



FASPER

Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju  
**Medicinska fiziologija - predavanja**

# **NEUROFIZIOLOGIJA: OPŠTI PRINCIPI – 1. deo**

Prof. Dr Zvezdana Kojić

# Ishodi učenja

---

1. Međučelijska komunikacija: Integracija.  
NS + ES: sličnosti i razlike
2. Funkcionalna organizacija nervnog sistema (NS)
3. Pojam informacije, impulsa, signala
4. Kodiranje informacija u nervnom sistemu

- **Medicinska fiziologija** opisuje:
  - mehanizme putem kojih se održava zdravlje
  - kako funkcionišu organi u telu.
- Postoji 10 organskih sistema; svaki od njih daje jedinstvene doprinose ukupnoj funkciji tela.
- Međutim, održavanje stabilne unutrašnje sredine organizma, omogućeno je samo zahvaljujući **integraciji** organskih sistema.
  
- **INTEGRACIJA (!)** - **povezivanje različitih sistema u hijerarhijski organizovanu jedinstvenu celinu.**
- **NERVNI SISTEM**, zajedno sa **endokrinim sistemom**, **integriše (povezuje i uskladjuje)** sve organske sisteme organizma.



Povezivanje i usklađivanje ćelija je neophodno!  
Komunikacija i koordinacija!

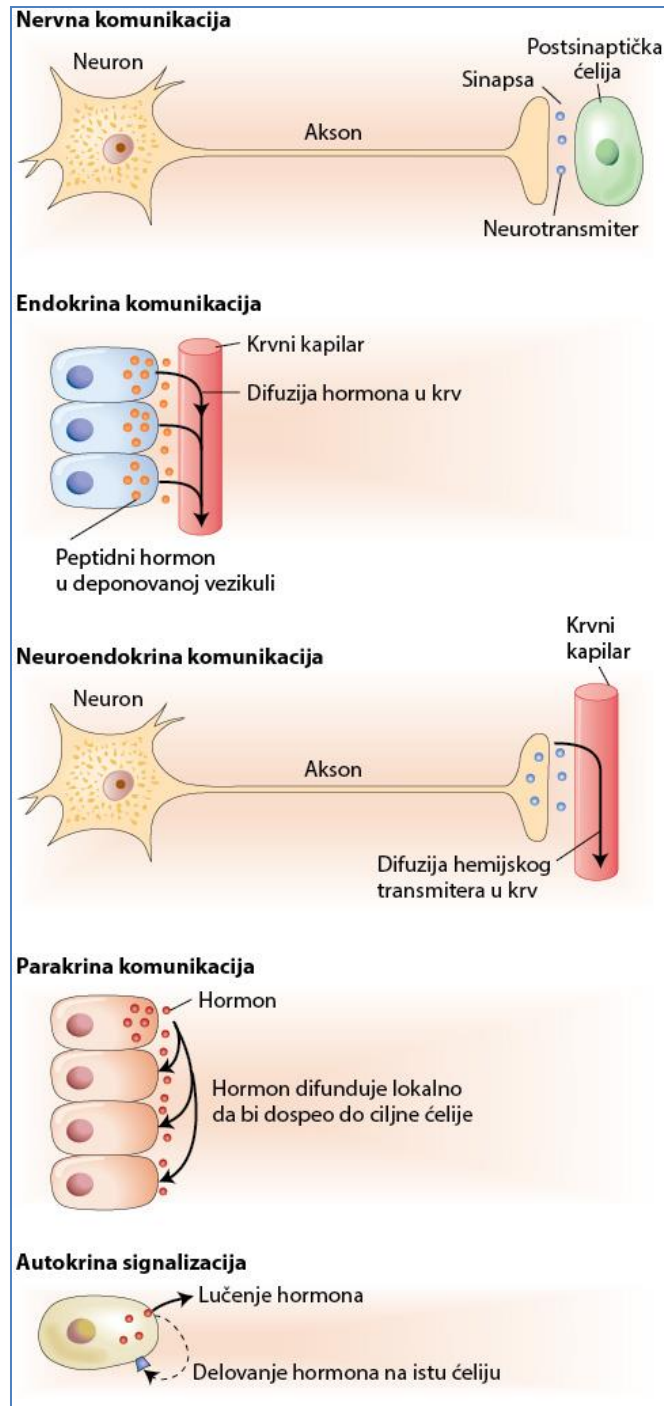
## Vrste međucelijskih komunikacija:

- *Na dugim rastojanjima – između udaljenih organa i tkiva:*

Nervna, Endokrina i Neuro-endokrina.

- *Na kratkim rastojanjima – unutar jednog organa - tkiva:*

Parakrina i autokrina.



## Nervni sistem i Endokrini sistem

**Sličnost:** oba su integrativna i regulatorna.

<b>Razlike:</b> u načinu pobuđivanja, u brzini odgovora i u trajanju odgovora	<b>Endokrini sistem</b>	<b>Nervni sistem</b>
Poruka putuje u obliku	hormona	AP
Reakcija počinje	sporo (latentni period)	brzo
Trajanje reakcije	dugo	kratko
Reguliše	metaboličke reakcije	skeletne mišiće unutraš. organe
Važan za:	dugotrajne, fino gradirane, poste- pene procese (rast, reprodukcija)	brzo snalaženje tj. “rešavanje kriza” (napr. uklanjanje tela od bolne draži)

# NERVNI SISTEM

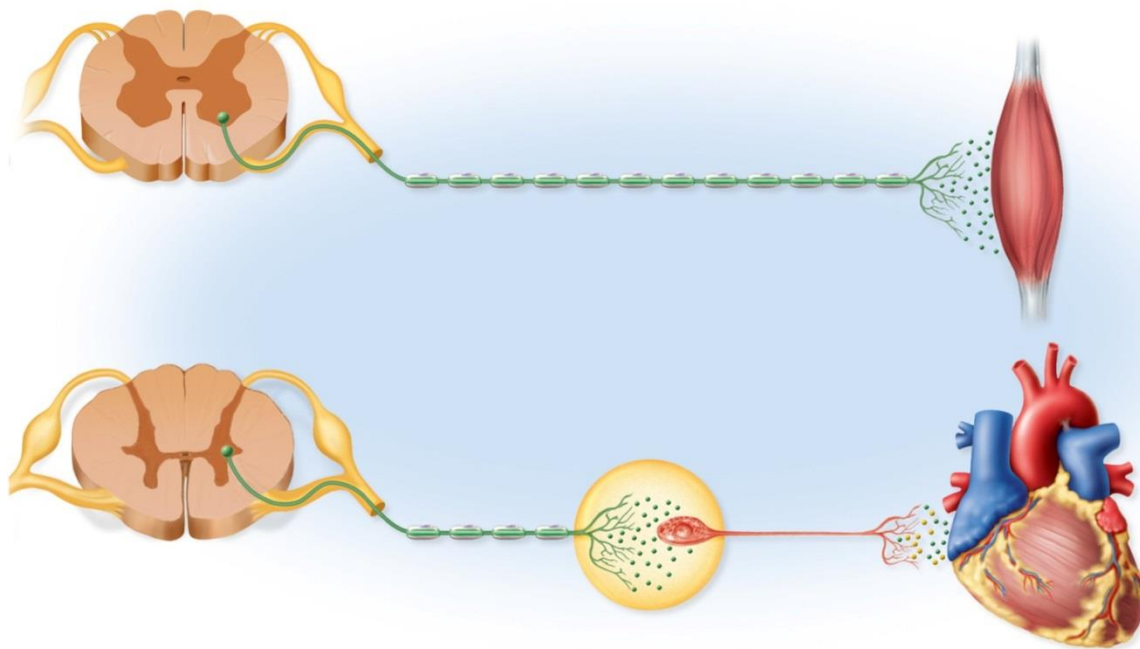
---

- NS - jedan od najsloženijih organskih sistema!
- ***učestvuje u ostvarivanju velikog broja funkcija tela:***
  - od *nesvesne regulacije* funkcije visceralnih organa
  - preko *svesnih* senzornih opažanja i voljnih pokreta,
  - do *organizacije različitih oblika ponašanja*, emocija, snova i apstraktnog mišljenja (koje se nalazi u osnovi intelektualnih i stvaralačkih sposobnosti čoveka).

# Funkcionalna organizacija NS-a:

## ***Podela 1: Prema osnovnoj funkciji***

---



### **1. SOMATSKI NS**

- Reguliše funkciju ppm
- obezbeđuje povezanost čoveka sa spoljašnjom sredinom.
- Time –**omogućava opstanak organizma u životnoj sredini.**

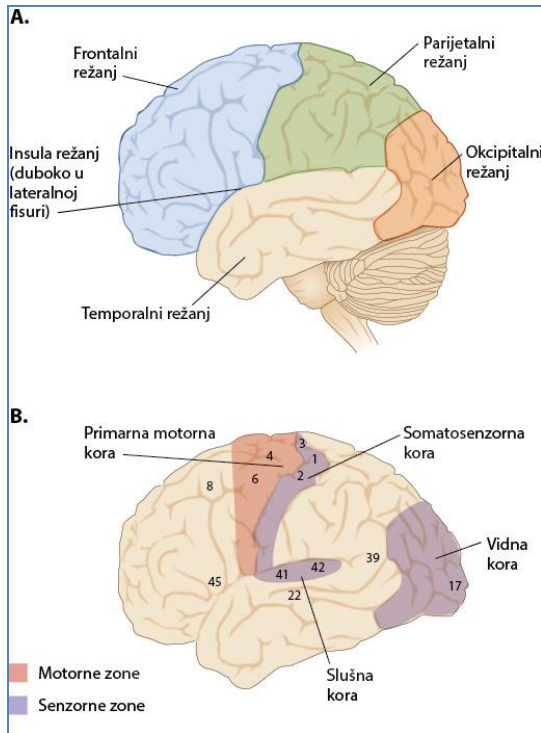
### **2. VEGETATIVNI (ANS)**

- Reguliše funkciju srčanog mišića, gmč i žlezda.
- povezuje i usklađuje funkcije unutrašnjih organa.
- Time - **omogućava da organizam funkcioniše kao jedna jedinstvena celina!**

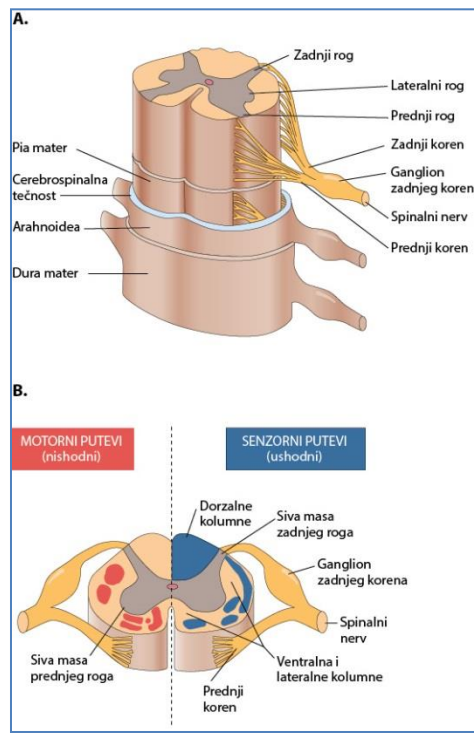
# Funkcionalna organizacija NS-a

## Podela 2: Prema anatomskom položaju

### 1. CNS

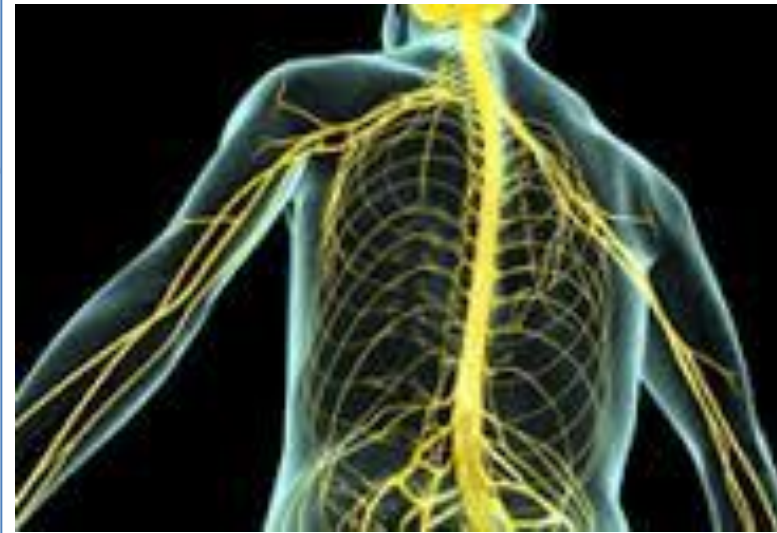


Mozak



Kičmena moždina

### 2. PNS

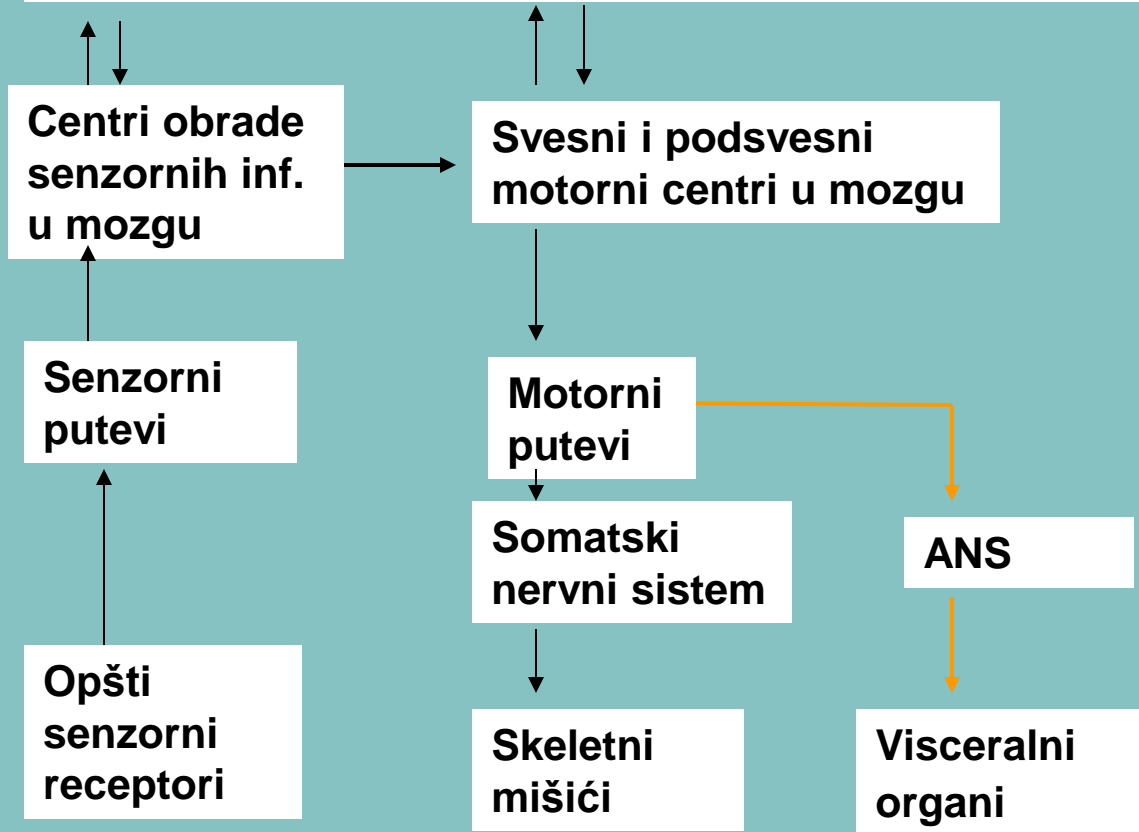


Periferni nervi –  
poveruju CNS sa različitim delovima tela



## 2. Centralni: Integrativni deo

Više nervne funkcije: Učenje, pamćenje i inteligencija



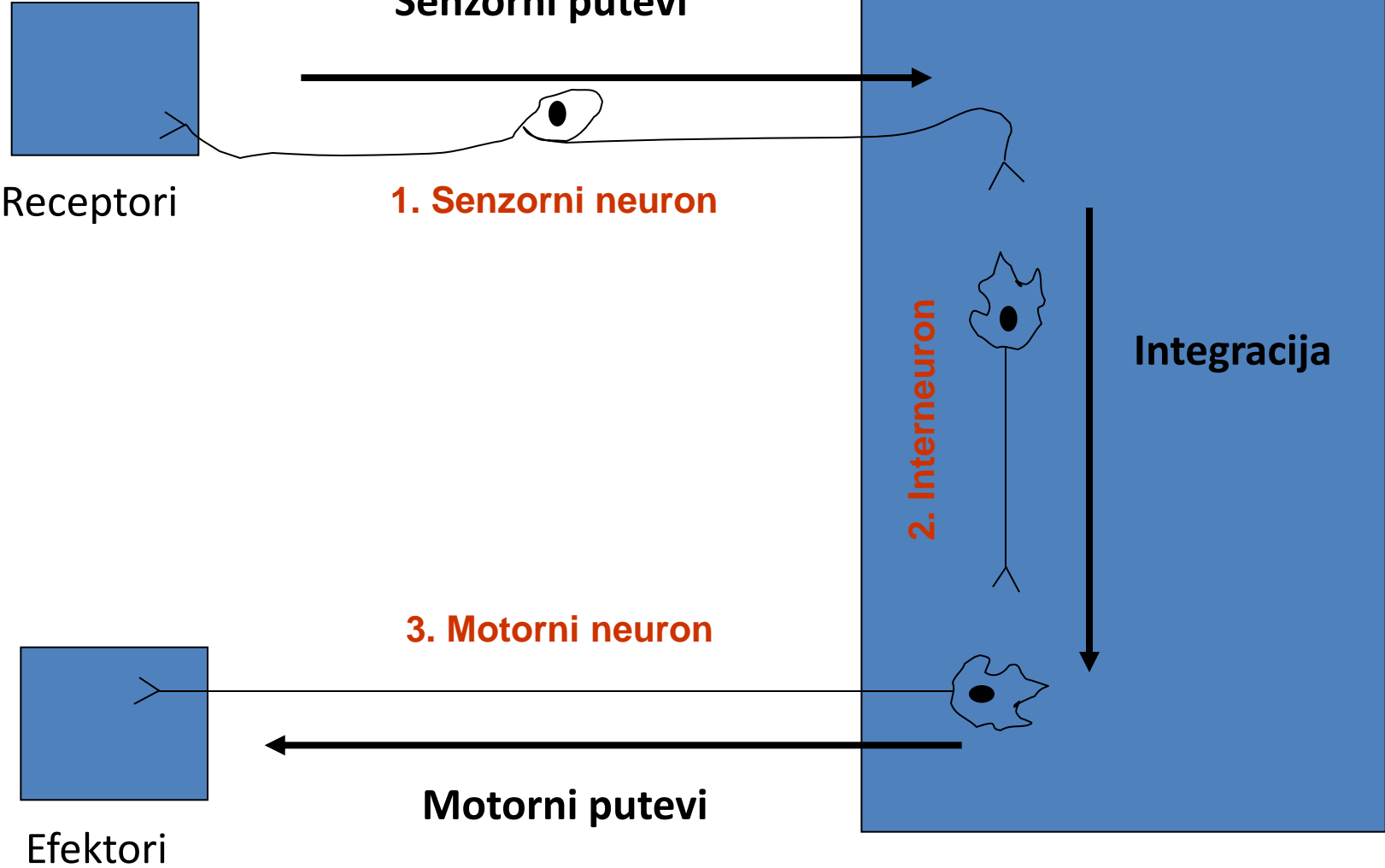
## Podela 3: Morfo-funkcionalna podela

- Ushodni: Senzorni deo
- Centralni: integrativni d.
- Nishodni: Motorni deo

**Senzorno-motorna integracija!**

**PNS**

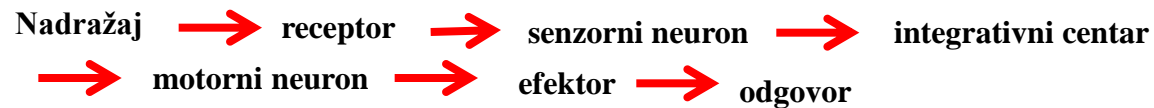
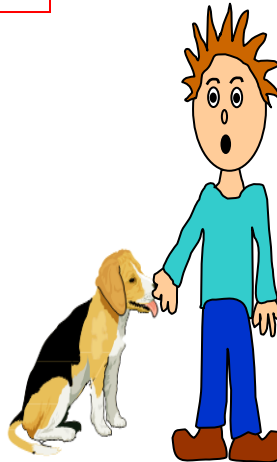
**CNS**



- 1) Receptori u koži otkrivaju nadražaj
- 2) Impulsi (signali) se preko senzornih neurona prenose u kičmenu moždinu
- 3) Iz kičmene moždine drugi neuron prenosi signal u v.mozak
- 4) Svesna radnja je kada mozak napravi dobro promišljen odgovor



- 4) Mozak odlučuje da odmakne ruku
- 5) Mozak šalje impulse u motorne neurone kičmene moždine za mišiće ruke (efektori)
- 6) Efektori odmiču ruku



# Nervni sistem

## Tri osnovne funkcije:

1. Senzorna (osetna) – opaža promene u SSO i USO.
2. Integrativna – vrši analizu i sintezu (sa predhodnim iskustvom)
3. Motorna – odgovora na promene u SSO i USO.



Inteligentnija bića imaju veće asocijativne zone  
(interneuroni – integrativna funkcija!)



# CNS: predavanja

---

- **CNS - 1.deo**

- **osnovni principi neurofiziologije**

- senzorna neurofiziologija:

- **opšti somato senzorni sistem**: čulo dodira (položaja, toplotne i bolne osetljivosti)

- **specijalni senzorni sistemi**: vid, sluh, miris, ukus

- **CNS - 2. deo**

- motorika

- **CNS - 3. deo**

- integrativne funkcije

# Osnovni principi neurofiziologije

## Ispitna pitanja:

Danas:

1. Pojam informacije, impulsa, signala
2. Kodiranje informacija
3. Zakoni nervnog provođenja
4. Neuron: morfo – funkcionalne karakteristike

Sutra

1. Sinapse.
2. Nervna vlakna – klasifikacija
3. Transmisija kroz grupe neurona.



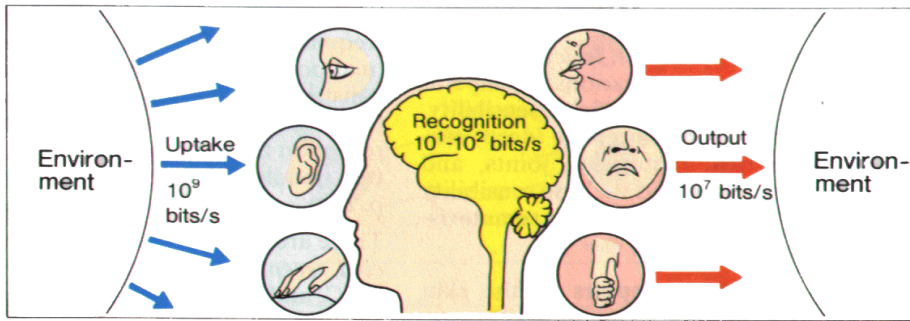


Percepcija (opažanje)  
vs. Realnost

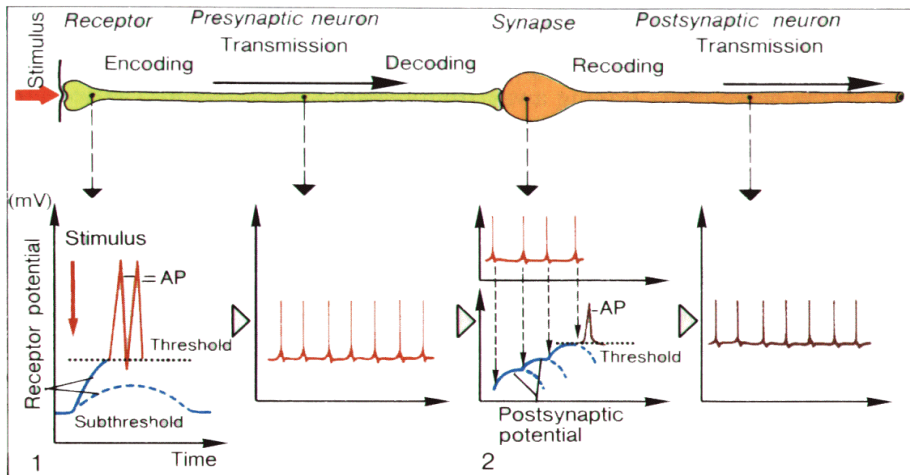
Doživljaj sveta oko nas, naš kontakt sa realnošću i naše celokupno ponašanje, zavise od protoka informacija kroz nervni sistem!

## **POJAM INFORMACIJE, IMPULSA I SIGNALA**

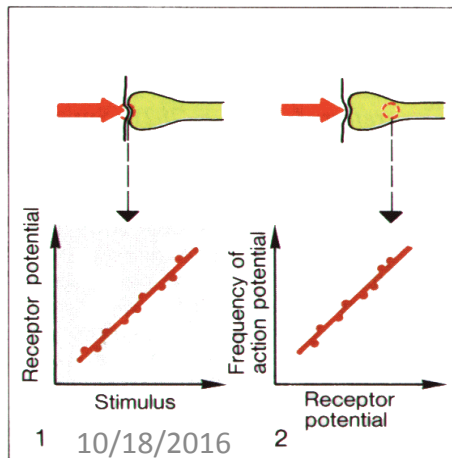
GREŠKA STUDENATA: „NS prenosi promene sa periferije“ ??,



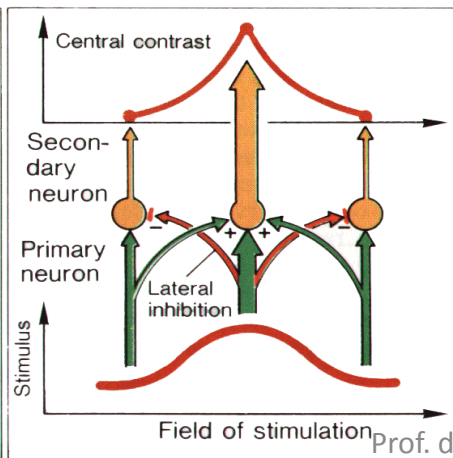
A. Information flow



B. Processing of information; encoding



C. Interrelationships: stimulus, potentials



D. Contrast enhancement

## Informacija:

sve ono što mi u vidu **draži** primamo, a ima za nas neko značenje.

Prijem draži: putem receptora.

Međutim, da bi se prenosile duž ushodnih ( aferentnih) n.vl. do SKVM, **draži moraju da se transformišu.**

1. Prvi nivo transformacije:

na nivou receptora:

nastaje receptorski potencijal, AP.

**(Kodiranje informacije).**

2. Drugi, i ostali naredni nivoi

transformacije: sinapsi.

**Dekodiranje** (prepoznavanje, shvatanje) informacija: u SKVM.



# Informacija = draž

Naš organizam prima ogroman broj informacija (o promenama u USO i u SSO), ali sve informacije ne stižu do kore velikog mozga (SKVM).

**Samo 1% stiže do kore, a 99% se odbacuje, kao nebitne!**

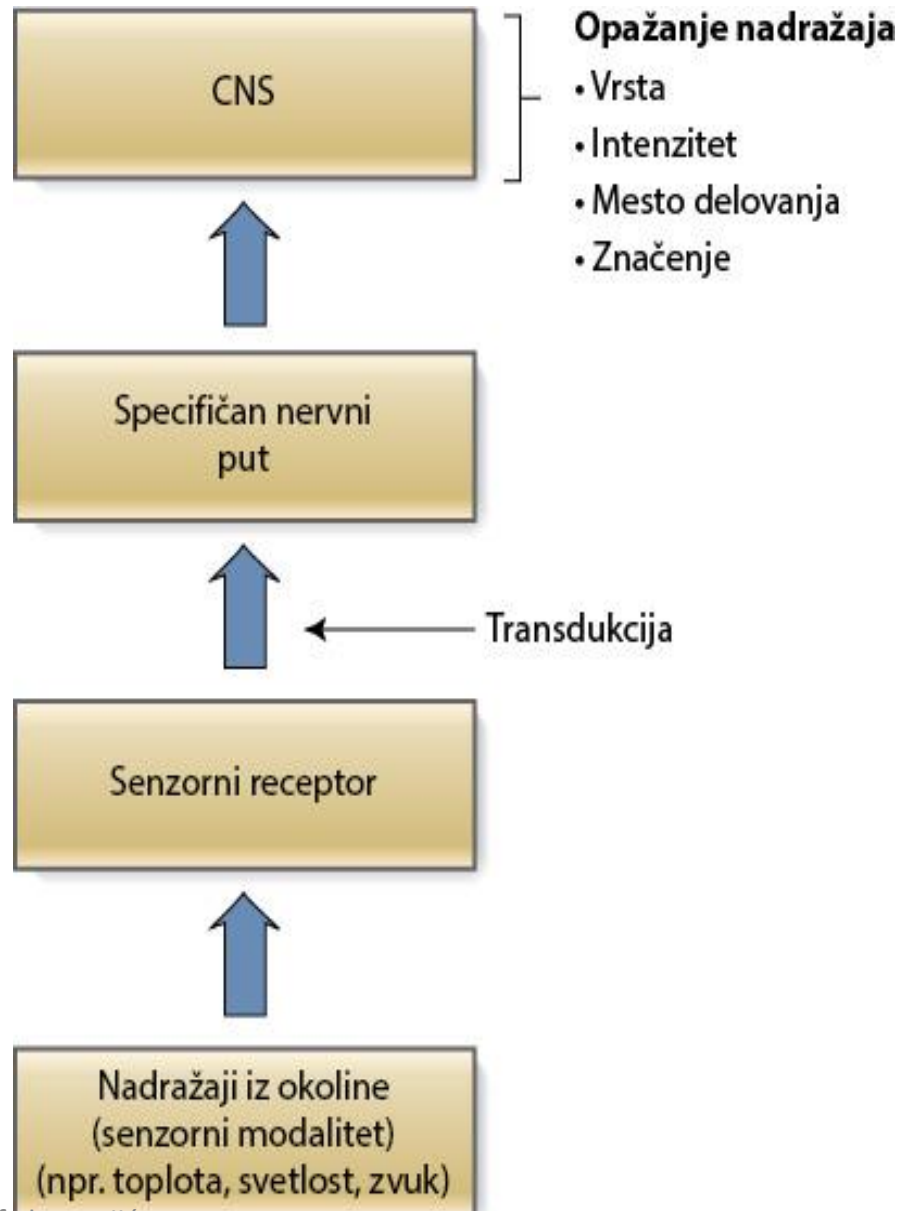
(napr. nesvesni smo delova tela u kontaktu sa odećom).

To je dobro, jer veliki broj informacija doveo bi do generalizovanih refleksa i do nesvrshodnih odgovora.

Sve draži bi mogle izvesti organizam iz stanja ravnoteže, ali NS ga vraća i prilagođava funkciju organizma samo važnim dražima (informacijama).

**Selekcija draži vrši se na nivou receptora i na nivou sinapsi!**

- **Na nivou Re: kodiranje informacije:**  
različiti oblici energije pretvaraju se u električni potencijal (Receptorski Potencijal - RP).
- **Od RP može nastati Akcioni Potencijal (AP):**  
on je način na koji informacija putuje kroz CNS.



## Akcioni potencijal (AP) = impuls

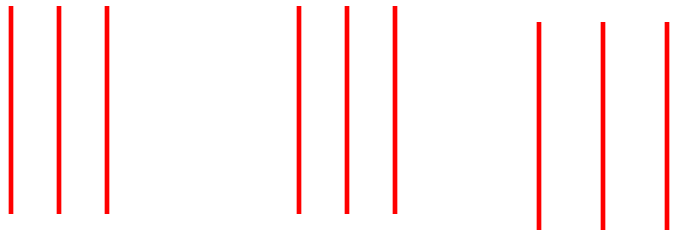
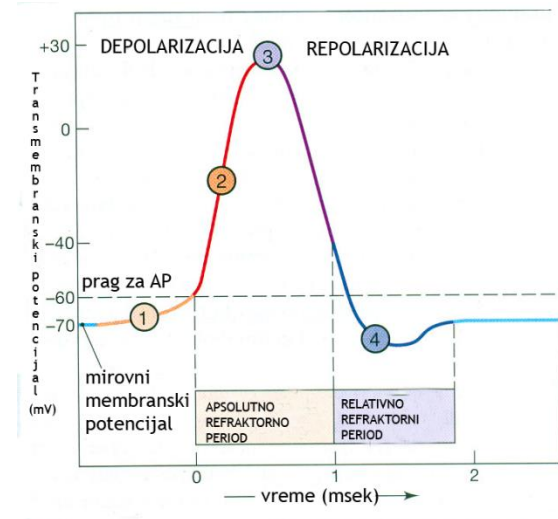
- pojedinačna bioelektrična pojava.
- na membrani 1 NV *svi AP su isti* (ZSIN) –
- **nisu nosioci informacija!**
- Međutim, AP nikada ne idu pojedinačno, već se kombinuju, a to su signali.

## Signal = više akcionih potencijala.

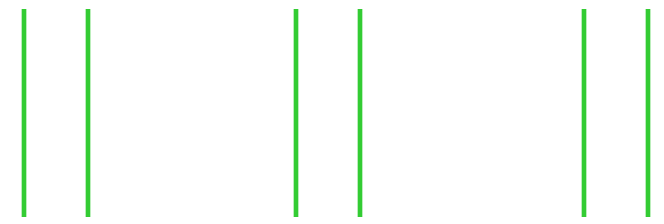
- Oni se uzajamno razlikuju, oni su **nosioci informacija!**
- vremensko-prostorni obrazac kojim receptor obaveštava centar o zbivanjima na periferiji.

**Informacija u obliku SIGNALA (više AP) putuje duž specifičnih senzornih nervnih puteva – prolazi kroz sinapse!**

# Impuls = akcioni potencijal



Signal dnevne svetlosti



Signal noćne svetlosti

Na nivou sinapsi: signali (AP) se menjaju. Tako se vrši selekcija draži (informacija)!

Tu može doći do:

- *potenciranja*, pojačavanja signala (1 dendrit kontaktira sa 1000 neurona) ili do
- *slabljenja signala* – i prekida prenosa informacije.

U jednom trenutku jedna sinapsa može da potencira, a u drugom da inhibira prenos informacija.

### Dalja sudbina informacija:

putem specifičnih nervnih puteva stižu do: k.m., subkortikalnih centara ili u korteks, gde se *prepoznaju i čuvaju.*

# Prepoznavanje (“dekodiranje”) senzorne informacije je funkcija KORE VELIKOG MOZGA.

- Specifični senzorni putevi prenose informacije (u obliku signala) do različitih delova CNS: (kontralateralnog) CEREBRALNOG KORTEKSA.
- projekcione zone: prepoznaju, dekodiraju i čuvaju informaciju!

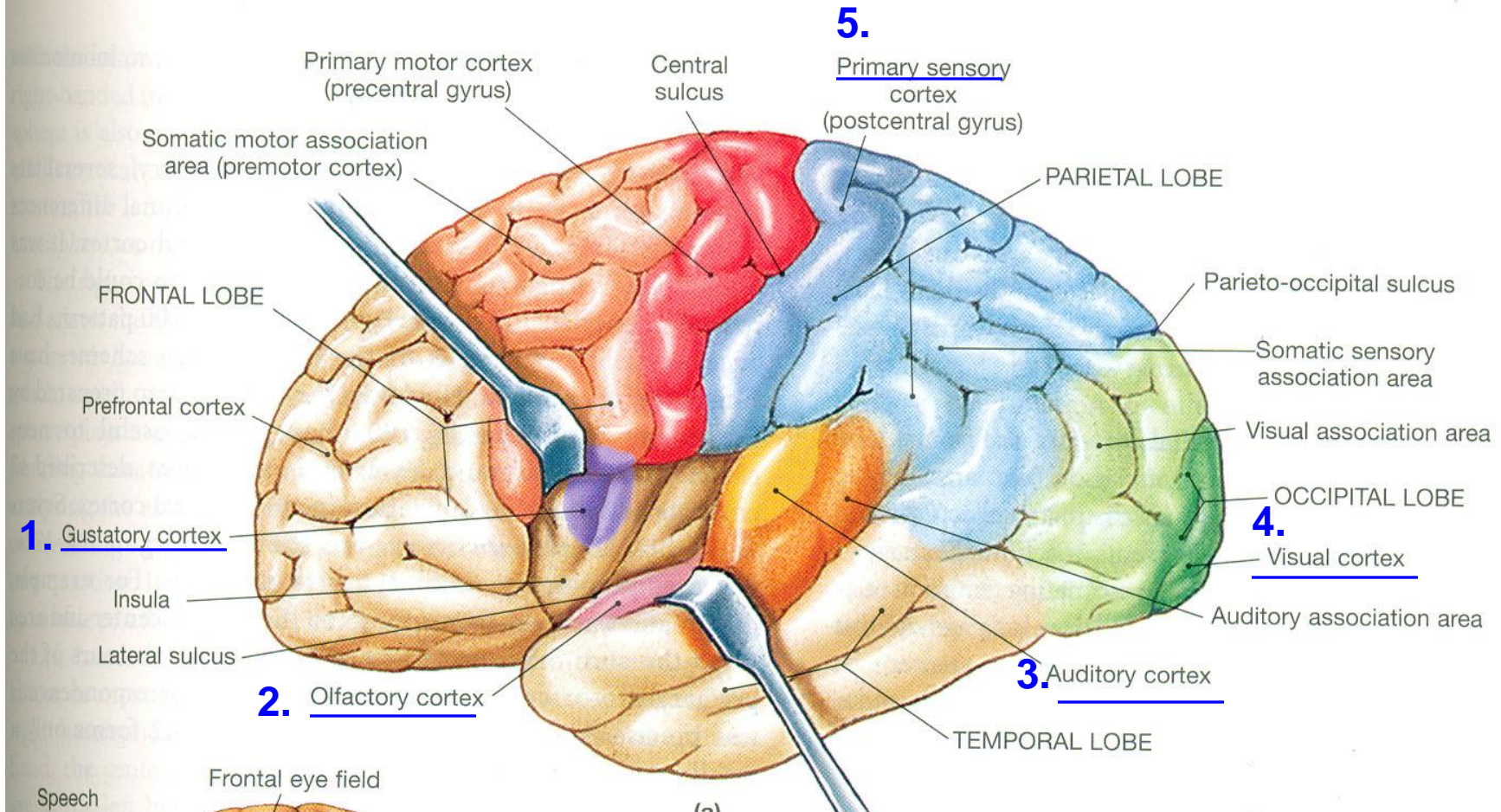
## Korteks prepoznaje više kvaliteta draži:

1. modalitet draži (svetlost, zvuk, dodir, miris, ukus)
2. intenzitet draži
3. lokalizacija draži
4. trajanje draži
5. obrazac ponavljanja
6. afektivna priroda

Kako?

# kodiranje - modalitet draži: “Obeleženi put” - projekcione zone SKVM i zakon specifične nervne energije

14-9 The Cerebrum

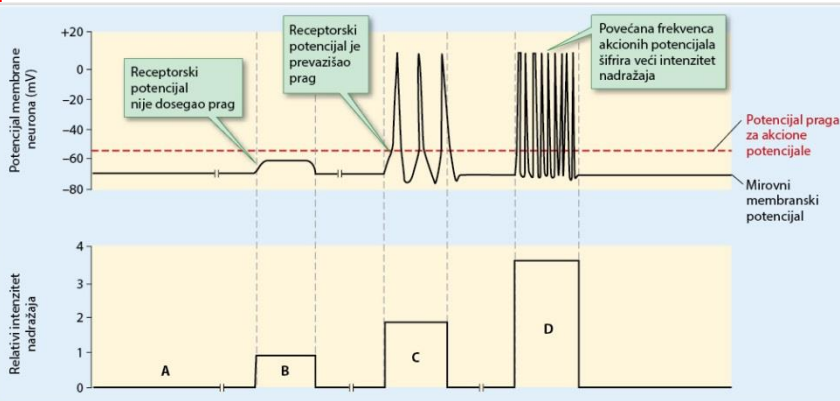


Bez obzira da li se draži receptor, affer.vl., ili centar (projekciona zona u SKVM) - uvek se dobija onaj osećaj za koji je receptor specijalizovan.



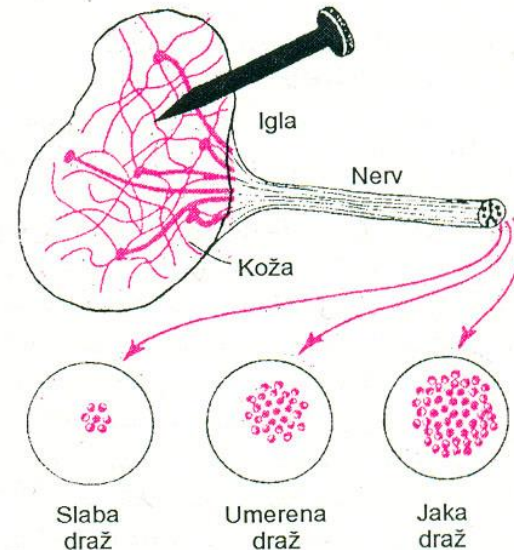
# kodiranje - jačina draži: ako je jača draž:

1. veća frekvencija AP koji idu duž istog n.vl. od receptora do centra: **vremenska sumacija**



Kodiranje intenziteta nadražaja frekvencijom AP-a

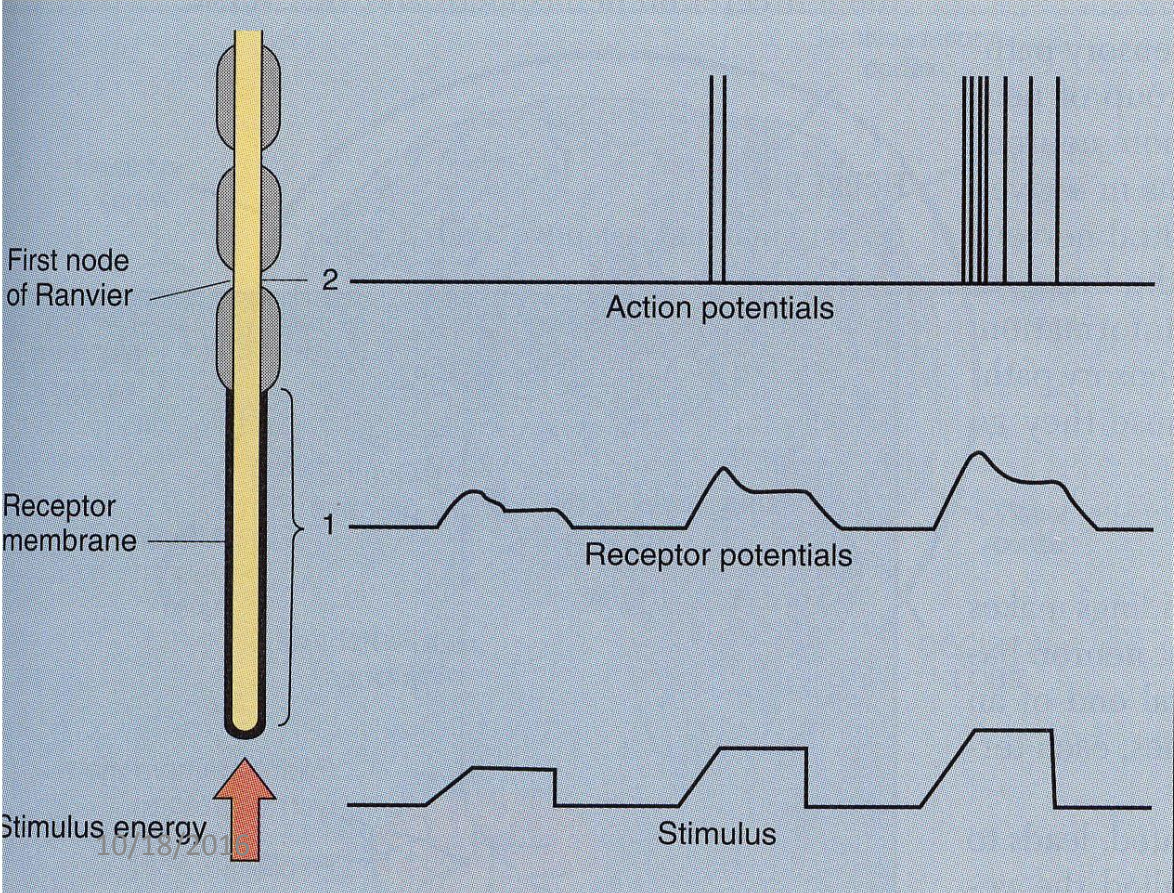
2. veći broj aktiviranih receptora i aferent. n.vl.: **prostorna sumacija**



**Slika 46–7.** Model stimulacije vlakana za bol u nervnom stablu koje dolazi iz kože ubodene iglom. Ovo je primer prostorne sumacije.

# Transdukcija: stimulus → RP → AP (različite frekv.)

---

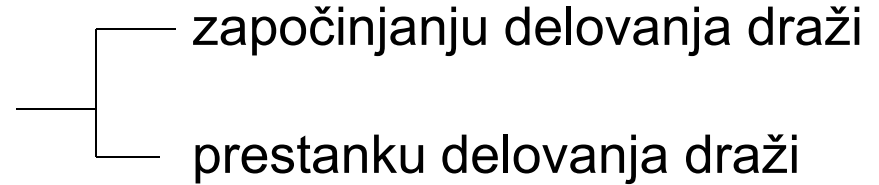


An afferent neuron with a receptor ending. The receptor potential arises at the nerve ending 1, and the action potential arises at the first node of the myelin sheath 2.

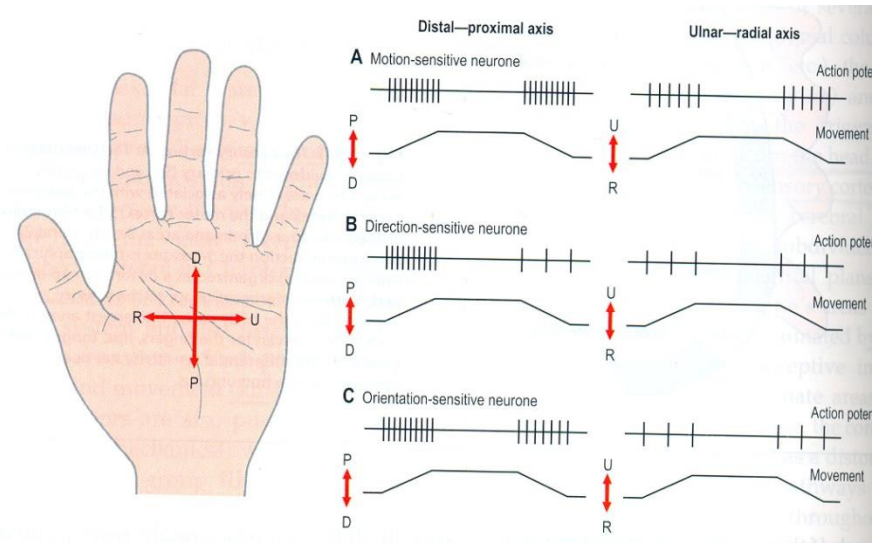
# kodiranje - trajanje draži

## adaptacija receptora:

- Fazički: stvaraju signale pri



- Tonički: stvaraju signale kontinuirano: sve vreme dok traje delovanje draži



**Fig. 3.9.5** Feature extraction. Responses of three types of movement detector neurones in the S-I cortex. The stimulus the hand. **A.** Motion-sensitive neurones respond while the stimulus is moving in any direction. **B.** Direction-sensitive neurones respond most to stroking in one orientation and direction. **C.** Orientation-specific neurones respond to movement in only one orientation in both directions.

# kodiranje – lokalizacija draži

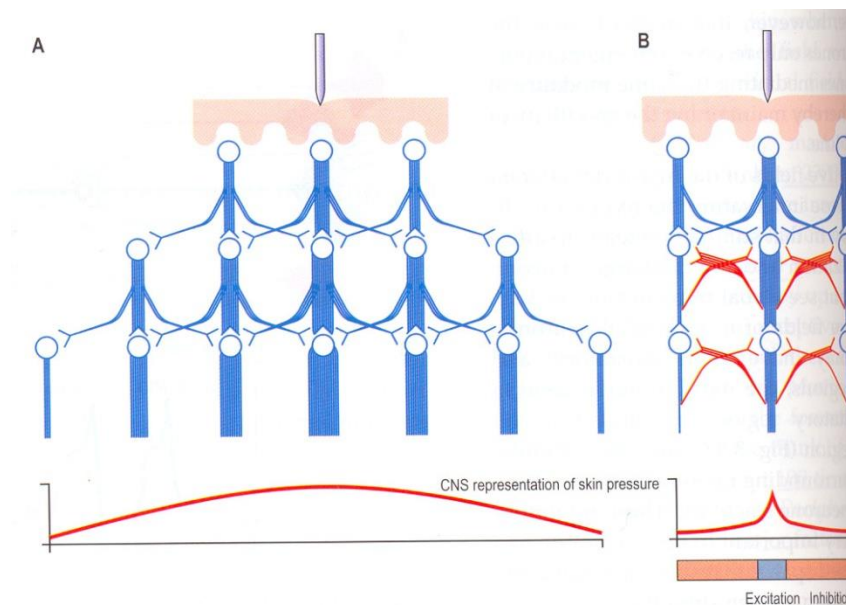
---

Lokalizacija draži: zavisi od spособnosti razlikovanja dve odvojene bliske tačke, a ona zavisi od:

1. Veličine RCP na mestu gde deluje draž

(manja veličina RCP – veća sposobnost lokalizacije: napr.za dodir: na kažiprstu: 2 mm; a na ramenu 40 mm.)

2. Lateralna inhibicija (izoštavanje signala) u n.putevima



# kodiranje – afektivna priroda draži

---

Draž izaziva osećaj “prijatno ili neprijatno” jer deo signala stiže i u limbički sistem, u **centar za:**

- **nagradu (prijatnost) i**
- **kaznu (neprijatno).**

Formira se emotivna reakcija na primljenu draž.

## **Čuvanje informacija: pamćenje!**

Naš inventar znanja – služi:

1. za upoređivanje pri prijemu novih informacija i
2. za prilagođavanje ponašanja (**adaptacija organizma**) u cilju preživljavanja pojedinca i vrste u celini!

## **Čuvanje informacija: na nivou –**

1. k.moždine: refleksne aktivnosti
2. bazalnih ganglija: podsvesne aktivnost
3. korteksa: svesne aktivnosti

Čovek: korteks je glavno mesto čuvanja informacija ( $10^{14}$  sinapsi)!

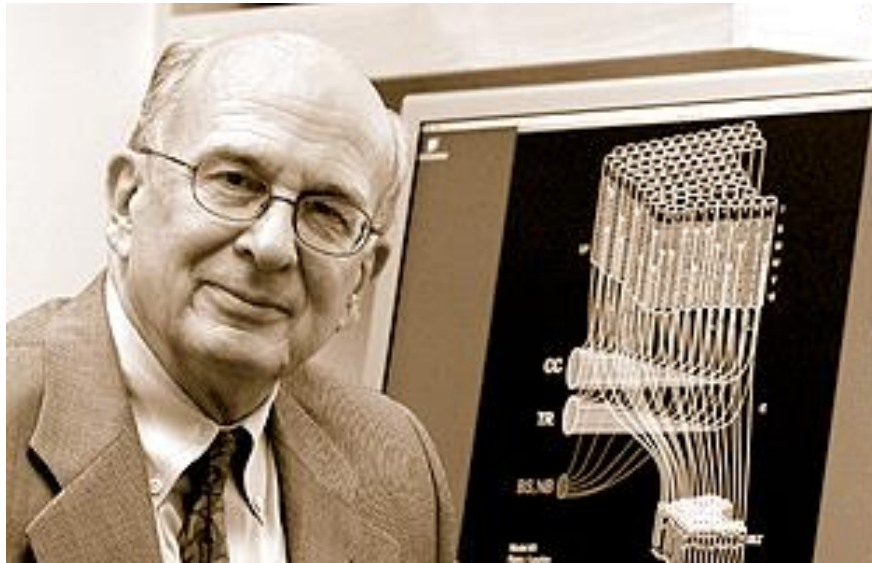
Oštećenje korteksa: smanjena sposobnost za prijem i analizu novih draži.

## Sumarno:

- Sensorna informacija se prenosi od Re do korteksa putem senzornih n. vlakana u obliku **signala** (kombinacije AP).
- Na tom putu od receptora do korteksa informacija (signal) **trpi promene** i nekoliko puta dolazi do “prekopčavanja”.
- Prve **transformacije** su na nivou receptora, a ostale – na nivou sinapsi.
- Informacija tada može da se potencira, ili oslabi – **modeliranje informacija!**
- **Čuvanje informacija (pamćenje).**

GREŠKA STUDENATA: „NS prenosi promene sa periferije“ ??,

## Digresija: Paško Rakić – kartograf kore velikog mozga



Born

1933

Ruma, Kingdom of Yugoslavia

Fields

Neuroscience

Institutions

**Yale University**

**Alma mater**

**University of Belgrade, Harvard University**



MISLITE VEĆ SADA NA VAŠU  
PROFESIONALNU KARIJERU:

... lepe definicije za svaku  
osobinu koju **savremeni**  
**"trazilac" posla** poželjno je da  
ima

## Checklist of Personal Skills

The following words describe work-related characteristics.

**Accurate:** Careful, precise, free from error.

**Adaptable:** Able to adapt oneself to new surroundings; to make suitable change so as to fit new conditions.

**Alert:** Watchful, wide awake, ready to act.

**Ambitious:** Full of ambition, strong desire "to do" something.

**Amiable:** Feeling and inspiring friendliness; lovable.

**Analytical:** Employing analytic methods; separating things into their parts or elements.

**Articulate:** Able to express oneself clearly, do not mumble.

**Assertive:** Insist on one's rights or opinions.

**Attentive:** To notice, pay attention to, careful attention.

**Broad-minded:** Being tolerant or liberal in thought or opinion.

**Businesslike:** Practical, systematic.,

# Ishodi učenja – Ispitna pitanja

---

## 1. Međučelijska komunikacija: Integracija.

NS + ES: sličnosti i razlike

## 2. Funkcionalna organizacija nervnog sistema

## 3. Pojam informacije, impulsa, signala

## 4. Kodiranje informacija



AP in neurons

