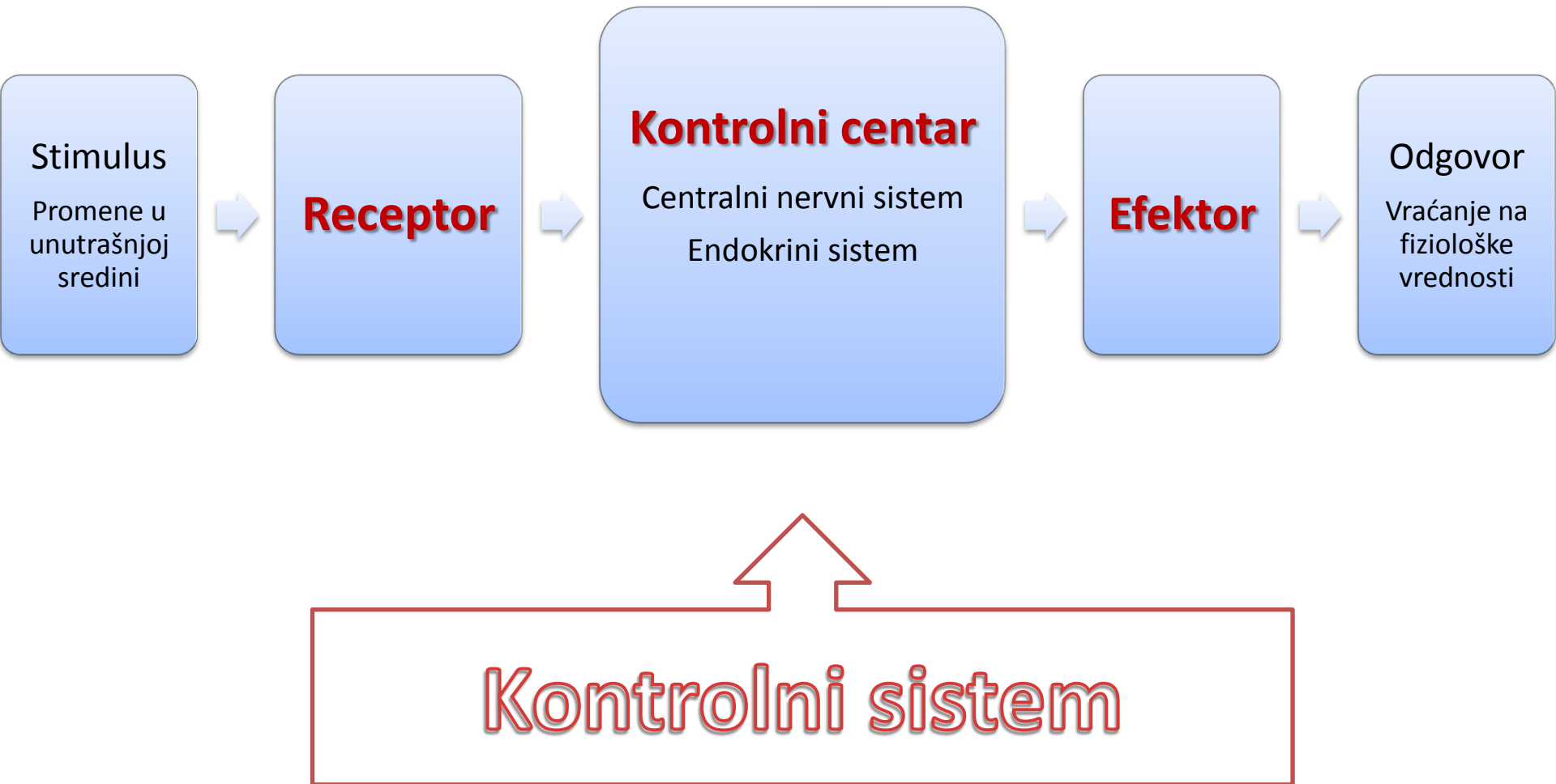
- Svaki sistem doprinosi homeostazi:
  - Sistem organa za varenje obezbeđuje hranljive materije ćelijama
  - Sistem organa za disanje: dopremanje O<sub>2</sub> i izbacivanje CO<sub>2</sub>
  - Sistem organa za izlučivanje: otklanjanje otpadnih materija
  - Nervni i endokrini sistem: regulišu (povezuju i usklađuju) funkcije drugih sistema
  - Sistem organa za kretanje: omogućava aktivnost čoveka

# Regulatorni mehanizmi

- Održavaju stabilnu unutrašnju sredinu unutar organizma
- **Autoregulacija – unutrašnja regulacija**
  - nastaje kada ćelija organ ili sistem automatski podešavaju svoju aktivnost.
- **Spoljašnja regulacija**
  - uključivanje nervnog i endokrinog sistema.



# Komponente homeostatskih - kontrolnih sistema



# Kontrolni mehanizmi:

## Negativna povratna sprega

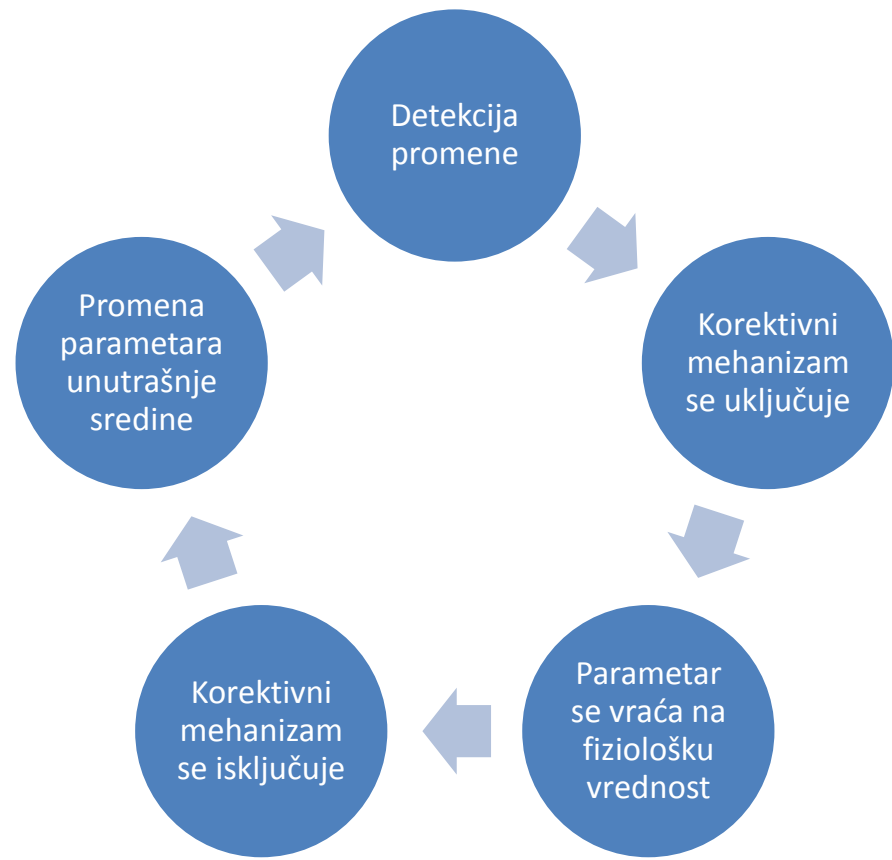
Odgovor na početni stimulus je uvek **negativan – koriguje promene, čuva stalnost unutrašnje sredine organizma:**

**Ako je došlo do porasta – odgovor je smanjenje**

**Ako je došlo do pada – odgovor je povećanje.**

### Brojni primeri:

- **Termoregulacioni sistem:** povišenje spoljašnje temperature, porast telesne temperature, povećano znojenje i hlađenje kože, dehidracija, žeđ, pijenje tečnosti radi nadoknade.
- **Kontrola i modulacija funkcije endokrinog sistema** od strane nervnog sistema.
- Porast glukoze – lučenje insulina, pad glukoze
- Porast CO<sub>2</sub> - respiratorni centar, ubrzano i duboko disanje, CO<sub>2</sub> se izbaci
- Pad broja eritrocita, eritropoetin – koštana srž novi eritrociti



# Kontrolni mehanizmi:

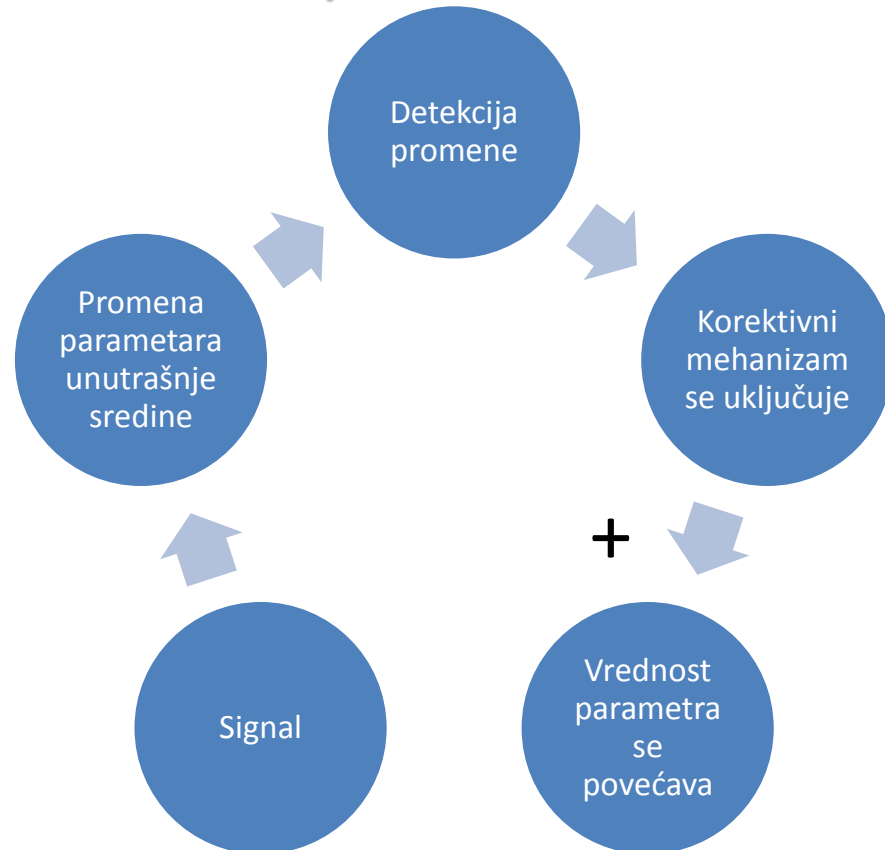
## Pozitivna povratna sprega

Dinamički mehanizmi koji imaju tendenciju da ubrzavaju i pojačavaju procese čime se incijalni stimulus ne gasi, već kaskadno raste i pojačava (“začarani krug”) - najčešće dovodi do nestabilnosti - patoloških promena.

**Još više povećava svaku promenu – dovodi do promena!**

**Retki primeri koji su neophodni za preživljavanje:**

- Koagulacija krvi
- Porođaj
- Na<sup>+</sup> influks u nastajanju akcionog potencijala
- Lučenje hormona LH-FSH u menstrualnom ciklusu



# Bolest

**Narušena homeostaza**