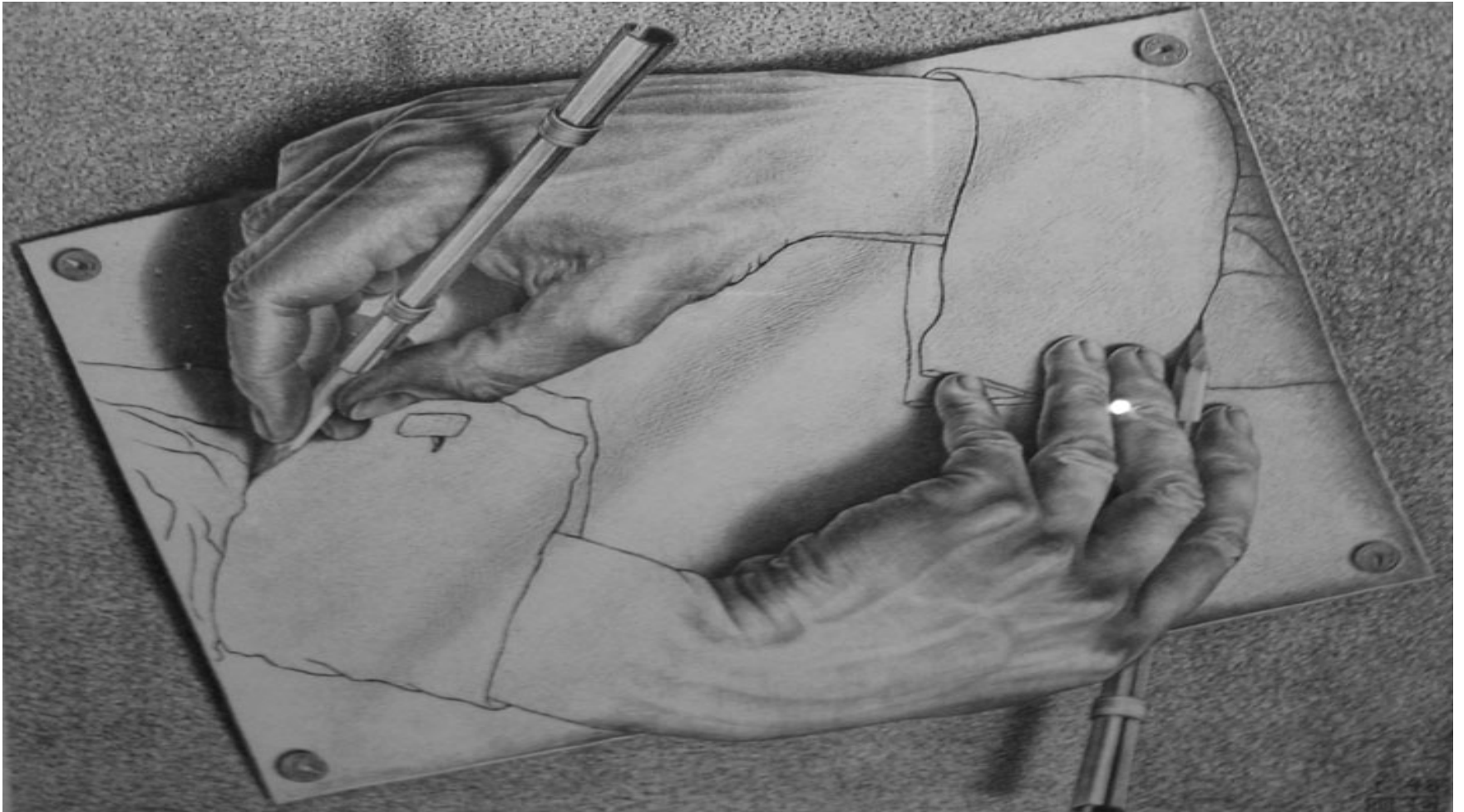


***"Istine prirode su proste,
ljudsko neznanje komplikuje odgovore"***

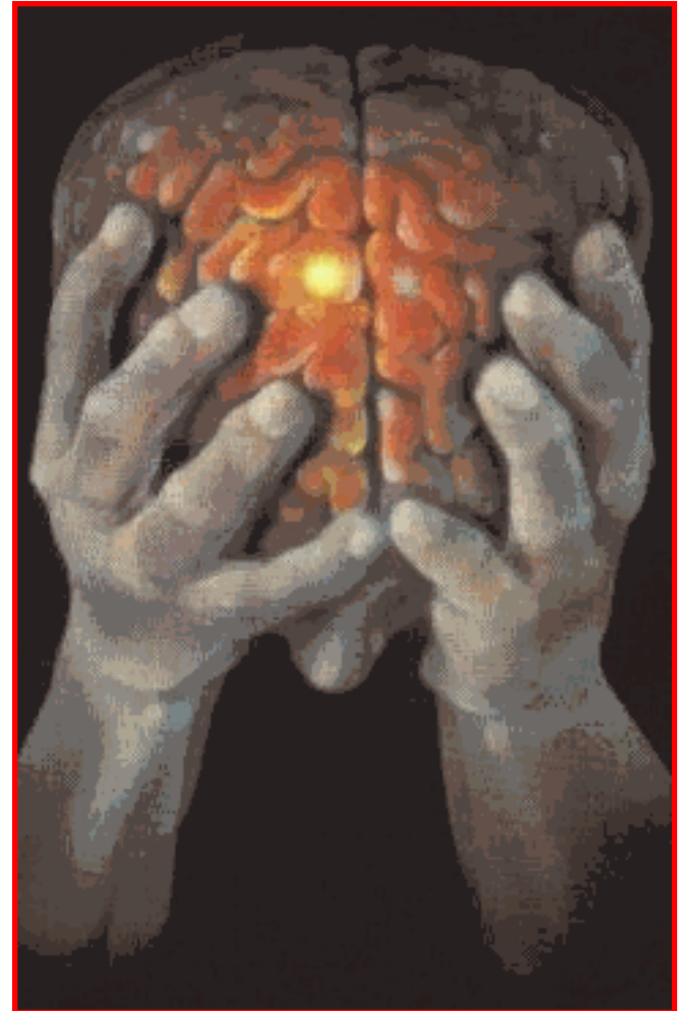


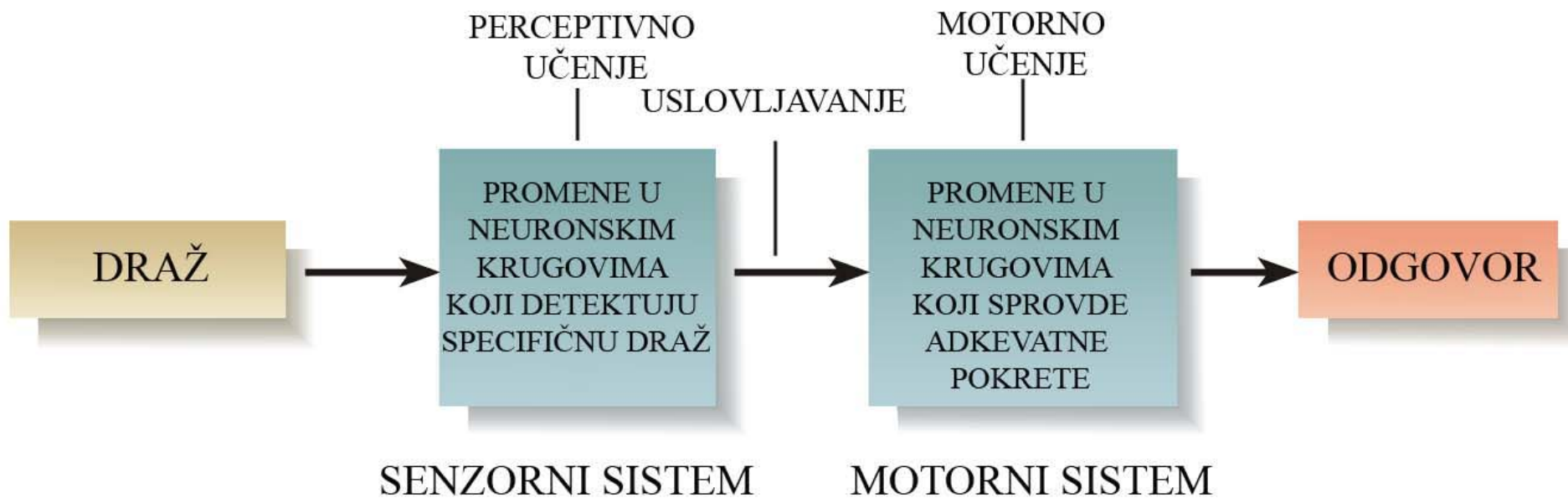
Učenje:

- *Je proces koji menja ponašanje jedinke na osnovu prethodnog iskustva.*
- *Se postižu novi odnosi između sadašnjosti i prošlosti.*
- *Sposobnost adaptacije koja omogućava vrsti da se održi.*

Učenje može biti:

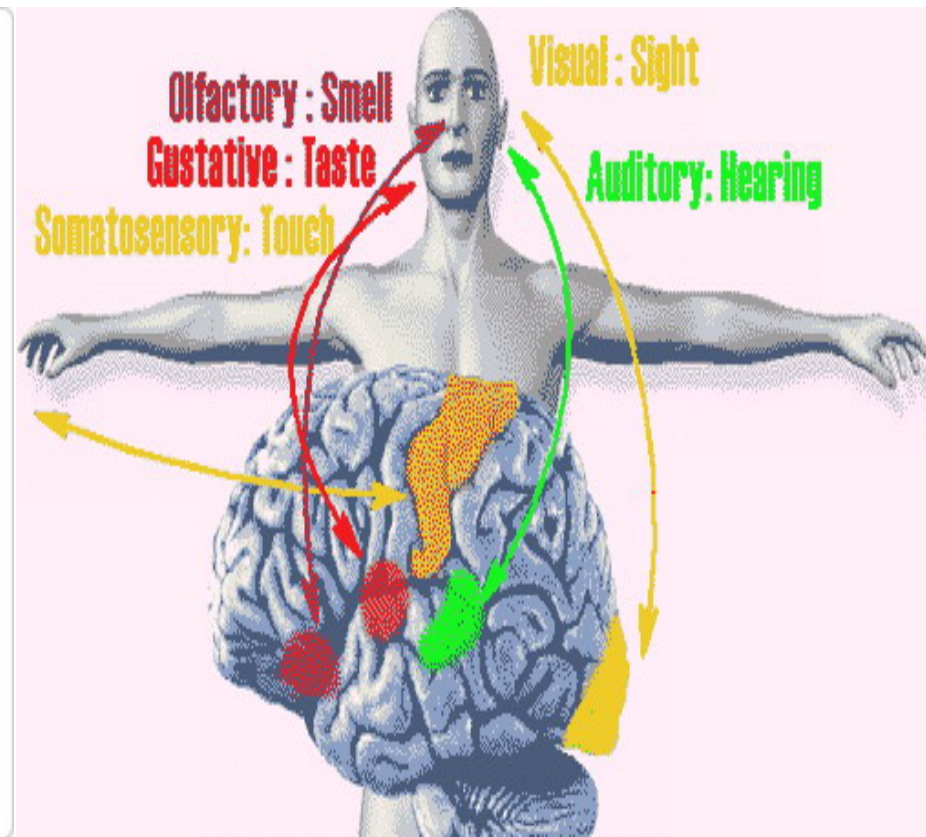
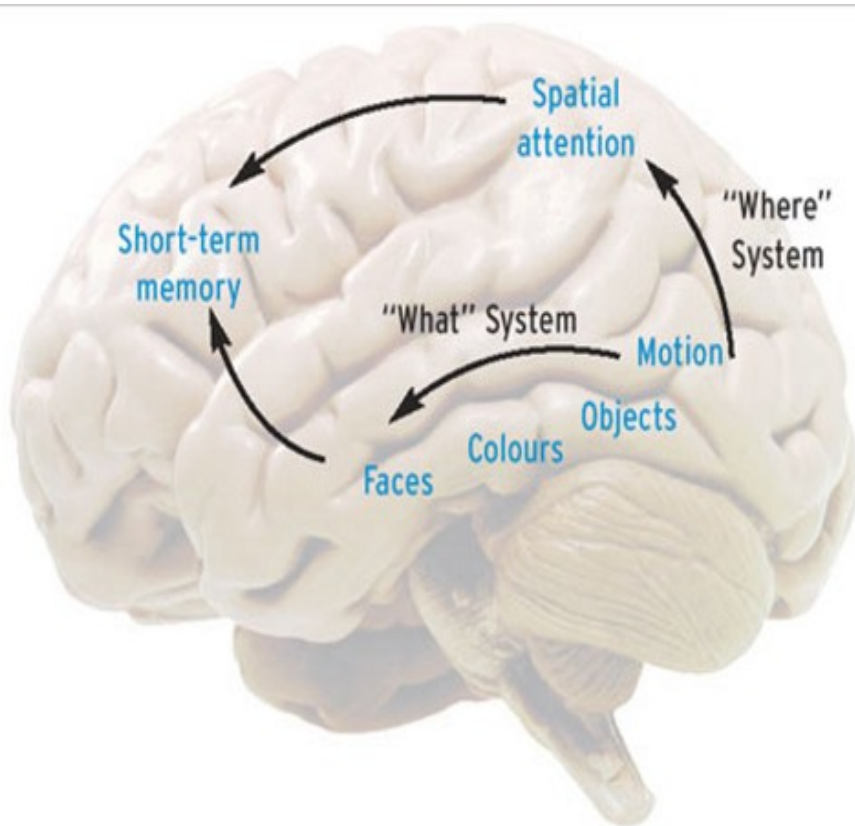
1. Perceptivno
(senzorno) učenje
2. Motorno učenje
3. Asocijativno učenje
4. Uslovljavanje
(stimulus - odgovor
učenje)





1. Perceptivno učenje

- Predstavlja sposobnost upoznavanja novim licima, objektima i situacijama



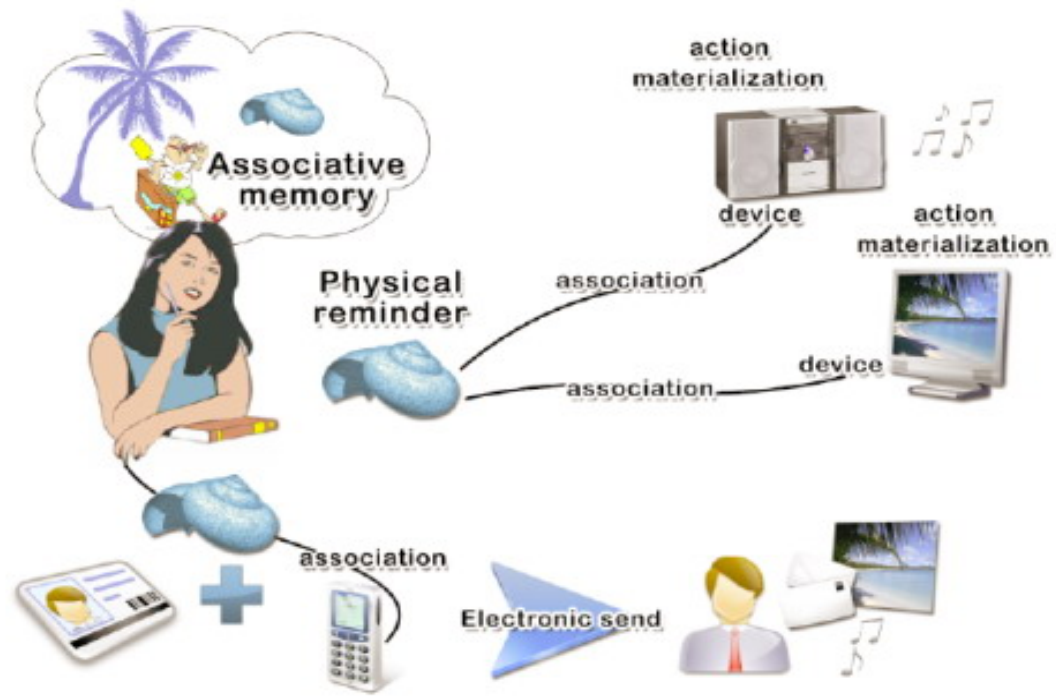
2. Motorno učenje

- Dovodi do uspostavljanja novih relacija unutar motornog sistema.



3. Asocijativno učenje

- Asocijativno učenje uključuje uspostavljanje veza između nezavisnih draži.
- Naš um prirodno povezuje događaje koji se odigravaju u sekvencama.
 - Aristotel



Primeri asocijativnog učenja

- **Prostorno učenje**, predstavlja proces upoznavanje sa sadržajem nepoznatog ambijenta.
- **Epizodično učenje** obuhvata analizu sećanja na sekvence događaja kome smo prisustvovali.
- **Observaciono učenje** – nastaje putem posmatranja i imitacije drugih ljudi.

4. Uslovljavanje

- Podrazumeva da pojava specifične draži izaziva refleksne odgovore karakteristične za vrstu ili sekvence pokreta.

**USLOVNI REFLEKS
JE ONAJ KOJI SE STIČE
UČENJEM IZ ISKUSTVA I
OSNOVA JE UČENJA**

a. Klasično
uslovljavanje

1. POZITIVAN

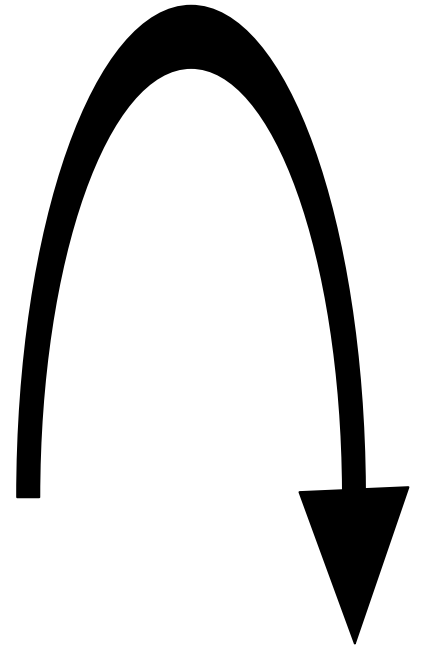
(EKSCITATORNI)

2. NEGATIVAN

(SPOLJNA I
UNUTRAŠNJA
INHIBICIJA)



b. Instrumentalno
uslovljavanje



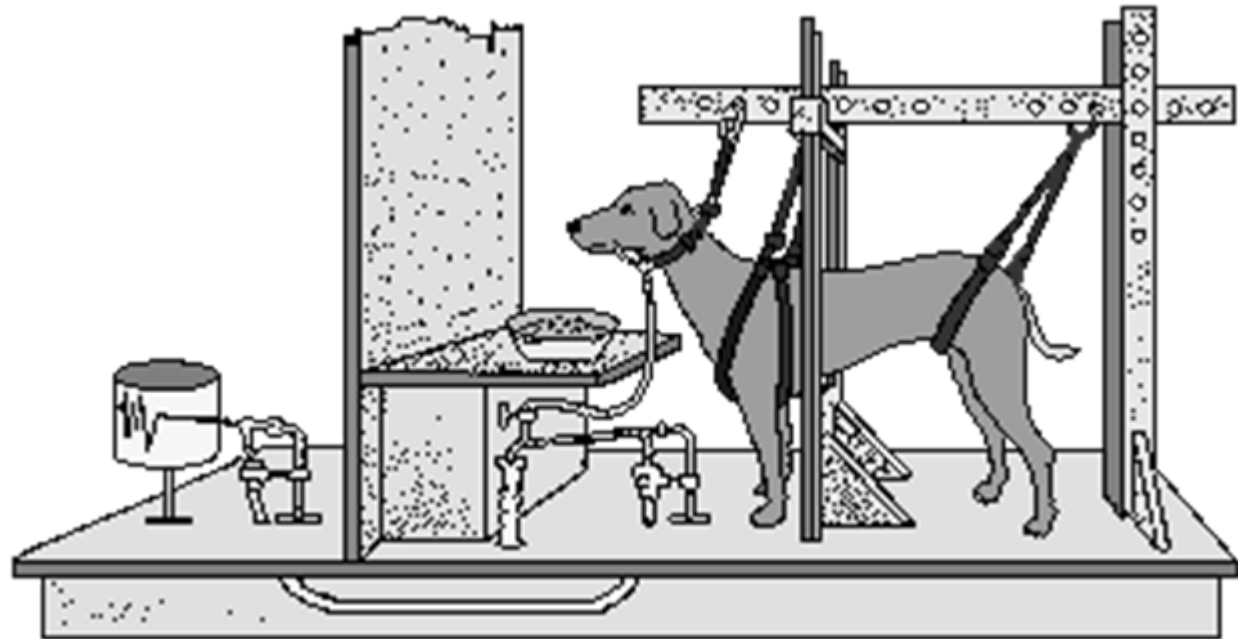
a. Klasično uslovljavanje

- Uključuje povezivanje (asocijaciju) između dve draži.
- Predstavlja učenje putem koga **uslovna** draž dobija svojstva **bezuslovne** draži.
- Draž koja ranije nije bila značajna uzrokuje automatski, za datu vrstu karakteristični odgovor.



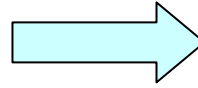
Ivan Pavlov
1849-1936
Nobelova
Nagrada
1904.

Pavlovjev eksperiment



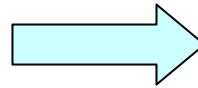
Kasično uslovljavanje uključuje **automatske**, za vrstu **karakteristične** odgovore.

Kasično uslovljavanje se zasniva na **povezivanju** dve draži.



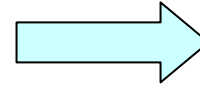
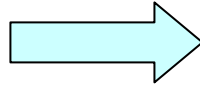
- Bezuslovna draž

- Bezuslovni odgovor



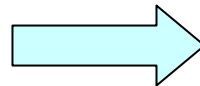
- Uslovna draž

- Odsustvo odgovora



Uparivanje uslovne i
bezuslovne draži

- Bezuslovni odgovor

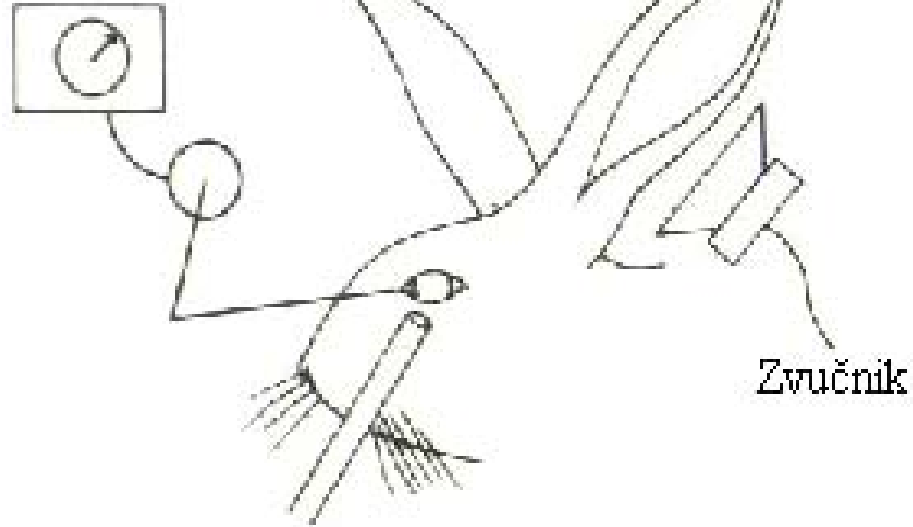


- Uslovna draž

- Bezuslovni odgovor

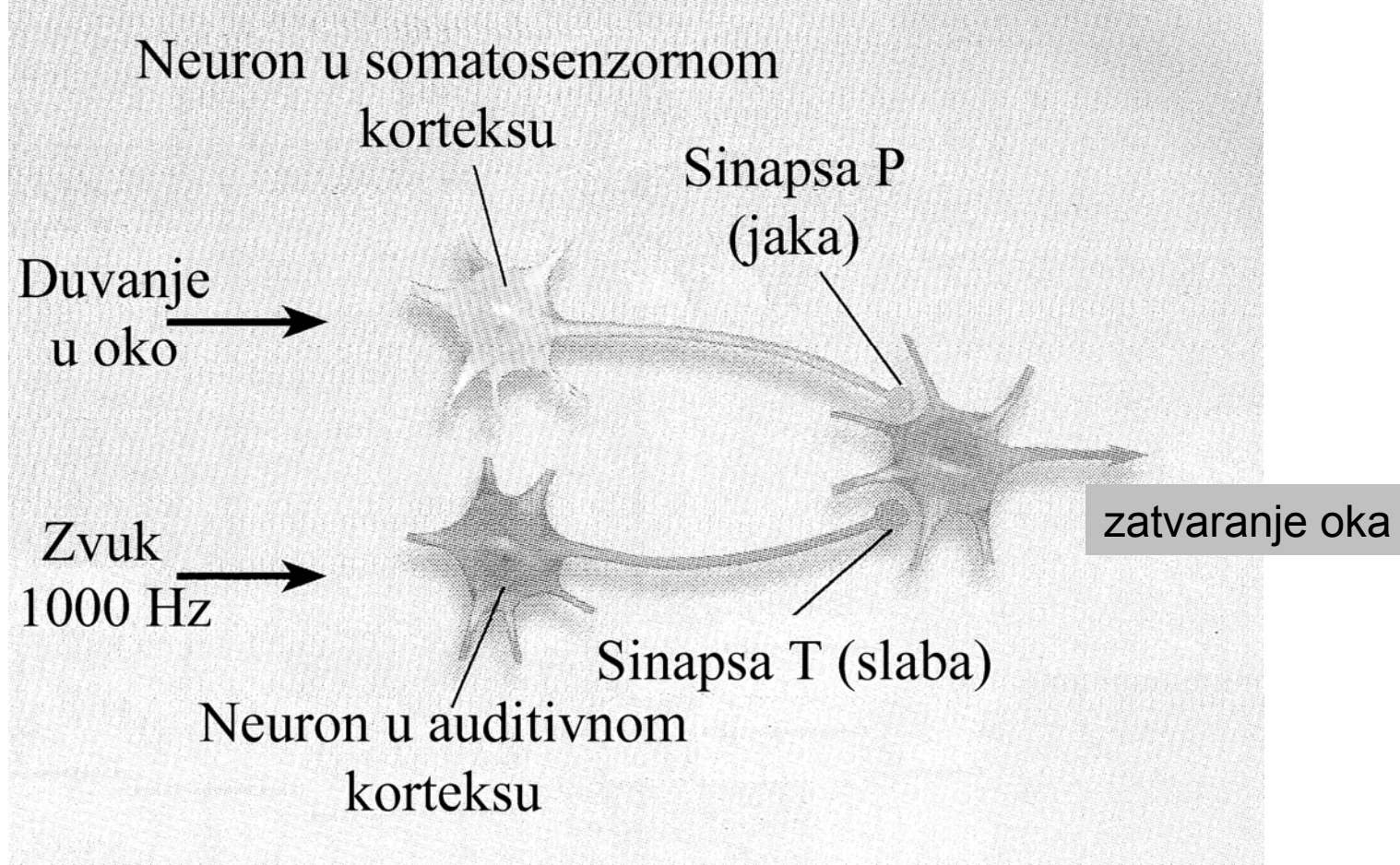
Primer br. 1.

Aparat za registrovanje
pokrete kapaka



Cevčica kroz koju se vazduh usmerava u oko

- Duvanje u oko zeca (bezuslovna draž), uzrokuje bezuslovni odgovor zatvaranje oka.
- Povezana sa zvučnim signalom koji je u ovom slučaju uslovna draž, posle nekoliko ponavljanja dovodi do toga da zec zatvara oko na zvučni signal.



- Hebbovo pravilo:
- ako je slaba sinapsa aktivna u vremenskom intervalu kad dolazi do pražnjenja postinaptičkog neurona (zatvaranje oka) razviće se strukturne i biohemijske promene koje će je ojačati.

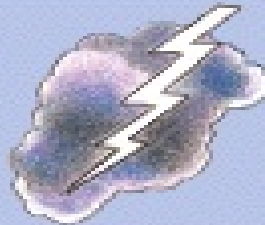
Klasično uslovljavanje

- Široka kategorija koja uključuje učenje stranog jezika, klavira...
- Dovodi do stvaranja veza između:
- **stimulusa i**
- **odgovora,**
- **Ili dva stimulusa**
- Najprostiji oblik učenja

Primer br. 2.

Two related events:

Stimulus 1:
Lightning



Stimulus 2:
Thunder



Result after repetition:

Stimulus:
We see
lightning



Response:
We wince
anticipating
thunder

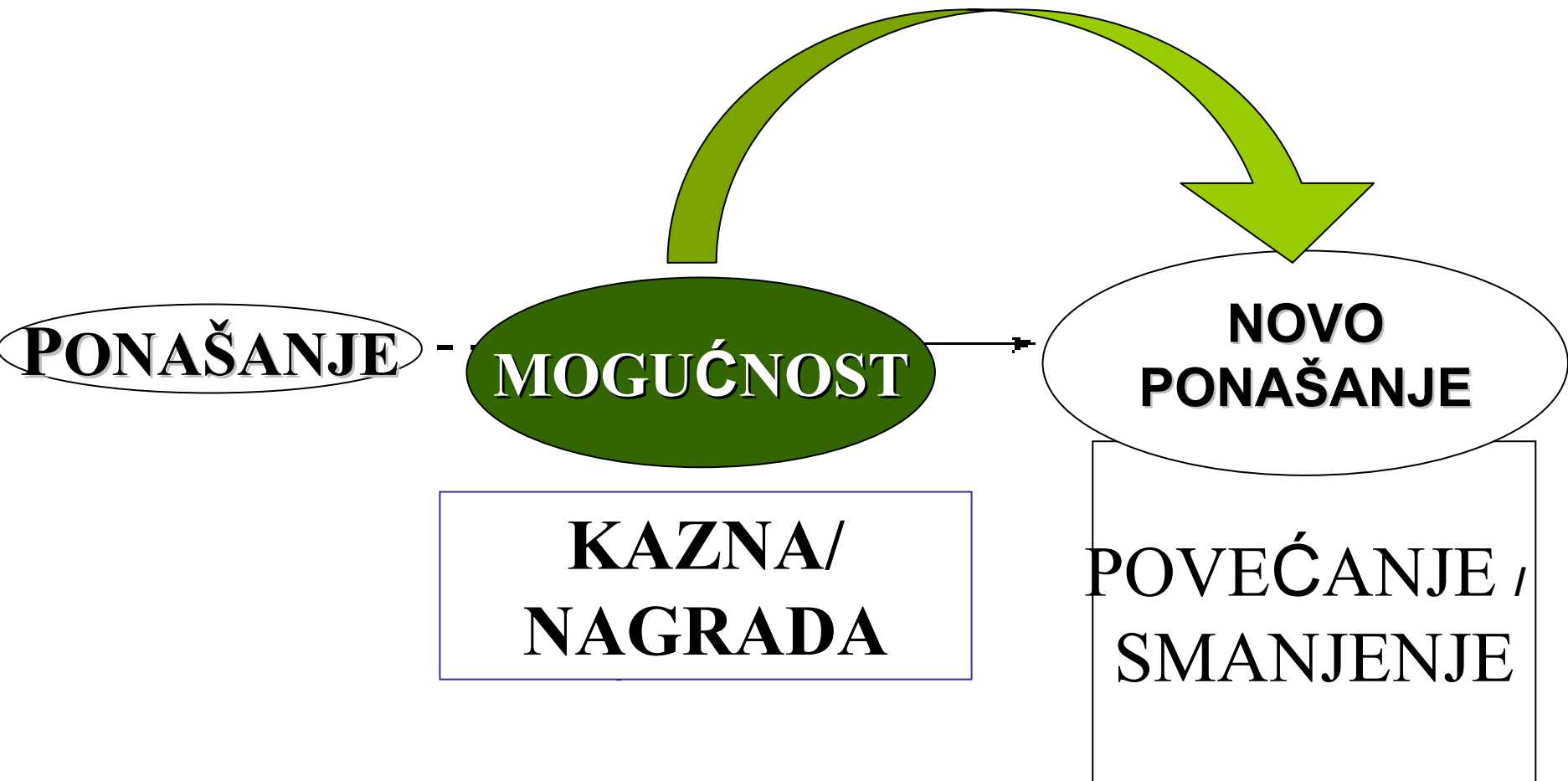


b. Instrumentalno uslovljavanje

- Instrumentalno uslovljavanje uključuje **oblik ponašanja** koji je prethodno morao biti **usvojen**.
- Instrumentalno uslovljavanje uključuje **povezivanje odgovora i draži**.

Operant Conditioning

Instrumentalno (Skinner BF)



Primer br. 1.



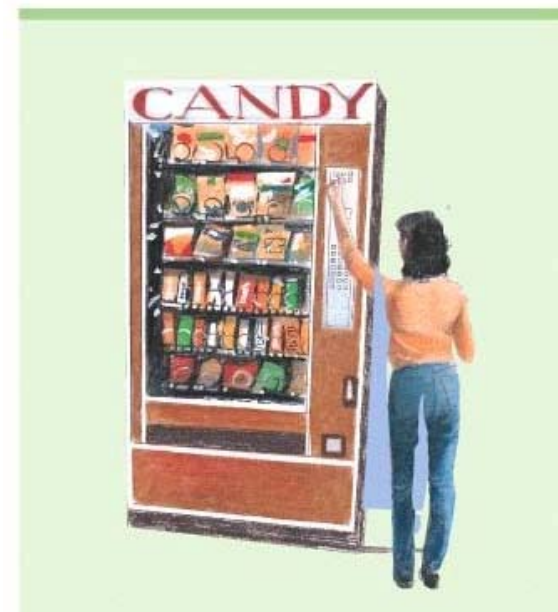
**NAUČENO
PONAŠANJE**



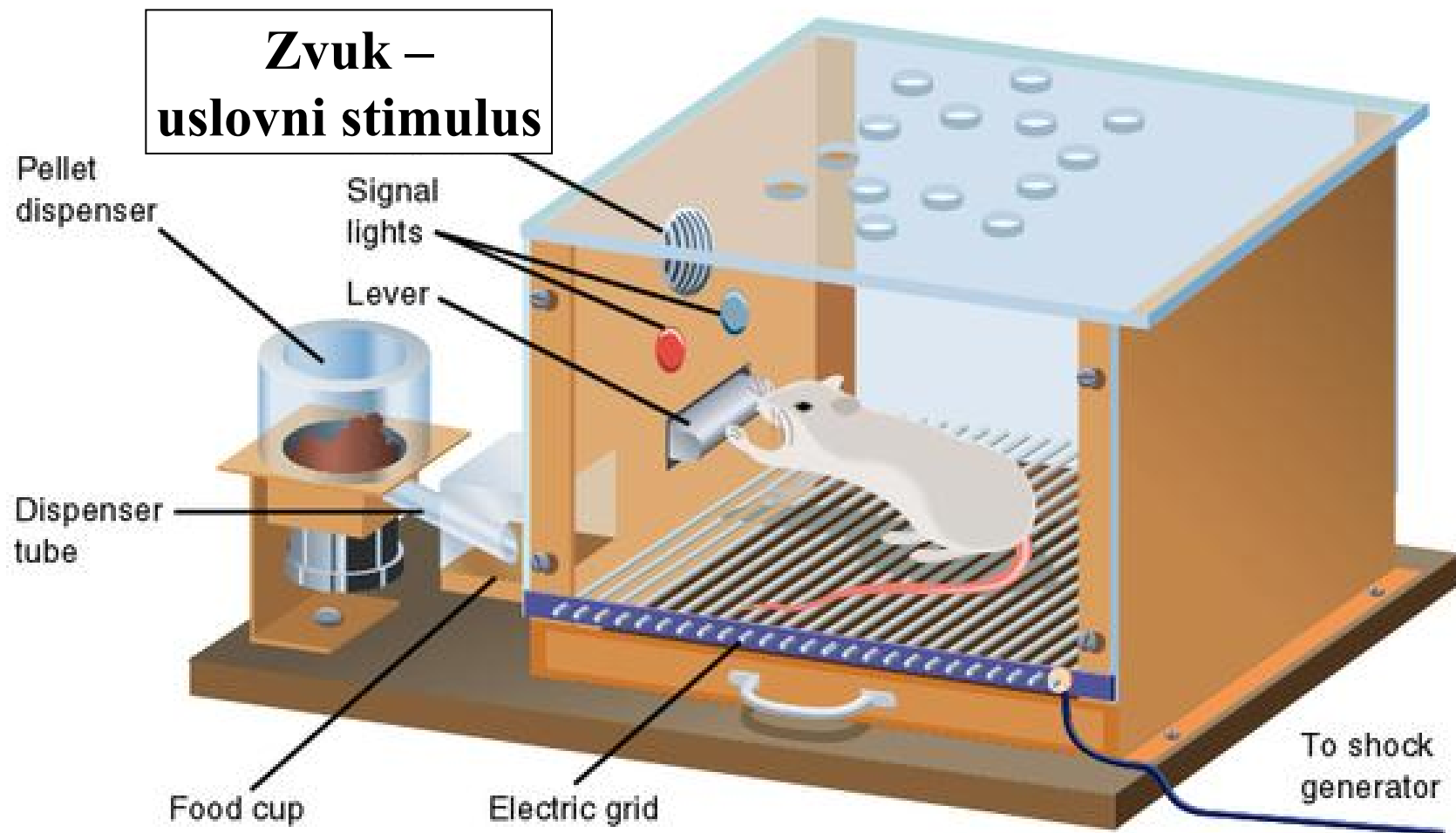
**POVOLJNI
ODGOVOR**



**POVEČAVA SE
VEROVATNOČA DA
SE PONOVI
NAUČENO
PONAŠANJE**



IZBEGAVANJE ELEKTRIČNOG ŠOKA, PRITISKOM NA POLUGU REFLEKS IZBEGAVANJA

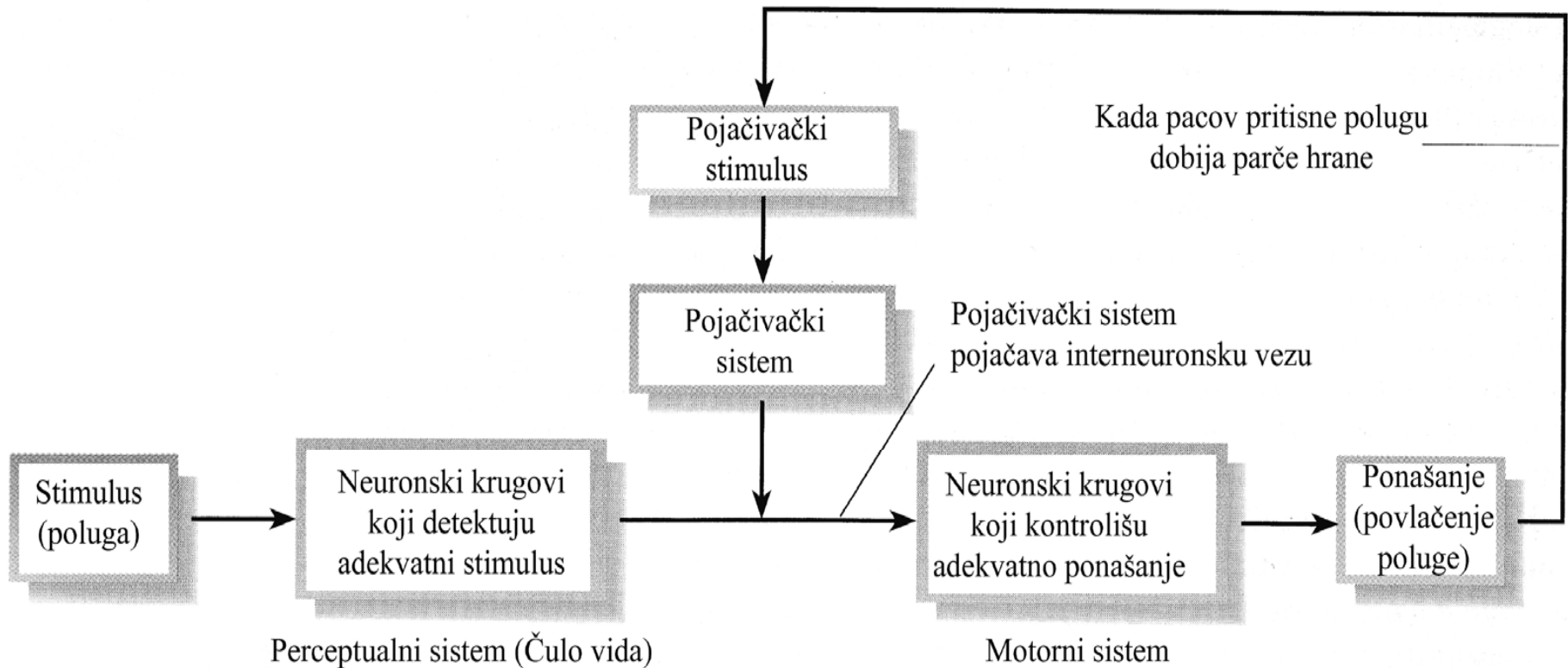


Negativno potkrepljenje



- **Istrumentalno uslovljavanje** je fleksibilniji tip učenja, organizm prilagođava svoje ponašanje u skladu sa posledicama.
- Kada je ponašanje praćeno "povoljnim posledicama", ponašanje se **češće** ponavlja i obrnuto.

- Pod **"povoljnim posledicama"** misli se na nagradu (pojačanje draži), a pod nepovoljnim "posledicama" na kaznu.



- Uslovljavanje je najlakše kod dece oko 4-5 g. uzrasta.
- ***operant + potkrepljivanje*** = ***ponavlja se dato ponašanje***
- ***operant – potkrepljivanje*** = ***ne ponavlja se dato ponašanje kazna, zakon efekta.***
- Ako nema zadovoljenja ili nagrade proces učenja će **postati vrlo spor ili će izostati**,
- učenje postaje uzaludno, besciljno.

Operant-Instrumentalno uslovljavanje

Dete se osmehuje

Otac ga uzima u naručje

Dete se češće smeje



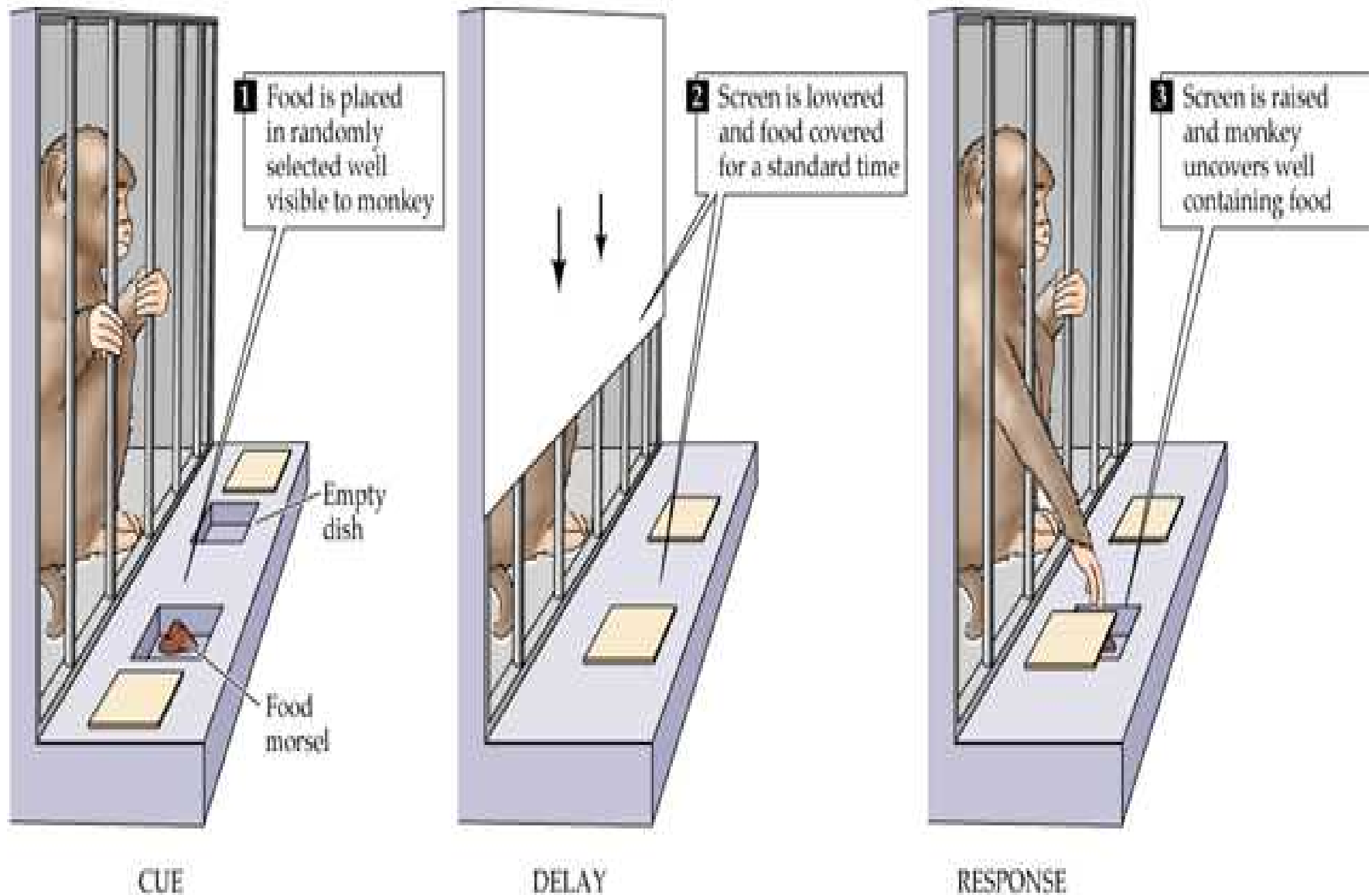
Slučajan odgovor

Podsticanje

Nameran odgovor

Učenje šta se sme a šta ne sme. Učenje pokušajem i greškom

Metoda učenja kod životinja je ***metoda slepih pokušaja i slučajnih uspeha***



MEMORIJA :

- ***Sposobnost mozga da zadrži informaciju u sećanje***

PAMĆENJE:

- ***Sposobnost da se prethodna iskustva pozovu na svestan ili nesvestan nivo, da se ponovo oživljavaju misli u svest i da se dozovu u sećanje***

- Promene u senzitivnosti sinaptičke transmisije između neurona, kao posledica nervne aktivnosti, čine fiziološku osnovu pamćenja.
- Stvaranje novih ili facilitacija puteva za prenos signala kroz neuronske krugove, predstavlja *engrame* pamćenja.

MEMORIJA:



**DEKLARATIVNA
EKSPLICITNA**

**PAMĆENJE SVESNIH
DOGAĐAJIA I ČINJENICA,
verbalno se izražava**



**NEDEKLARATIVNA
REFLEKSNA**

• **IMPLICITNA, PROCEDURALNA**

**KOJE SE PODRAZUMEVA, NAVIKA,
IZVRŠAVANJE ZADATAKA, VEŠTINE**

NEASOCIJATIVNO

a) habituacija b) senzitizacija

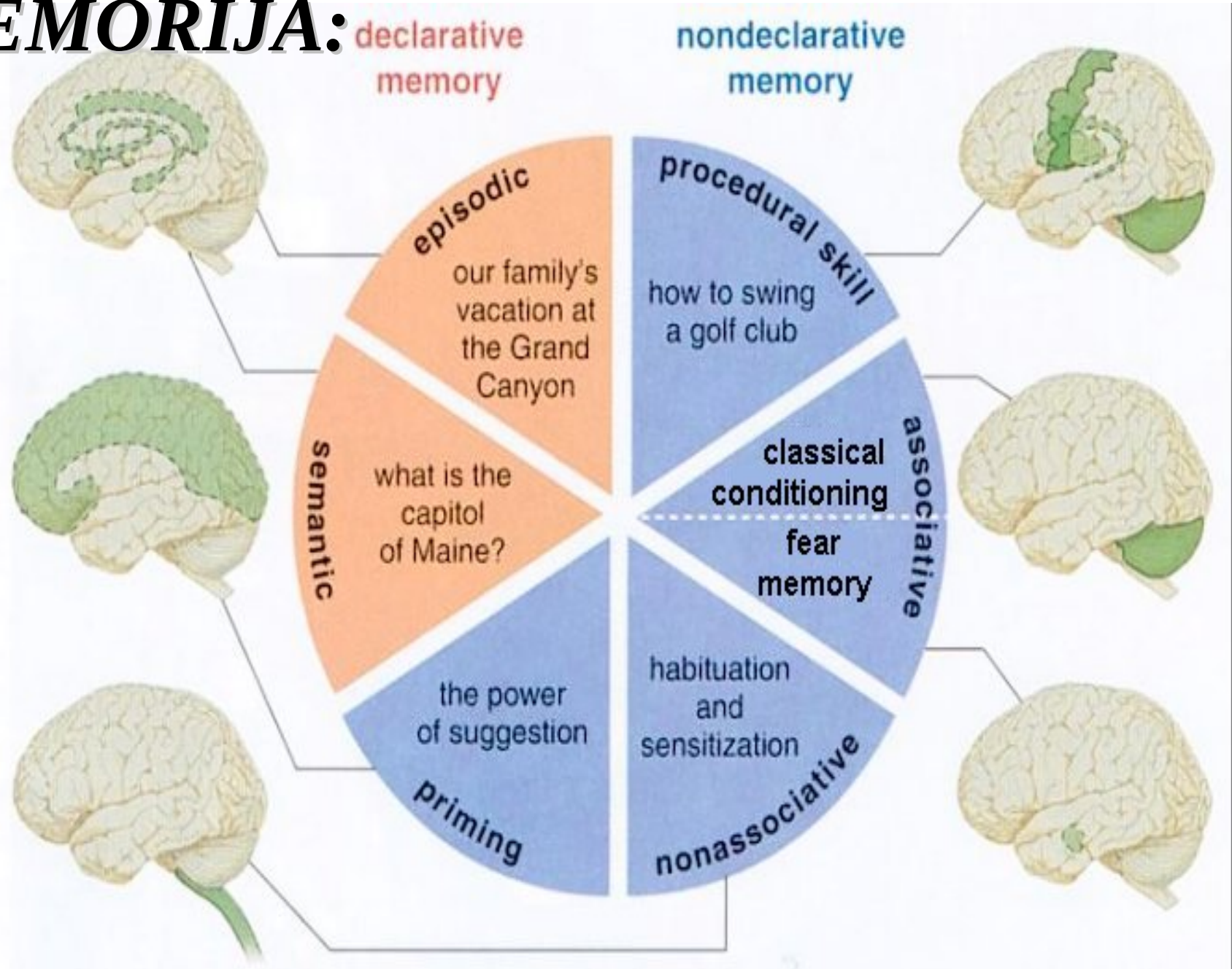
ASOCIJATIVNO

a) klasično b) instrumentalno

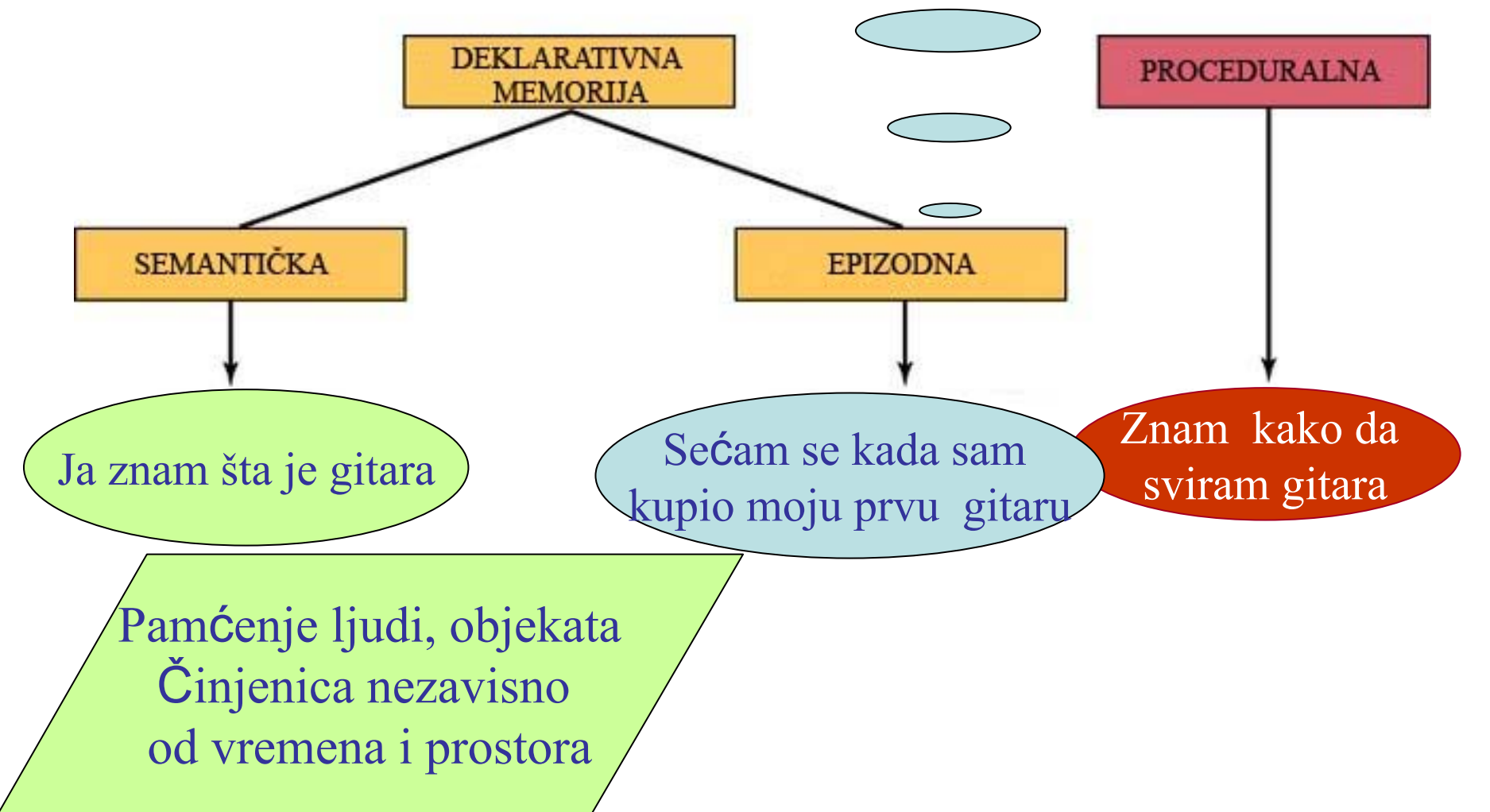
hipokampus

**temporalni lobus, diencefalon, amigdala,
cerebelum, BG, cerebralni korteks**

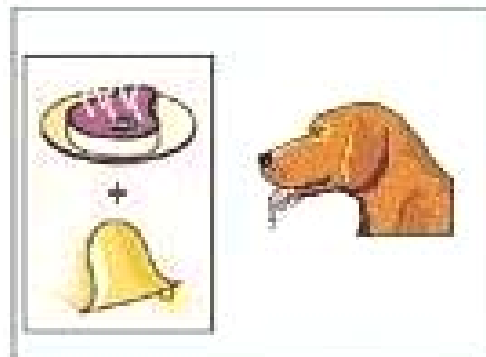
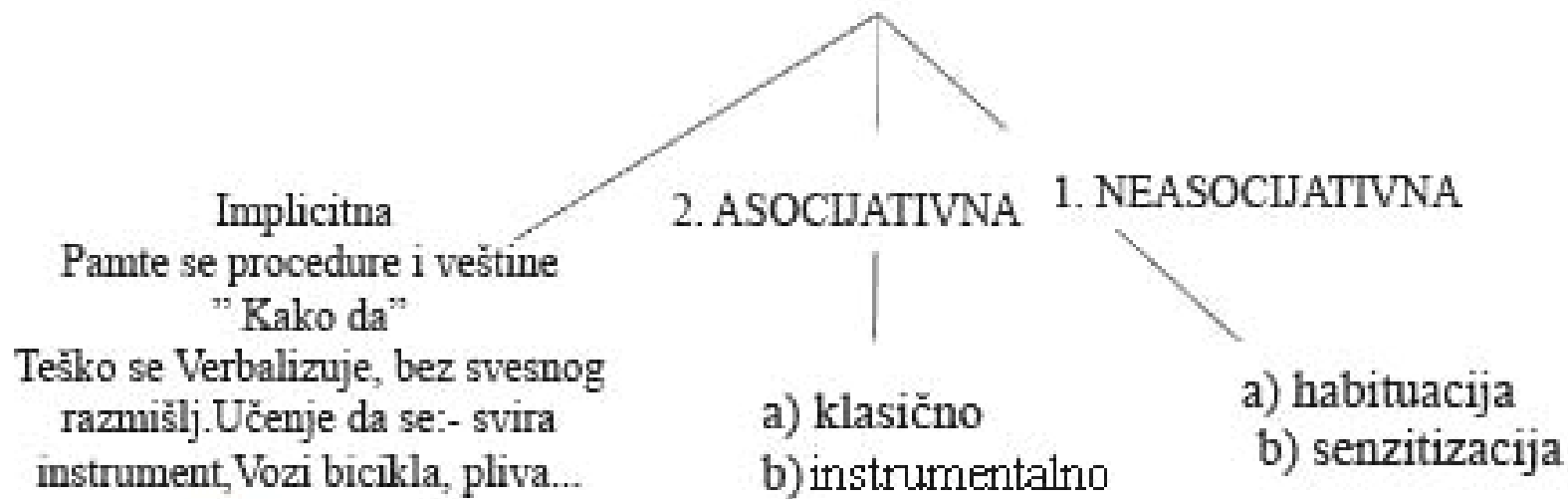
MEMORIJA:



AUTOBIOGRAFSKA — napisane priče
Događaji, vreme, emocije...
Mapa događaja,



NEDEKLARATIVNA MEMORIJA





**ISPITIVANJE ŠKRŽNOG REFLEKSA KOD
MORSKOG PUŽA – aplizija (Eric Kandel)**

Habituacija je

- Forma učenja, da se ignorišu bezopasni stimuli...
 - **Primer:** *Otkucavanje novog sata smeta pri uspavljivanju...
Posle nekoliko noći se više ne zapaža, kao i alarm za buđenje...*
- **Primitivna** forma učenja
- **Opadanje** odgovora i ponašanja pri ponovljivoj stimulaciji.
- Čovek **ignoriše** stimulus koji nema značenja.
- **Ignorisanje** nevažnih informacija,
- Habituacija ili **zaboravljanje** je mehanizam koji štiti mozak od opterećenja

Senzitizacija je

- Složena forma ***neasocijativnog učenja***,
- ***porast*** odgovora na ponovljivi stimulus ako je prethodno bio primenjen ***nocioceptivni stimulus***.
- Povećava ***spremnost*** organizma da reaguje

Mehanizam senzitivacije

Fascilitiran interneuron

Ekscitatorni interneuron

Mišić koji povlači škrgu

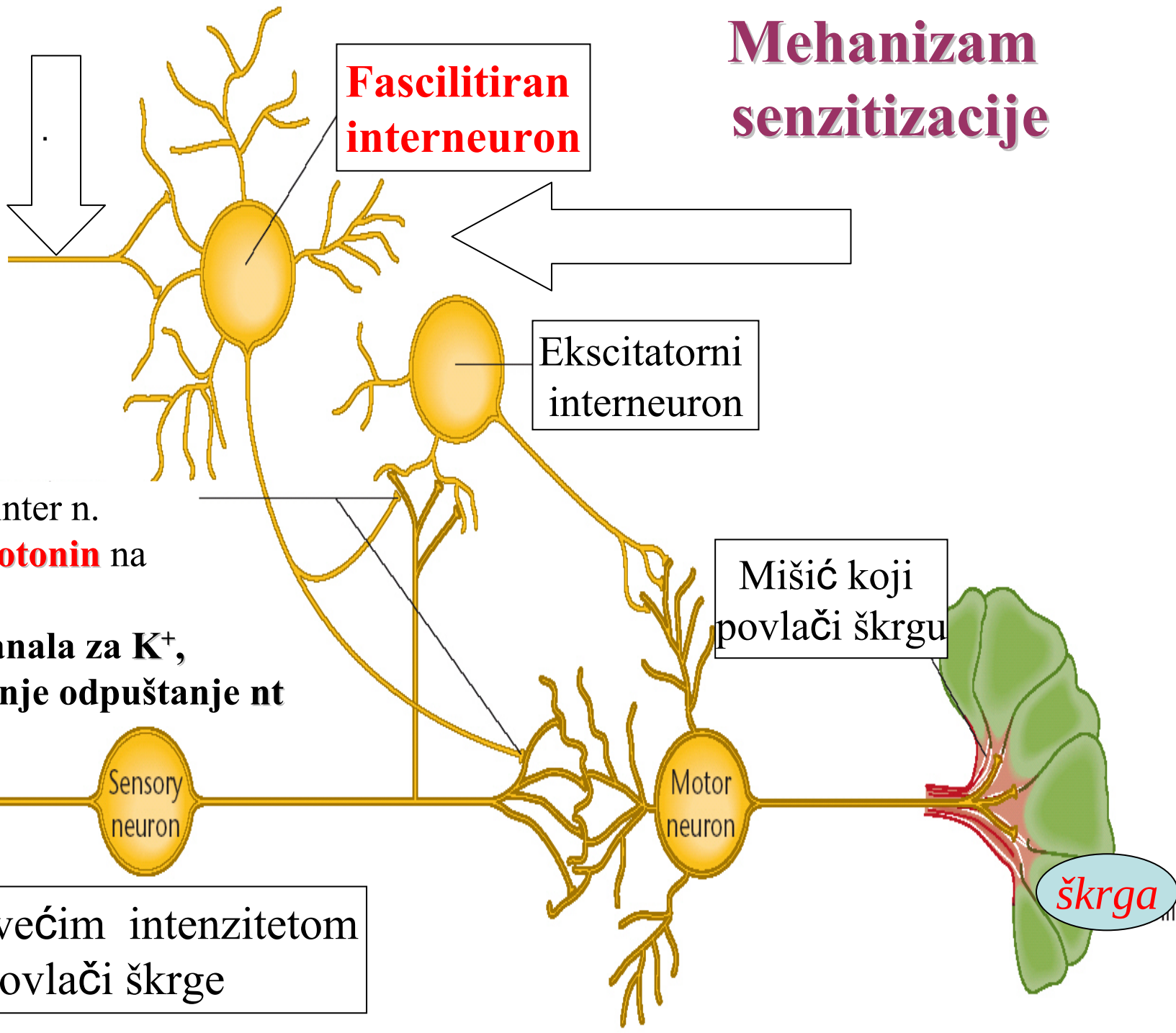
škrge

Sa kožnog receptora
Dolazi jak stimulus

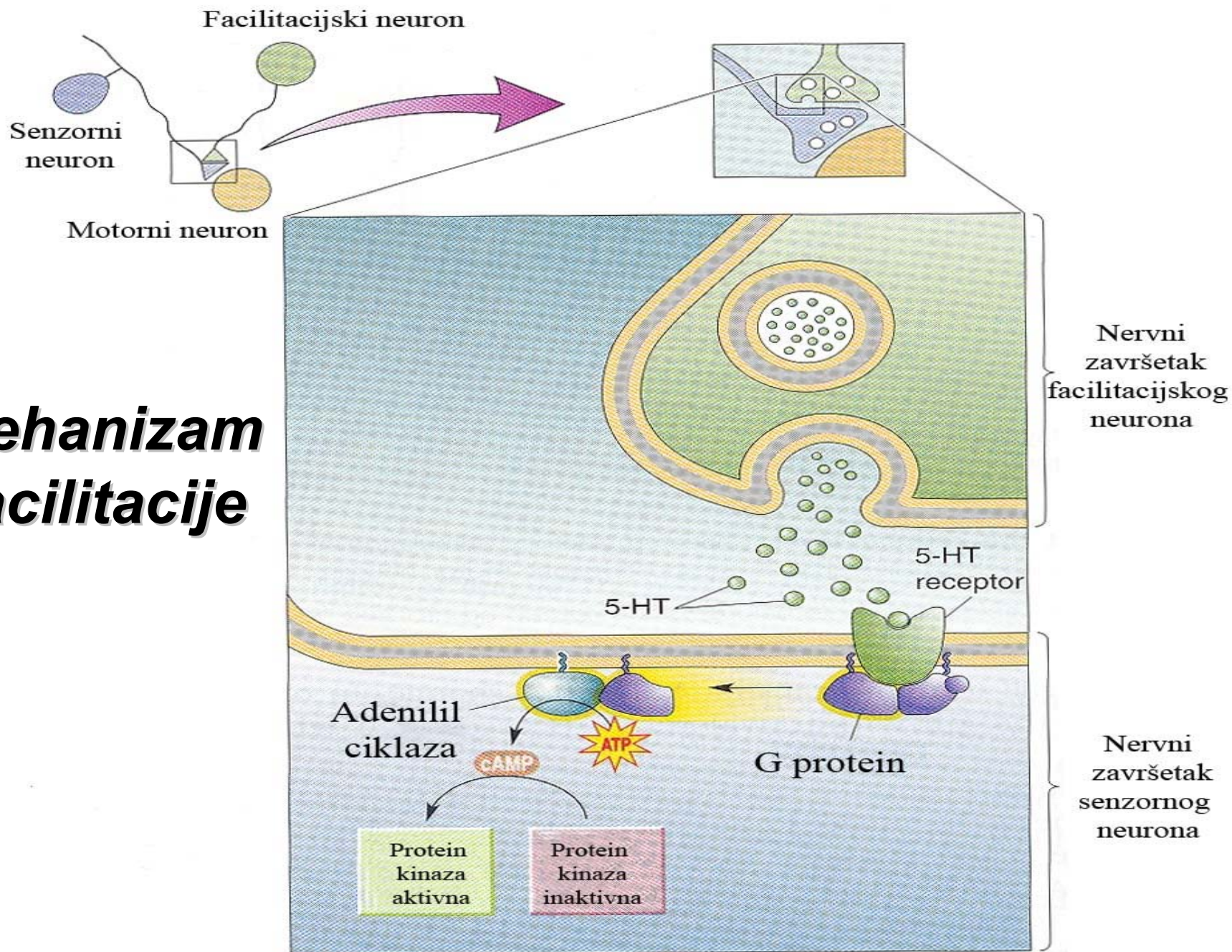
Fascilitiran inter n.
Odpušta **serotonin** na presinapt. n.

- blokada kanala za K^+ ,
- prolongiranje odpuštanje nt

Aplizija većim intenzitetom
povlači škrge

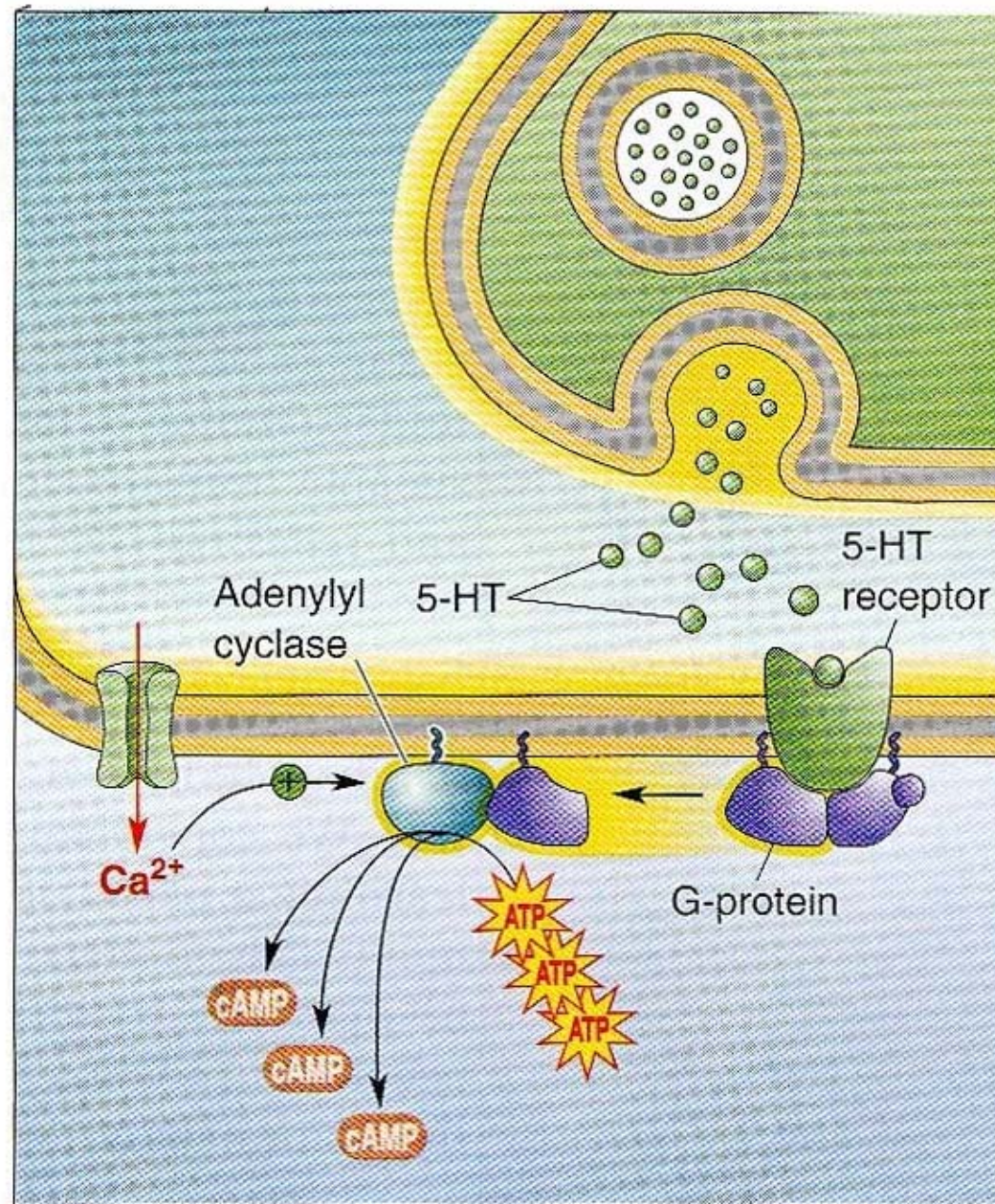


Mehanizam facilitacije



Nervni
završetak
facilitacijskog
neurona

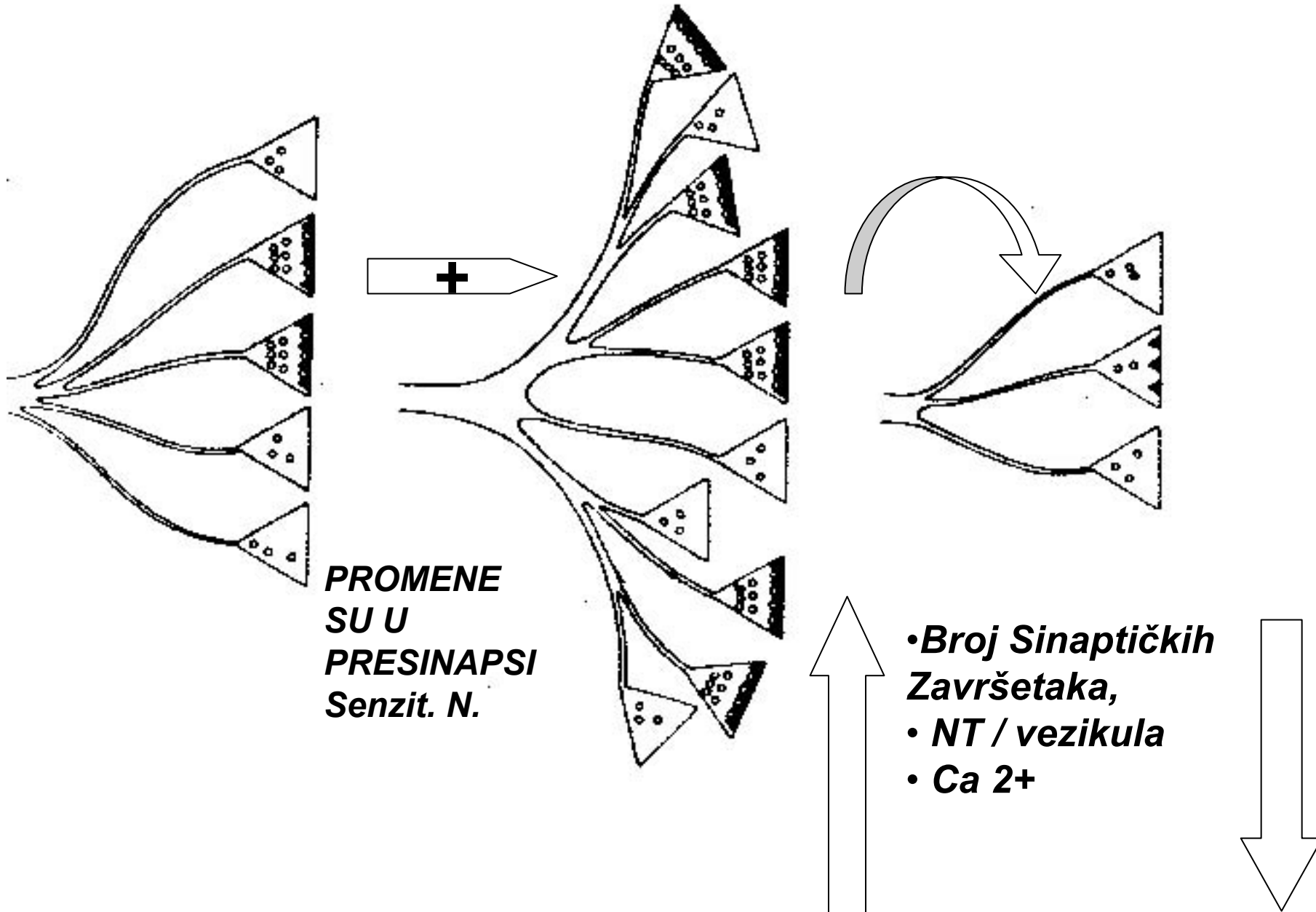
Nervni
završetak
senzornog
neurona



Kontorola

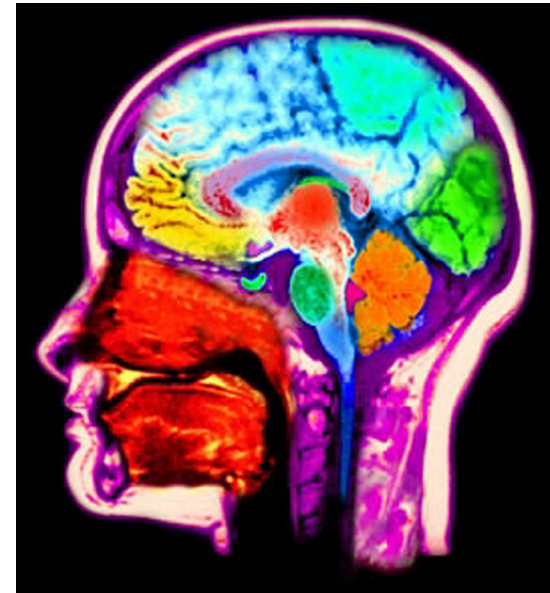
Dugotrajna senzitivizacija

Dugotrajna habituacija

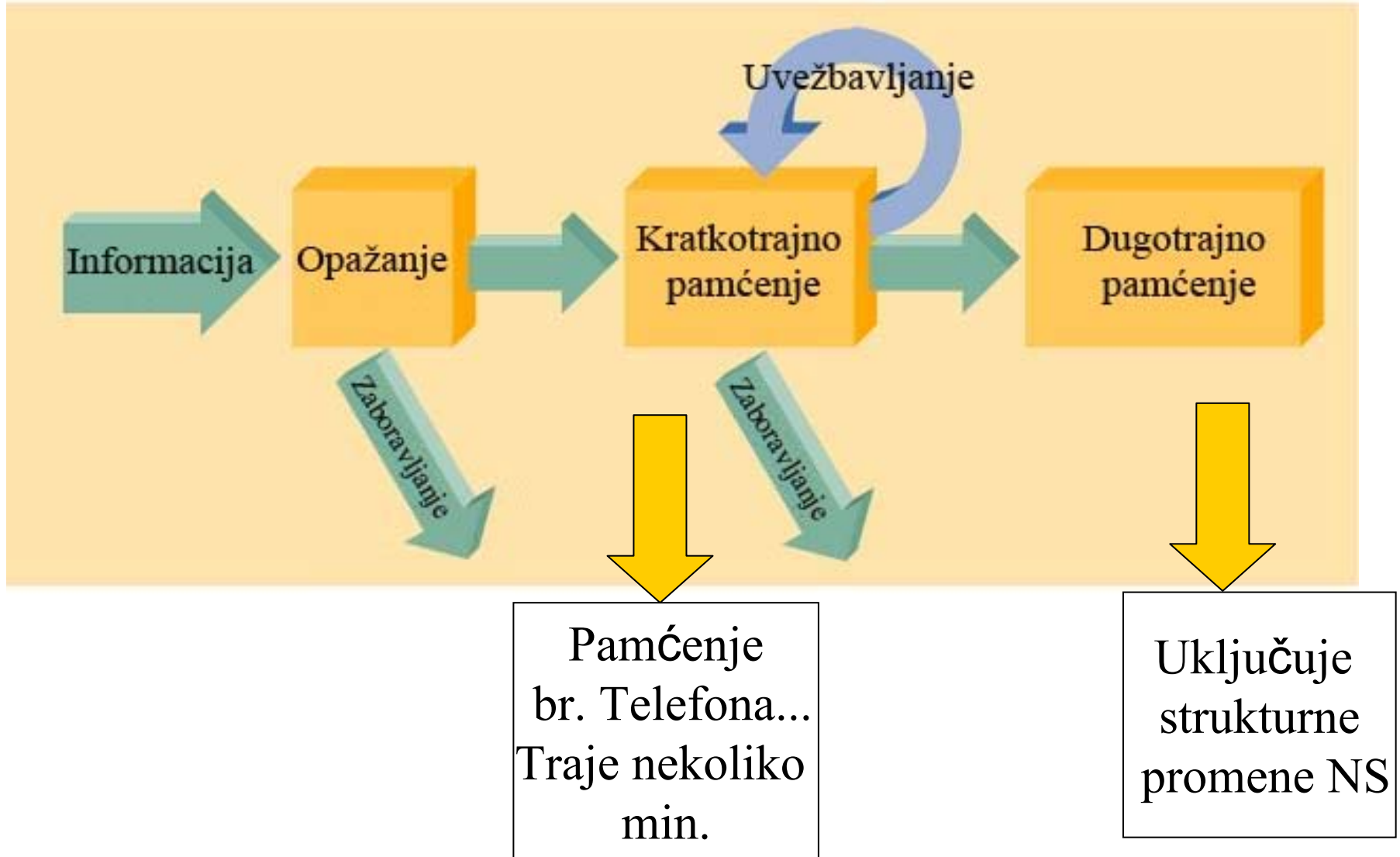


Klasifikacija pamćenja

1. Kratkotrajno pamćenje
2. Srednje dugotrajno pamćenje
3. Dugotrajno pamćenje



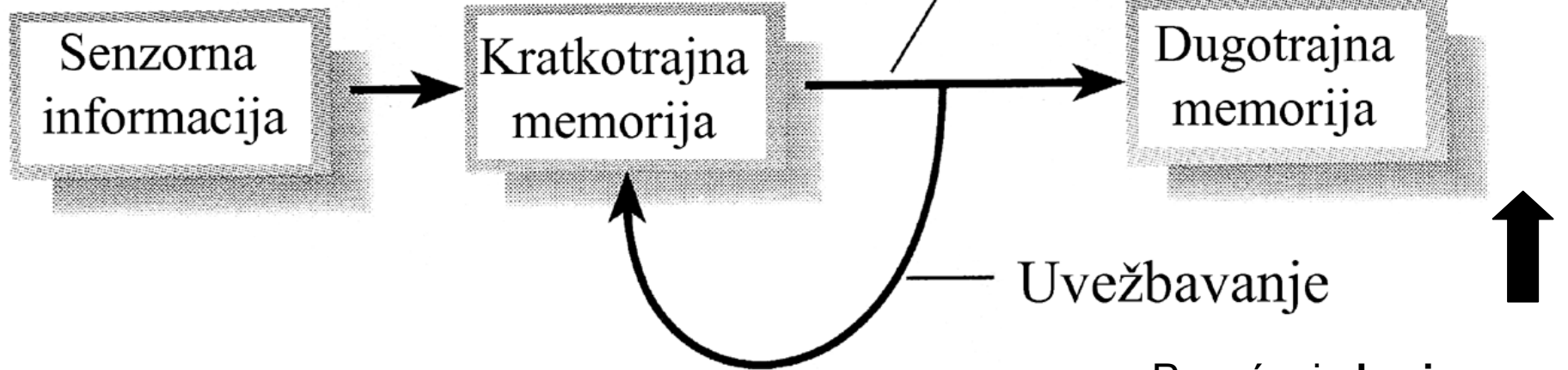
Pamćenje može biti:



Kontinuirana nervna aktivnost reverberacijskih krugova.

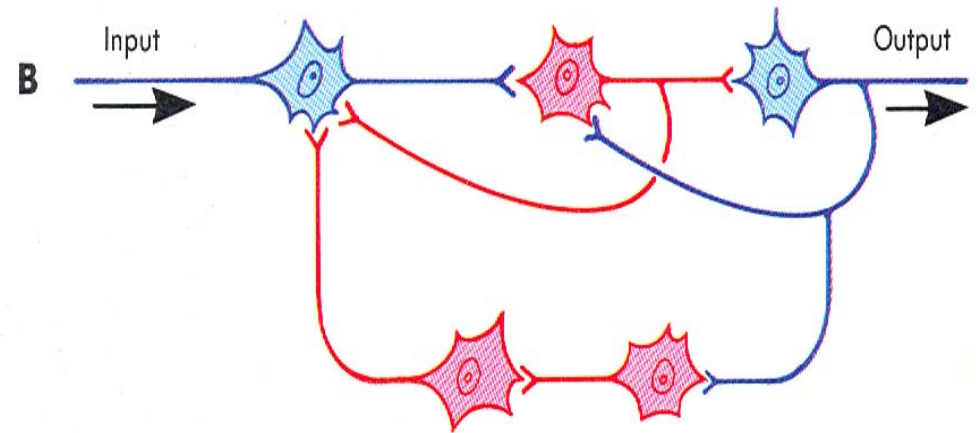
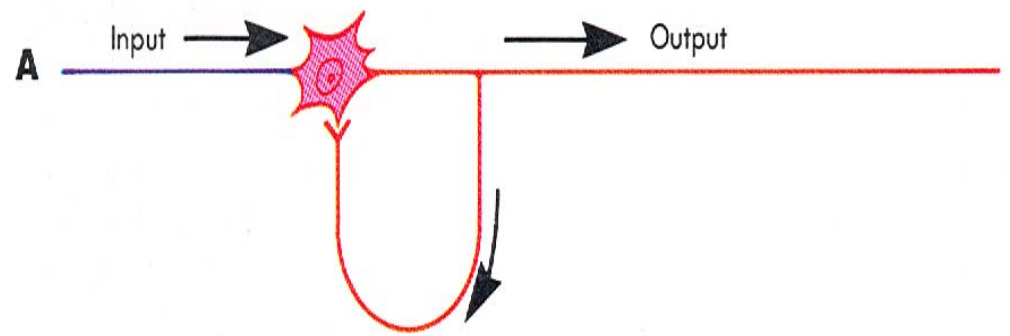
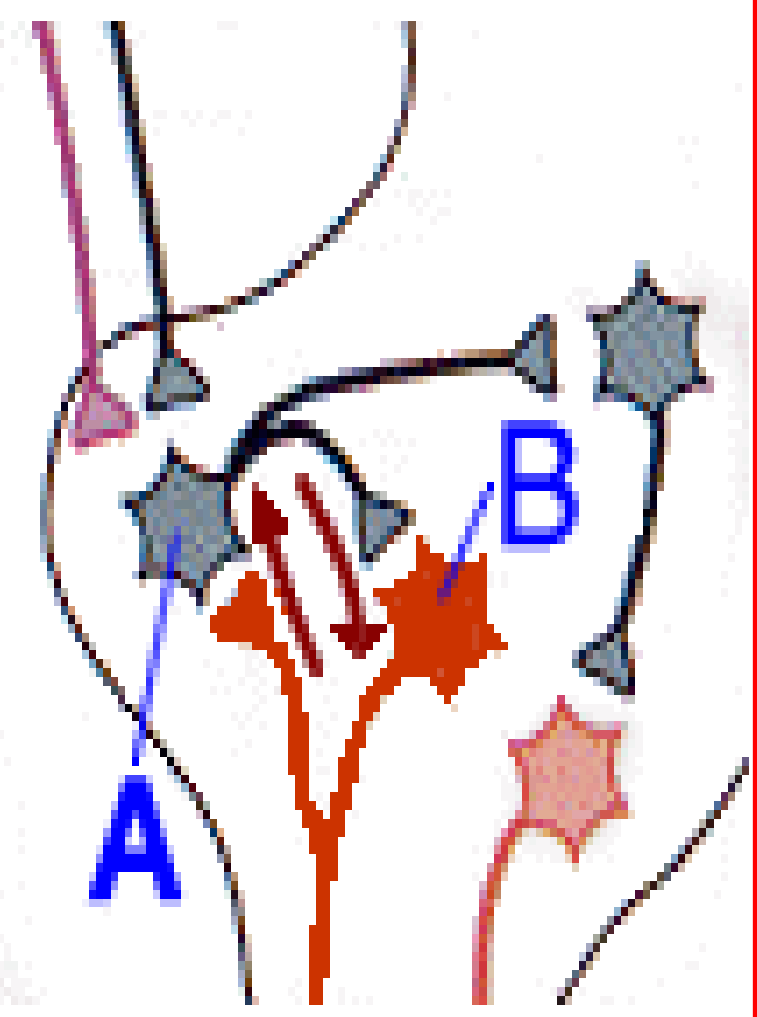
**Presinaptička
facilitacija** ili
inhibicija.
Sinaptička
potencijacija.

Nastaje kao posledica **strukturalnih** promena unutar centralnog nervnog sistema.



POSTETANIČKA FACILITACIJA:
tetanizirajući stimulus dovodi do povećanja akumulacije Ca^{++} u presinaptičkom neuronu. Povećanje postsinaptičkog potencijala.

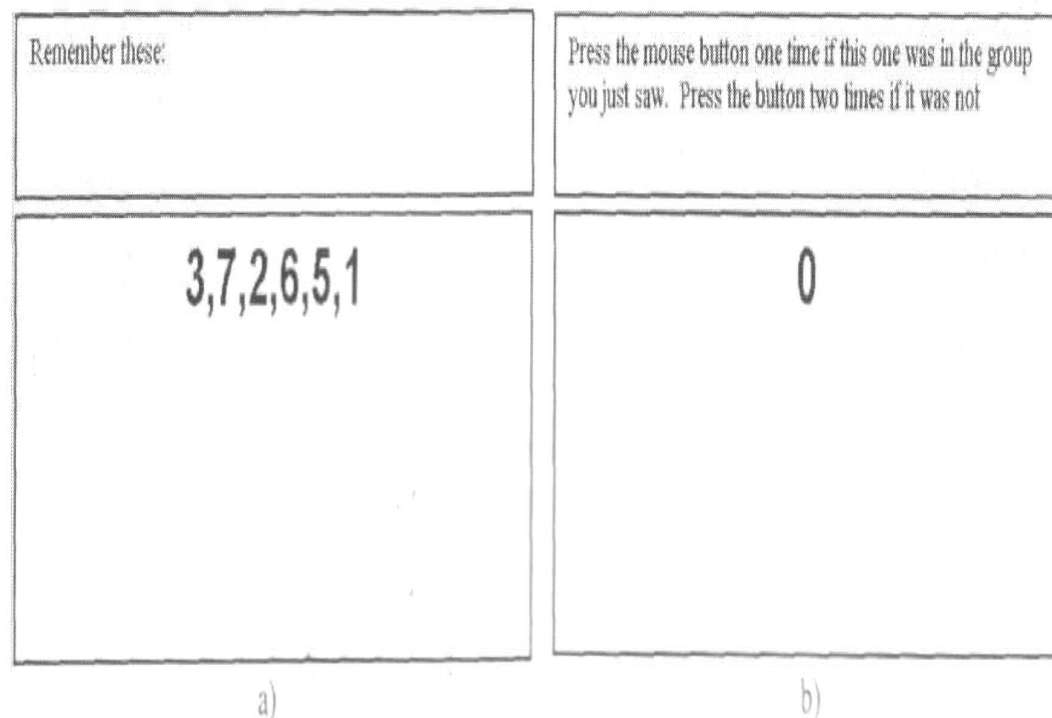
Povećanje **broja mesta** za osobađanje transmitterskih sekretornih vezikula. Povećanje **broja** transmitterskih vezikula



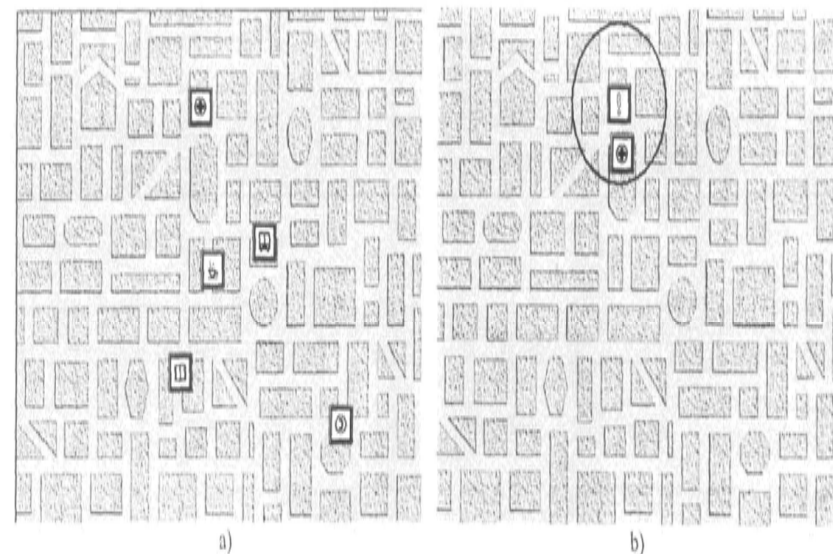
REVERBERACIJA - delimični engram, novi putevi se nazivaju tragovi

Kratkotrajno pamćenje

- Traje od nekoliko sekundi do nekoliko minuta.



Slika XI-10. Ekran sa setom stimulusa (a) i target stimulus na koji ispitanik daje odgovor (b)



Slika XI-13. a - Plan grada sa zadatim objektima; b - odgovor na pitanje gde je bila bolnica, sa njenim tačnim položajem i prihvatljivom greškom

Konsolidacija pamćenja

- Aktivno ponavljanje kratkotrajnog pamćenja započinje hemijske, fizičke i anatomske promene u sinapsama koje su odgovorne za dugotrajni tip pamćenja.
 - Repetitio est mater studiorum
 - Šifrovanje novog pamćenja

Clark's nutcracker

Zimi pronalazi semenke
koje je sakrio tokom jeseni
Dobra prostorna memorija
Veliki hipokampus



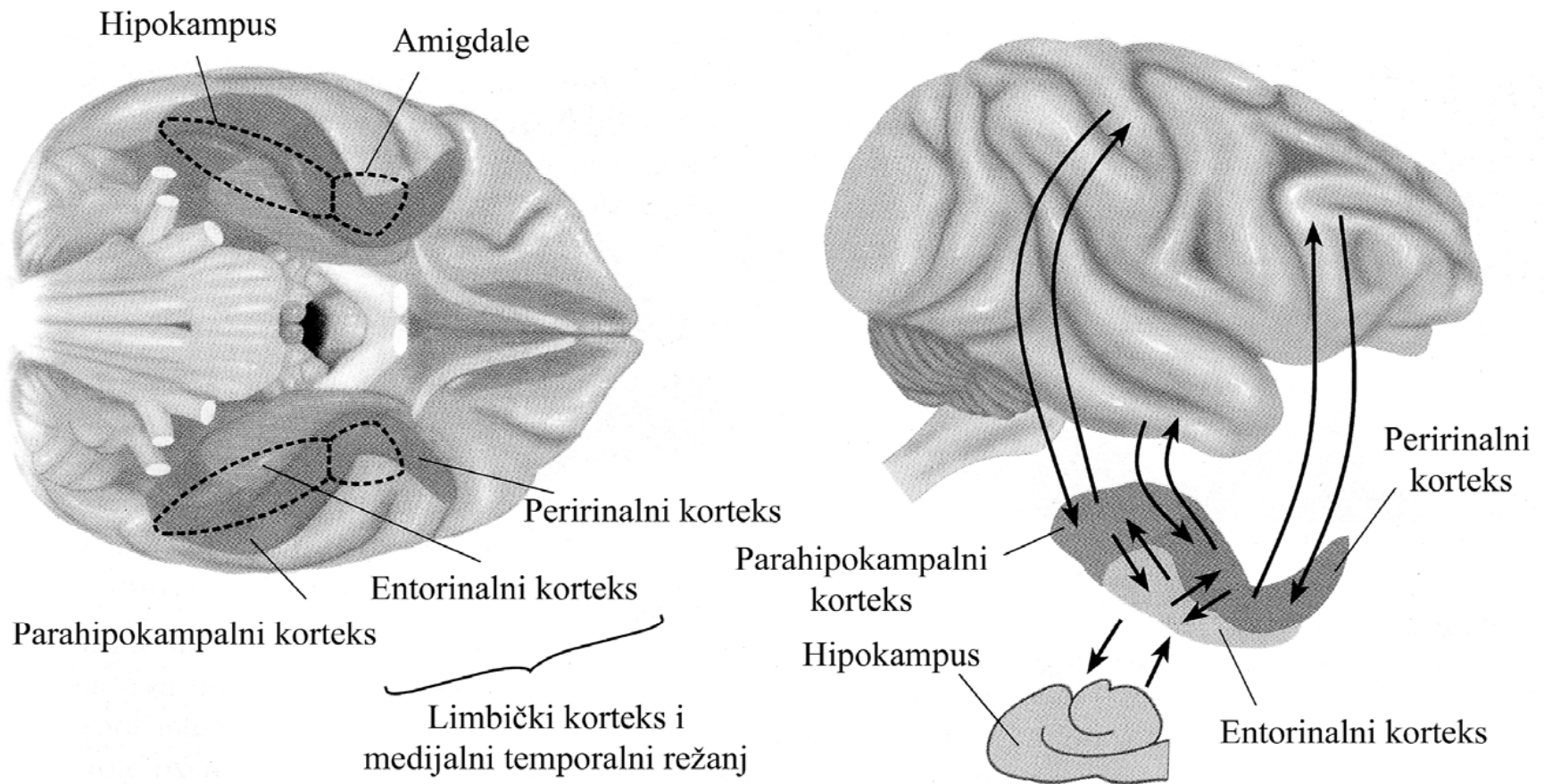
Florida Scrub Jay

Slab je u pronalaženju
skrivenih semenki
Loša prostorna memorija
Mali hipokampus

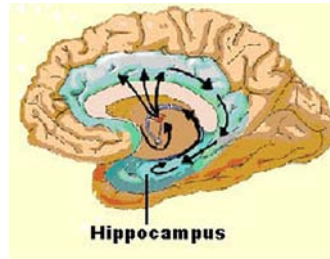
Hipokampus

- **EMOCIONALAN MOZAK** : Centri za nagradu i kaznu se nalaze **u hipokampusu** što obezbeđuje raspoloženje, motivaciju ...
- **FINALNA STANICA ZA DEKLARATIVNU memoriju**
- **ENKODIRANJE**: zapisivanje kratkotrajne memorije (dete trenutka) i pretvaranje u dugotrajnu memoriju (LTP) (neokorteks, PREFRONTALNI KORTEKS)
- Uključen u kompleksne procese **vremensko-prostornih** obrazaca,
- **kritičnu odluku** i procenu donosi o važnosti aferentnih informacija, onda stvara *engrame*, biti upamćena.

- Hipokampus je jedan od najznačajnijih eferentnih puteva iz regiona “nagrade” i “kazne” unutar limbičkog sistema.



- Anterogradna amnezija kao posledica hipokampalnih lezija.



Retrogradna amnezija

Nemogućnost prisećanja

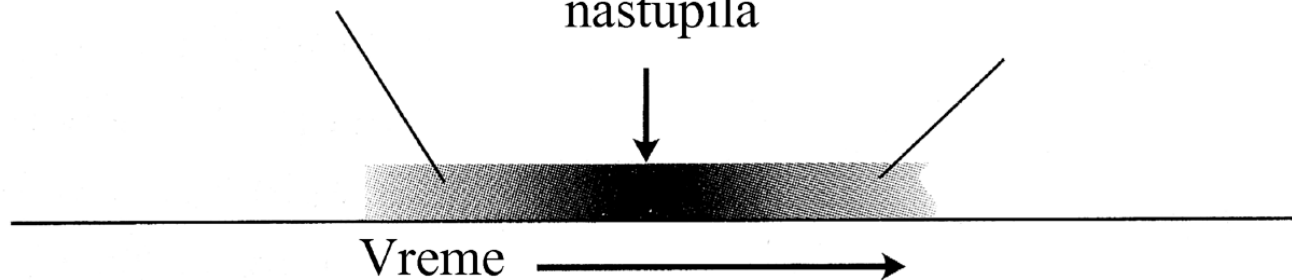
na događaje koji su se
odigrali pre povrede

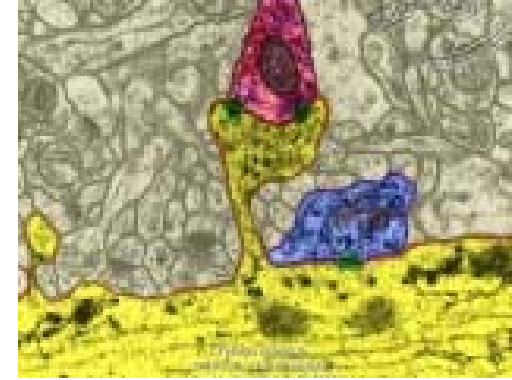
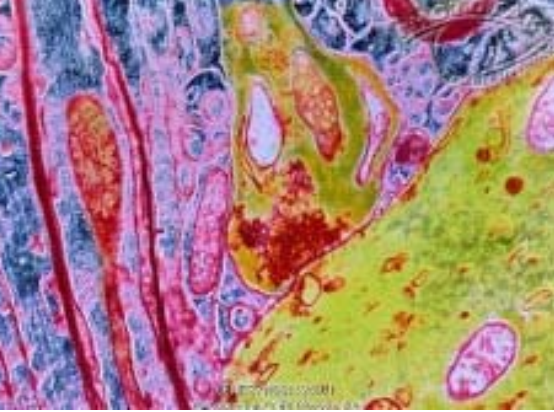
Trenutak kad je
povreda mozga
nastupila

Anterogradna amnezija

Nemogućnost prisećanja

na događaje koji su se
odigrali posle povrede



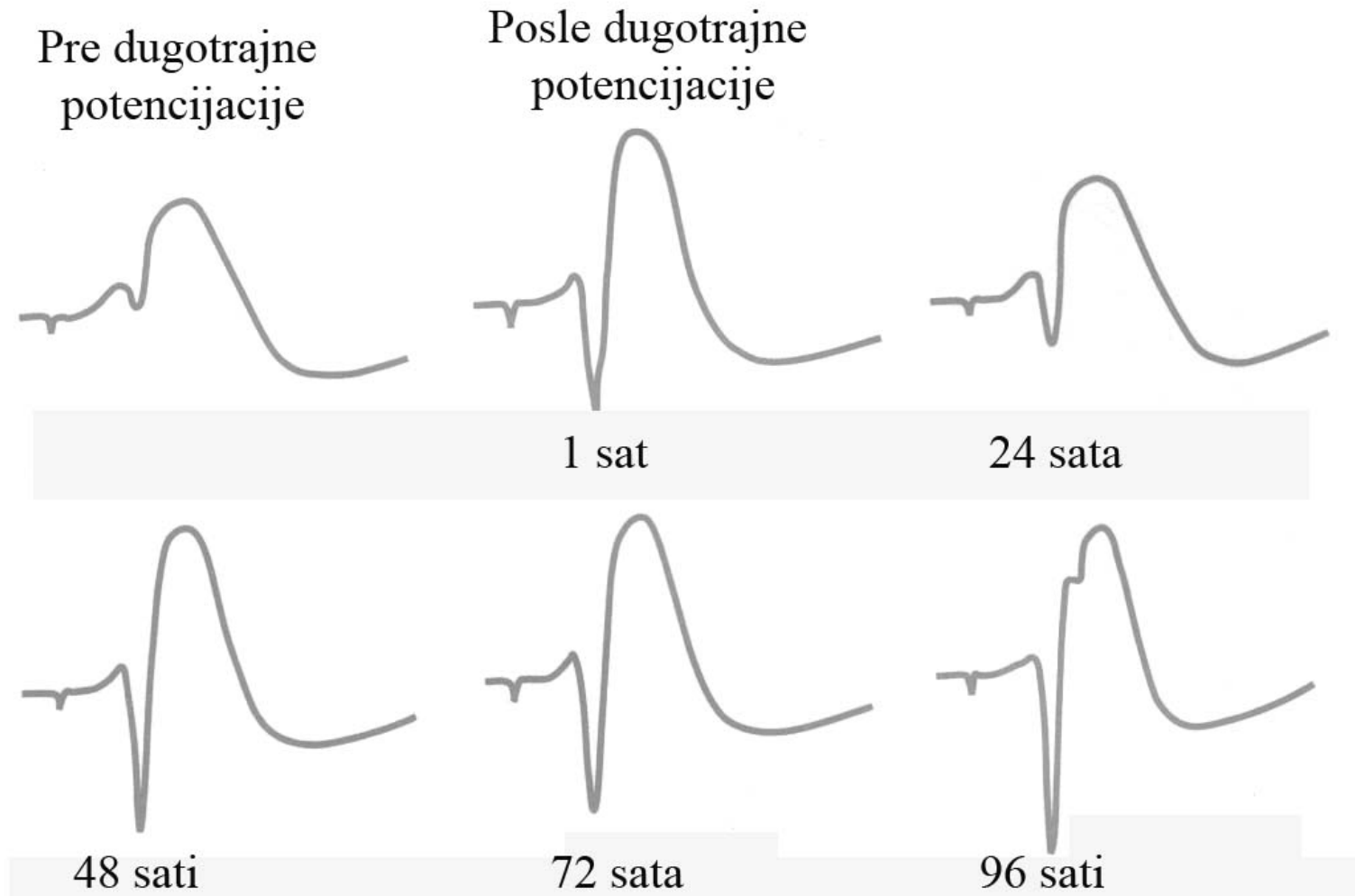
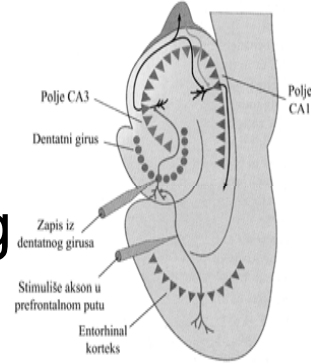


- Učenje izaziva specifične promene ***plastičnost.***
- Plastičnost to je adaptibilnost, fleksibilnost, modifikacija.
- *PROMENLJIVOST SINAPSI SE DOGAĐA TOKOM ŽIVOTA, ONE SE MENJAJU KROZ ŽIVOT*
- *MUZIKA, STRANI JEZIK, SLIKE DELUJU NA PROMENLJIVOST SINAPSI (BEBE)*

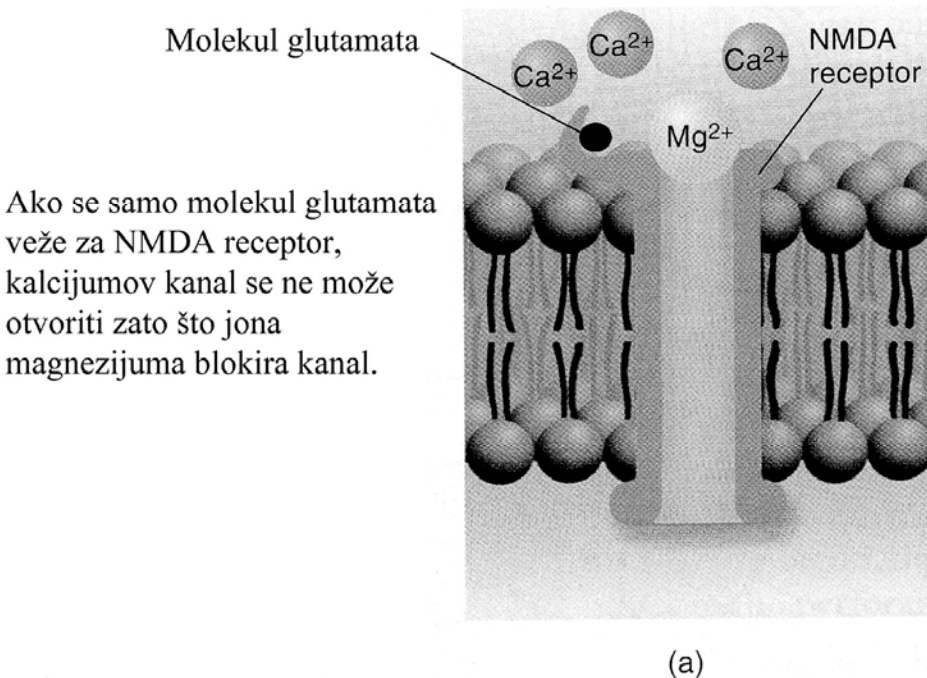
DUGOTRAJNA POTENCIJACIJA

**Je sinaptički
mehanizam
učenja i pamćenja**

Još 1966. godine otkriveno je da intenzivna električna Stimulacija aksona iz entorinalnog korteksa, uzrokuje dugotrajni porast u veličini ekscitatornog postsinaptičkog potencijala u postsinaptičkom neuronu.

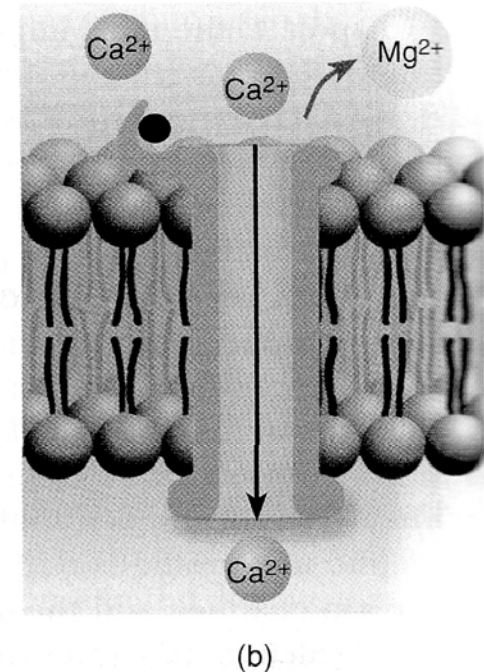


- Ca^{2+} ulazi u ćeliju kroz NMDA kanale samo kada je prisutan glutamat i kada je postsinaptička membrana depolarizovana (ligand i voltažno zavisni kanali).



Depolarizacija membrane izbacuje magnezijumov jon i deblokira kanal. Sada glutamat može da otvori kanal i da omogući ulaz jona kalcijuma.

Depolarizacija →

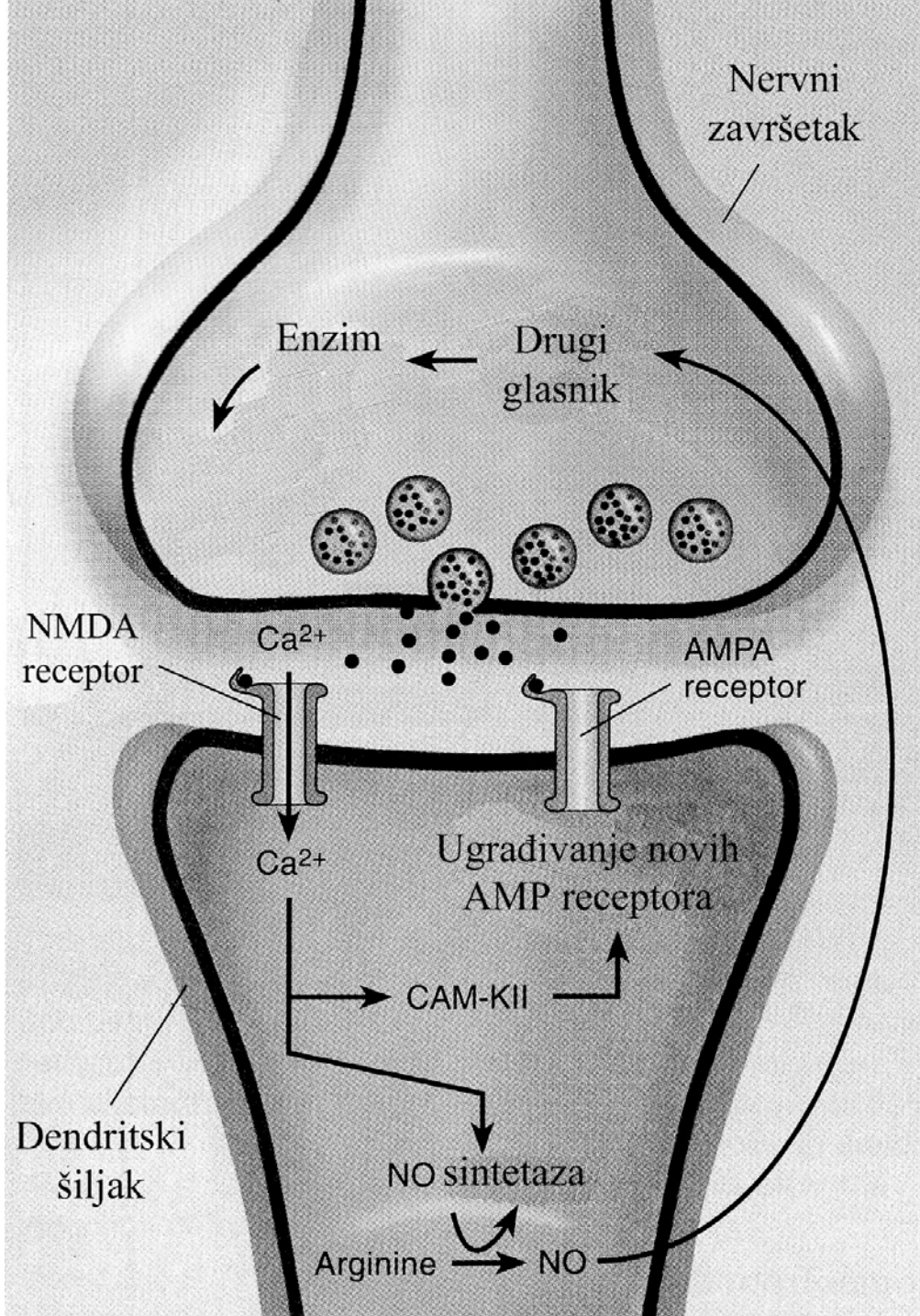


RETROGRADNI GLASNICI

- Azot monoksid
- Ugljen monoksid
- Arahidonska kiselina

•

- NO može igrati ulogu ***retrogradnog mesindžera***.
- Proizveden u dendritima, na presinaptičkoj membrani, uzrokuje promene koje dovode do dugotrajne potencijacije.



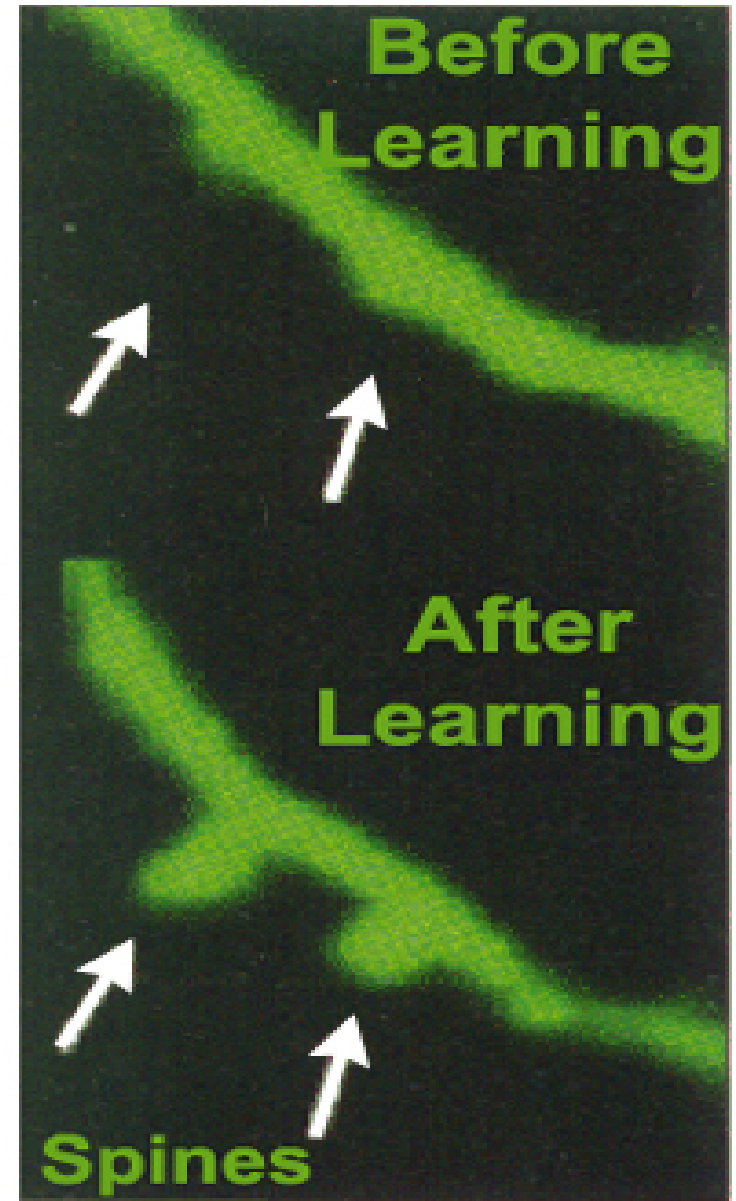
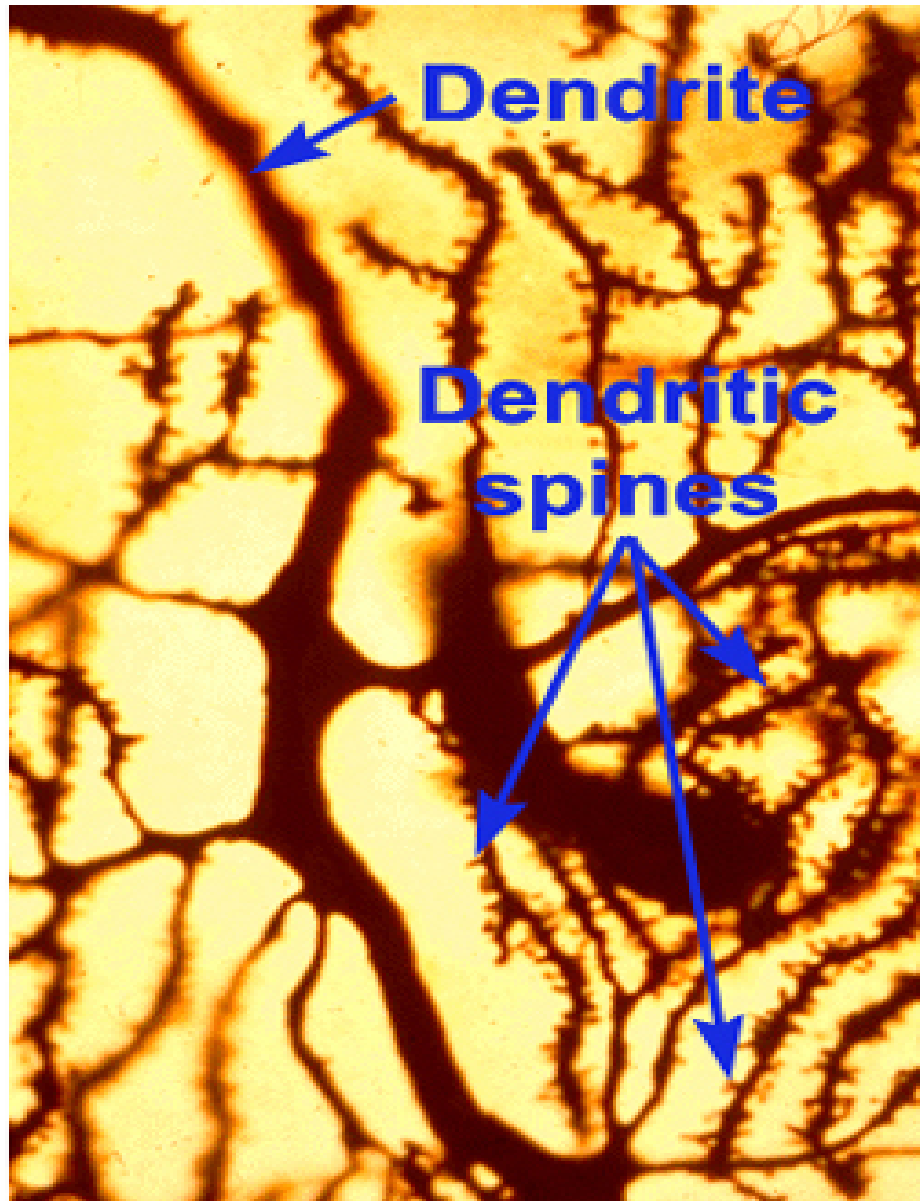
DUGOTRAJNA POTENCIJACIJA

- Hemijske reakcije u receptorima NMDA koji se nalaze
 - na spinama dendrita
 - Povećanje broja AMPA receptora
- ***AMPA receptori*** se pre dugotrajne potencijacije nalaze pri bazi dendrita.
- Posle dugotrajne potencijacije AMPA receptori se ugrađuju
 - ***u membranu pri vrhovima dendrita***

DUGOTRAJNA POTENCIJACIJA

- **VIŠE RECEPTORA ODGOVARA NA NEUROTRANSMITER**
- **POVEĆANO ODPUŠTANJE NEUROTRANSMITERA**
- **STVARAJU SE NOVA PRESINAPTICKA DUGMAD**
- **SMANJUJE SE ELEKTRIČNI OTPOR**
- **SINAPSA POSTAJE JAČA**

Dendritic Spines Increase with Learning



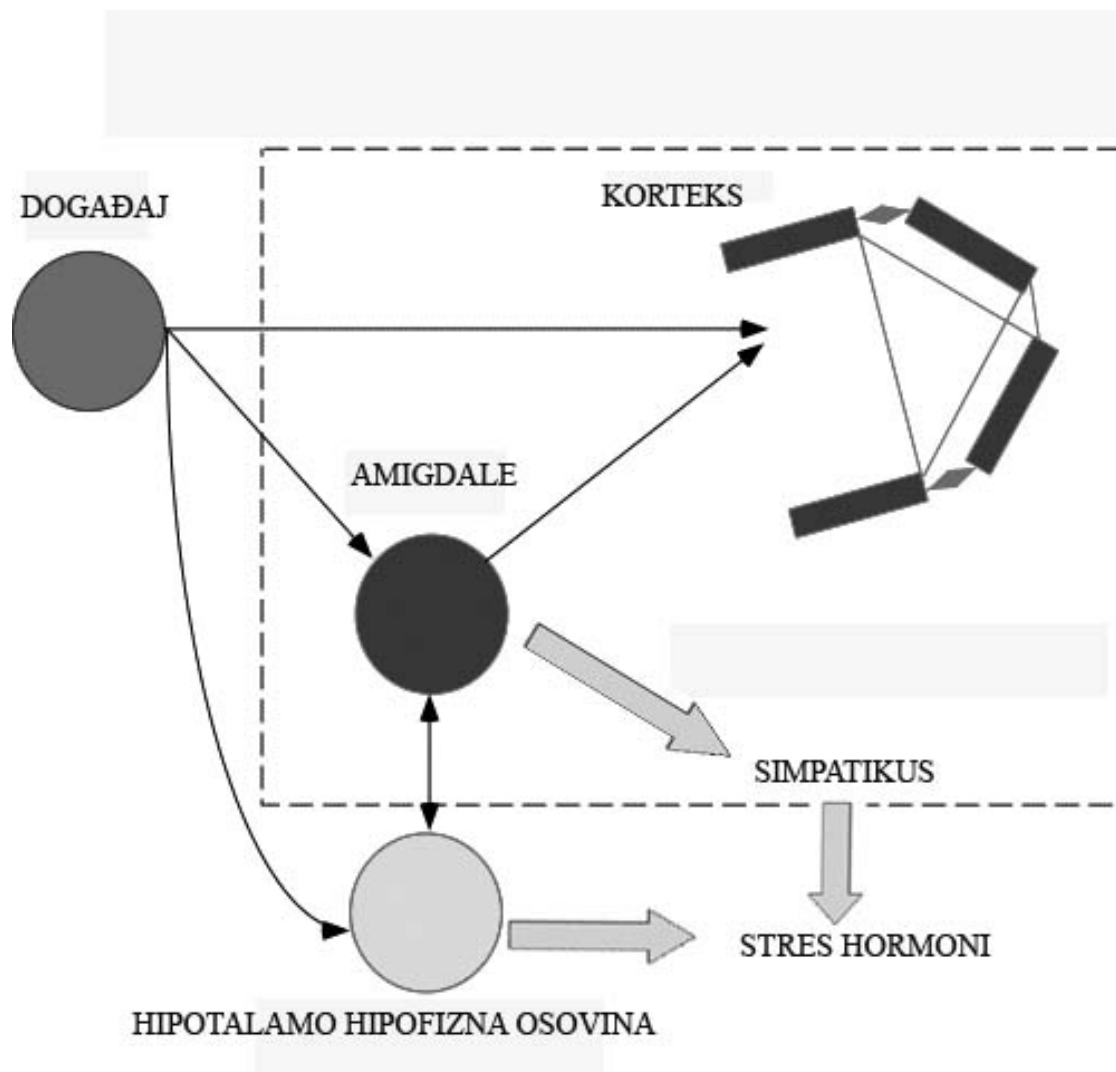
DUGOTRAJNA POTENCIJACIJA

- **Povećanje broja presinaptičkih završetaka.**
- **Promene u strukturi i broju dendritskih bodlji.**

Promena broja neurona i njihovih veza

- Princip “*upotrebi ga ili izgubi*” određuje konačan broj neurona i njihovih veza u nervnom sistemu.
- Prave veze su determinisane specifičnim nervnim faktorima rasta koji se oslobađaju retrogradno iz stimulisanih ćelija.
- Ako povezanost postane nedovoljna, nestaje ceo neuron koji šalje razgranati akson.

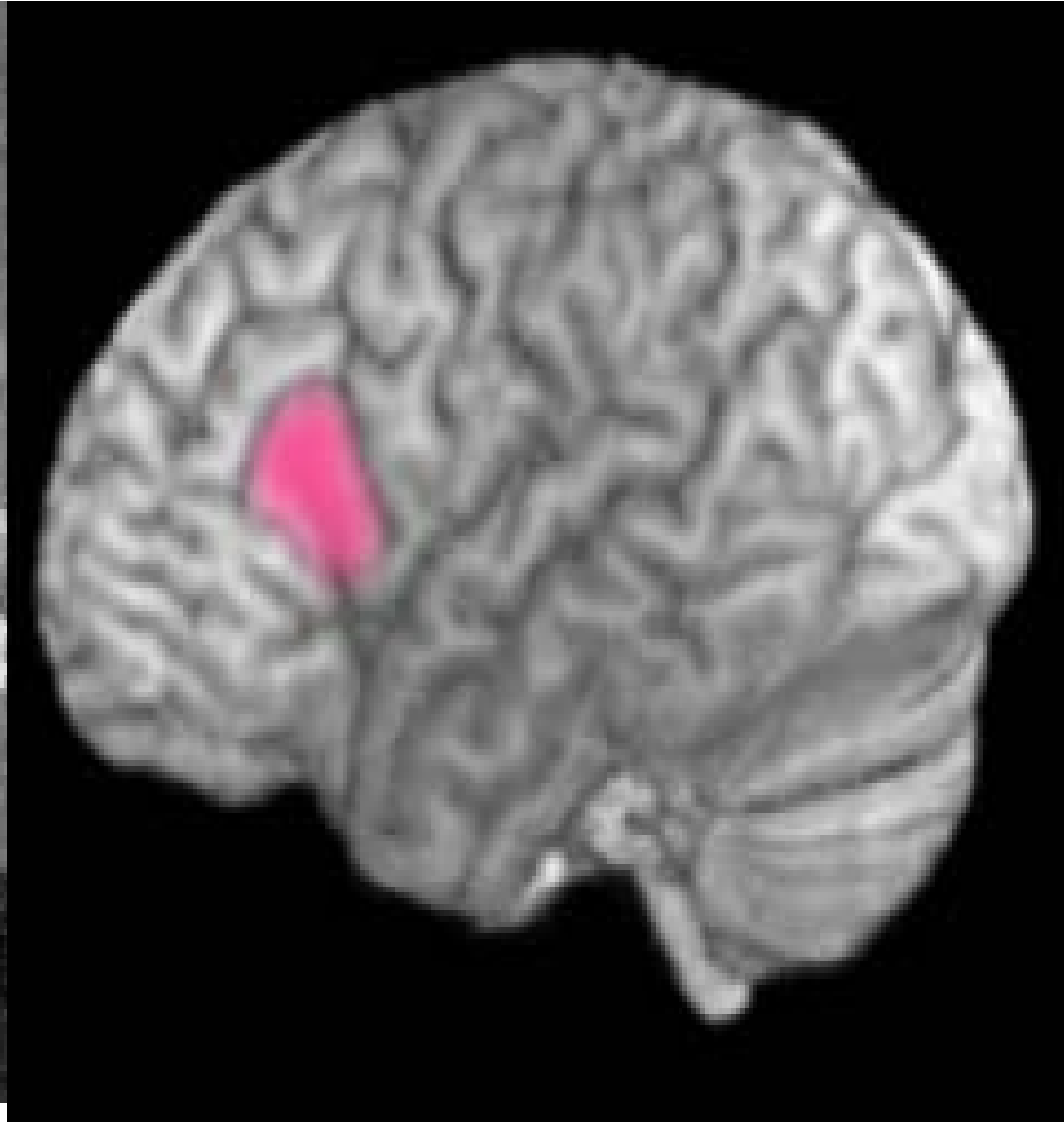
AKTIVACIJA VEGETATIVNE MODULACIJE PROCESA UČENJA



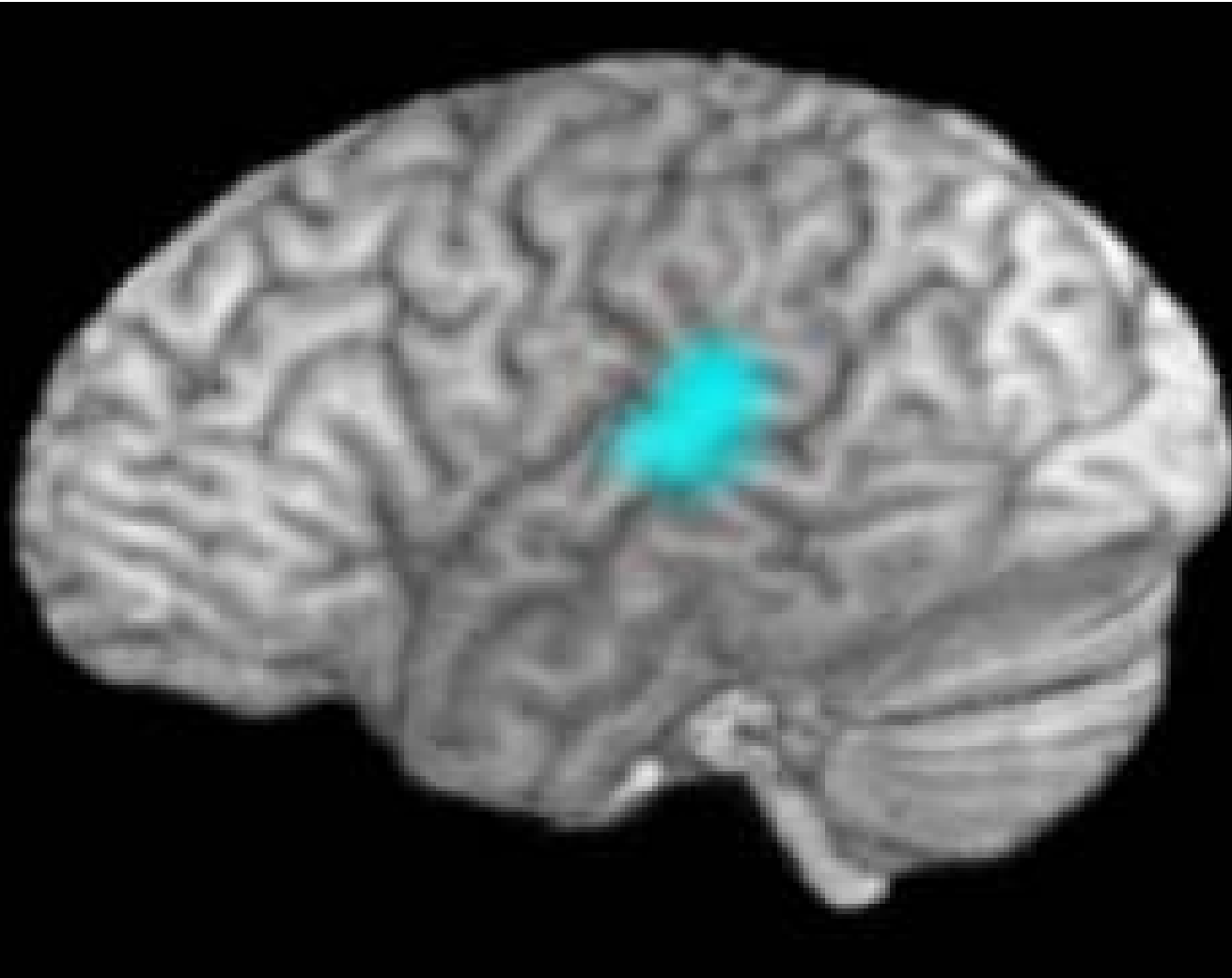
GOVOR NAJUZVIŠENIJI OBLIK PONAŠANJA



PAUL BROCA



Wernicke zona



Opšte
interpretaciono

Gnostičko

Region za znanje

Tercijalni
asocijativni

Teze seminar učenje i pamćenje

- Definicija i klasifikacija učenja
- Definicija i klasifikacija pamćenja
- Deklarativna i nedeklarativna memorija
- Habitualizacija
- Senzitivizacija
- Klasično i instrumentalno uslovljavanje
- Plastičnost