



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

HEPMP

HIGHER EDUCATION PAIN MEDICINE PROJECT

Strengthening Capacities for Higher Education of Pain
Medicine in Western Balkan Countries - HEPMP

Akutni BOL ZNAČAJ I LEČENJE

СЕМИНАР

25. мај 2019.

Факултет медицинских наука
Универзитета у Крагујевцу

Strengthening Capacities for Higher Education of Pain Medicine in
Western Balkan Countries - HEPMP

Anatomija, fiziologija i patofiziologija bola

Vladimir Jurišić



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

HEPMP
HIGHER EDUCATION PAIN MEDICINE PROJECT

BOL

**i simptom i bolest
predstavlja zaštitni mehanizam organizma
nastaje kod svakog oštećenja tkiva
jedan od najčešćih razloga zbog kojeg
zahtevamo pomoć lekara**

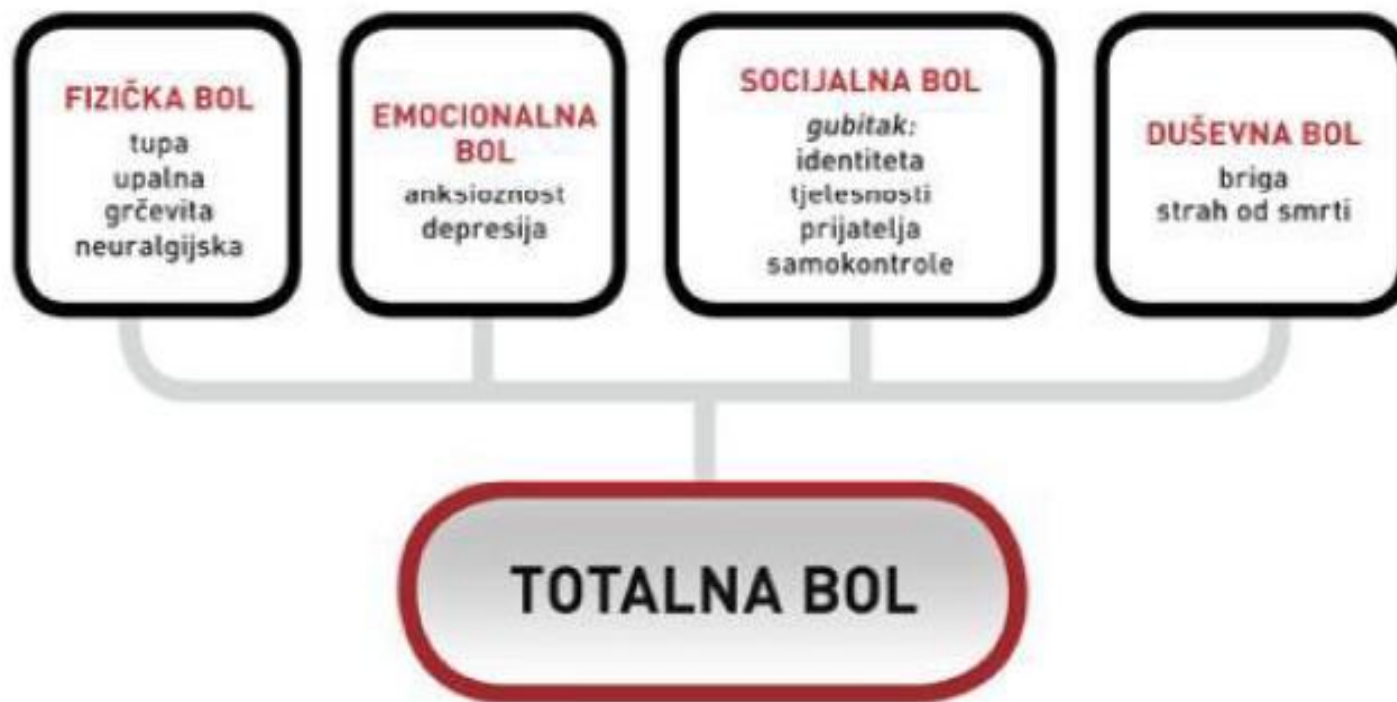
BOL -SZO

„bol je neprijatno čulno ili emocionalno iskustvo povezano sa stvarnim ili potencijalnim oštećenjem tkiva“

dolazi do narušavanjem integriteta i celovitosti organizma

International Association for the Study of Pain – IASP

Komponente bola



Uticaj bola na ukupan kvalitet života

BOL narušava

-fizičko stanje

(usled same bolesti ili postupka liječenja)

-emotivno stanje

(usled stalnog osećaja bola ili gubitka funkcionalnosti)

-duševno stanje

(usled osjećaja krivice, preispitivanja samog sebe)

-finansijsko stanje

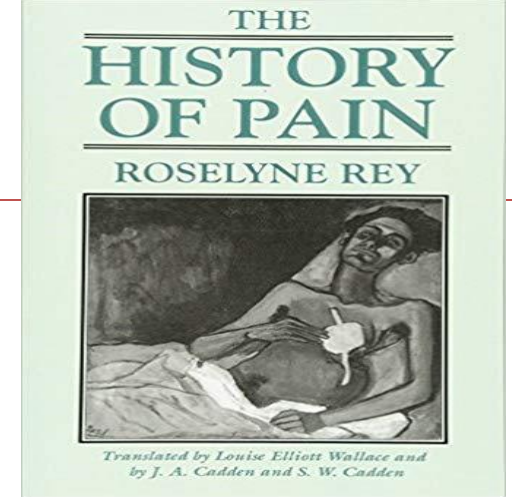
(usled nesposobnosti za rad ili troška postupka lečenja)

THE HISTORY OF MEDICINE IS THE HISTORY OF PAIN

- Asclepius, the god of medicine attending to a patient in pain



Bol kroz Istoriju



Platon – bol je strast duše

Aristotel - bol nastaje ulaskom zlih duhova u ranu

Hipokrat – bol nastaje zbog neravnoteže tečnosti u telu

Avicena – postoje različite senzacije bola (11. vek)

Rene Decartes – bol je posledica poremećaja u organizmu koji se širi živcima do mozga (17. vek)

Bol kroz Istoriju

- **Charles Bell – postoje različiti senzorni receptori (19 vek)**
- **Fillipo Paccini – izolovao receptore u centralnom nervnom sistemu**
- **Moritz Schiff – definisao teoriju prenosa bola**
- **kraj 19. i početak 20. veka – brojne teorije transmisije (prenosa) bola**

Representations of Lancet or Phlebotome in Serbian Medieval Art

Sanja Pajić¹, Vladimir Jurišić²

¹University of Kragujevac, Faculty of Philology and Arts, Department of Applied and Fine Arts, Kragujevac, Serbia;

²University of Kragujevac, Faculty of Medical Sciences, Kragujevac, Serbia

Srp Arh Celok Lek. 2015 Sep-Oct;143(9-10):639-643

DOI: 10.2298/SARH1510639P

ИСТОРИЈА МЕДИЦИНЕ / HISTORY OF MEDICINE

UDC: 75.052.046.3(497.11)"04/14"

639



**St. Cosmas with a lancet and a medical box
(late 13th century),
Church of the Holy Apostles Peter and Paul near
Novi Pazar, (photo by Sanja Pajić)**

Klasifikacija bola

Prema jačini

Prema trajanju

Prema kvalitetu

Prema patofiziološkim mehanizmima

Prema uzroku nastanka

Akutni Bol

Naziva se brzi, oštri bol, bol uboda, električni bol

Nastaje posle ubode koža (iglom, oštrim predmetom)

Posle opekotina

Posle dejstva električne stuje

Nastaje u roku od 0,1 sekunde posle nadražaja.

Akutni bol je jakog intenziteta, ali traje vrlo kratko

Nastaje usled nadražaja receptora za bol

Hronični bol

Naziva se : spori bol, spori bol pečenja, potmulji bol, tupi bol.

Počinje sekundu ili kasnije nakon bolnog nadražaja i vremenom se pojačava, u toku minuta, sati i dana.

Hronični bol nema odbrambenu funkciju upozorenja.

Ponekad ovakav bol usled senzibilizacije receptora može nastati spontano, bez spoljašnjeg uzroka.

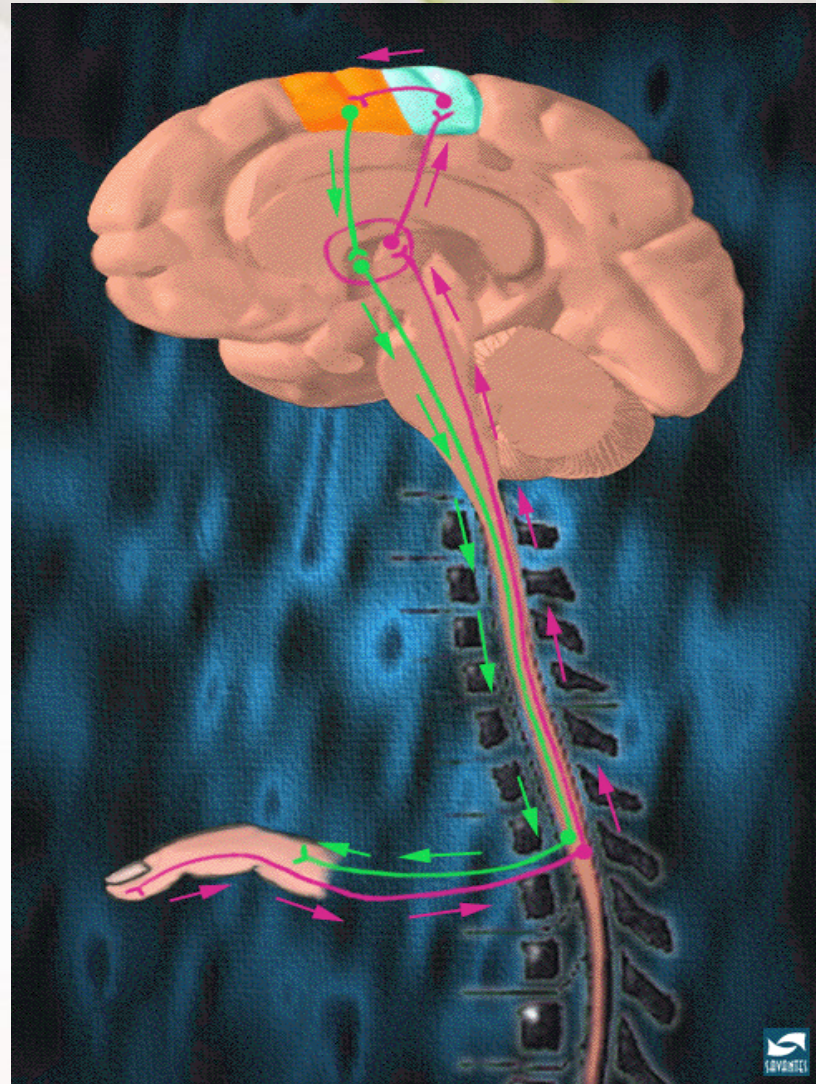
Kod akutnog bola su samo neki receptori za bol nadraženi.

Kod hroničnog bola se broj nadraženih receptora vremenom povećava jer se stalno aktiviraju novi receptori.

Prag za aktivaciju receptora se smanjuje, tj bol se javlja u krajnjem slučaju receptori se mogu i spontano aktivirati i poslati svoje električne signale koji se u mozgu pretvaraju u osećaj bola.

Fiziologija bola

Složen
Na više nivoa
Recipročan odnos
Kompleksan



Smatralo se da osećaj i bola samo zavise od doživljaja u mozgu

U koži postoje receptori za bol bez kojih osoba ne bi mogla da oseti bol.

Kada lekar pregleda pacijenta sa opekotinama proverava stepen opekotina

Ako pacijent oseća bol, znači da su opekotine površne i da su receptori boli netaknuti.

S druge strane, ako pacijent ne oseća nikakav bol, to ukazuje da je to duboka opekotina i da su receptori za bol uništeni



MEHANIZAM PRENOSA IMPULSA BOLA

Mehanizam bola se razlikuje kod nociceptivne i neuropatskog bola. Nezavisno od lokalizacije početnog nadražaja proces kroz koji organizam reaguje na bol je sledeći:

Stimulacija – nastanak štetnog događaja koji uzrokuje bol i pretvaranje u električni impuls koji se dalje prenosi telom

Transmisija – prenos signala od mesta stimulacije do mozga

Percepcija – proces prepoznavanja boli i odgovor na bol

Modulacija – proces aktivacije sistema koji pojačava ili umanjuje odgovor na bol.

Receptors

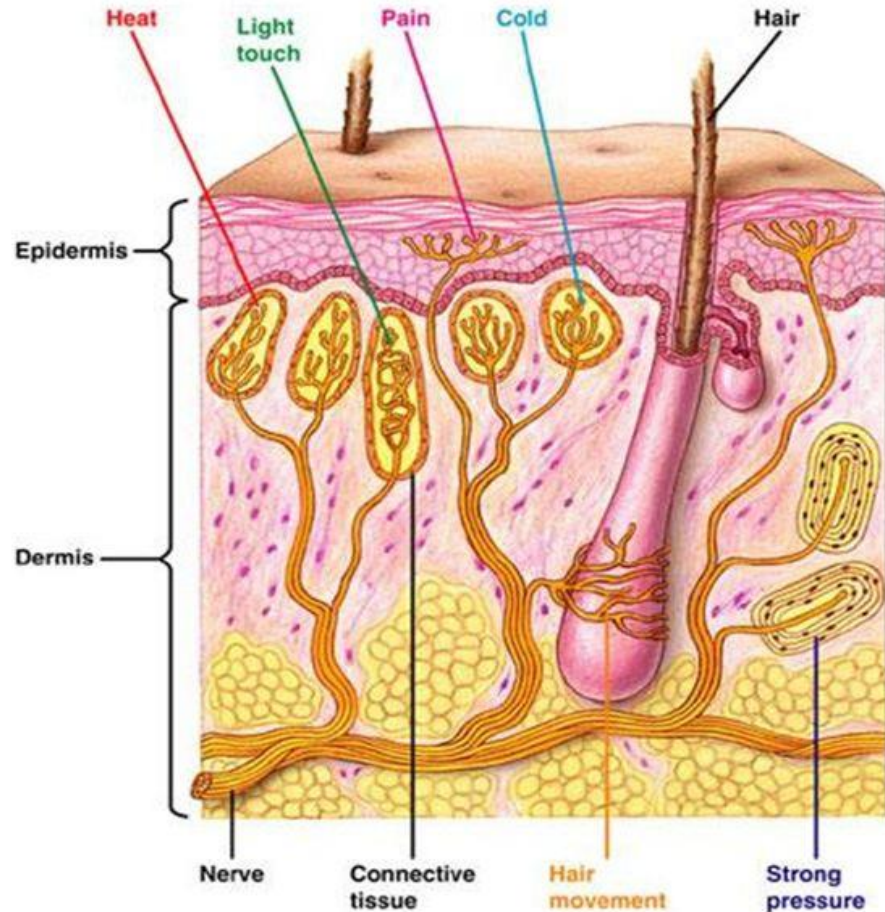
1. Chemoreceptors =
chemical stimuli

2. Pain receptors =
various stimuli

3. Thermoreceptors =
heat stimuli

4. Mechanoreceptors =
touch / vibration stimuli

5. Photoreceptors =
light stimuli



Receptori za bol

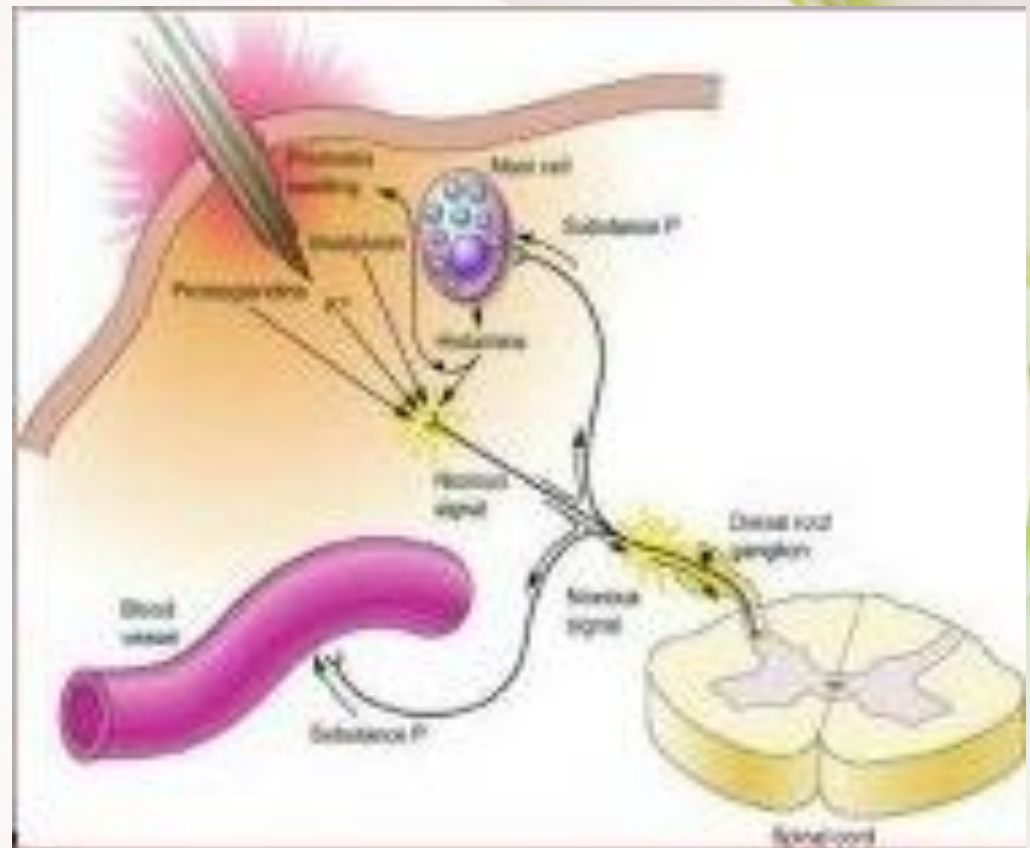
Receptori za bol prisutni su u koži

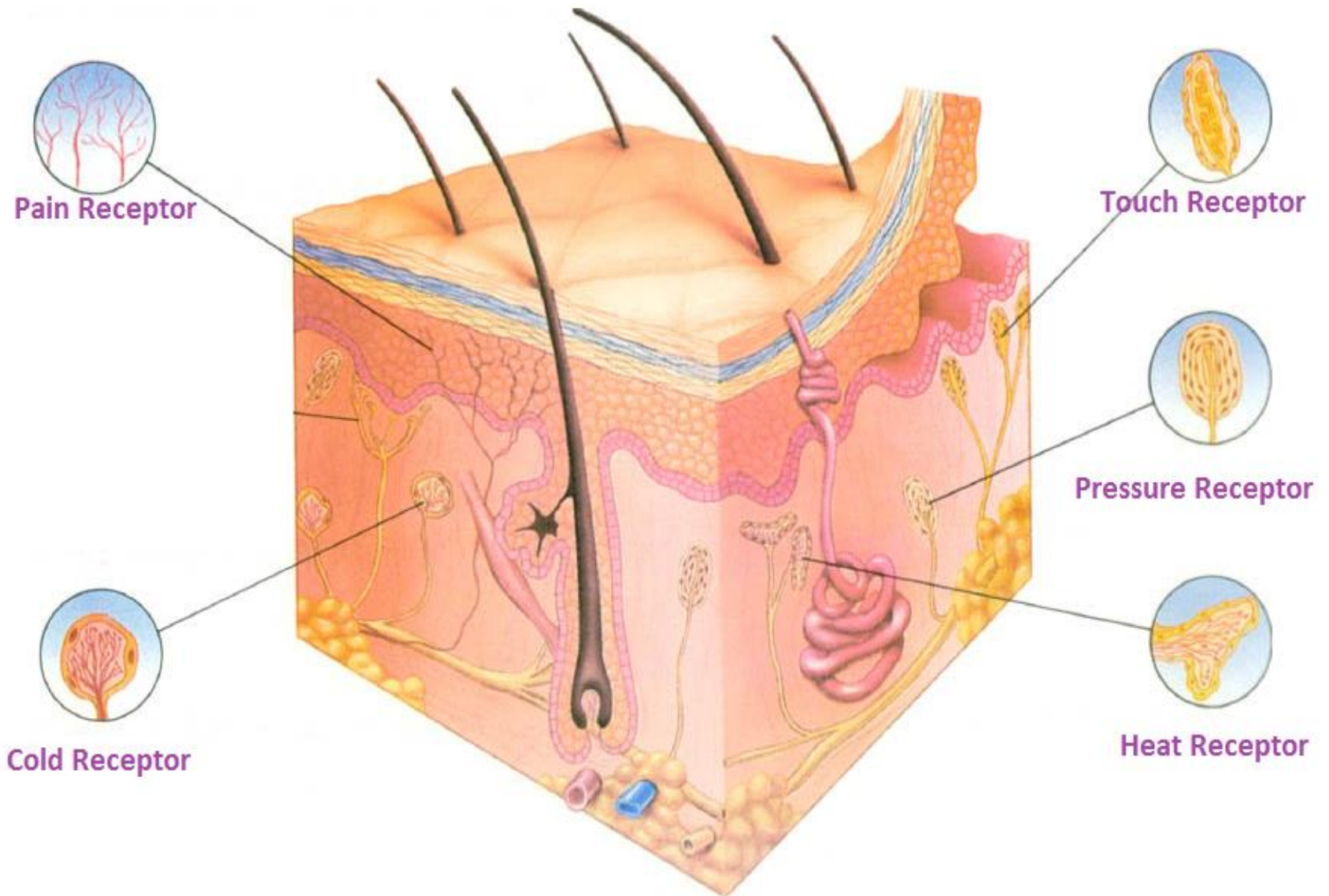
Opisano je o tome u Kuranu još pre 1500 godina?

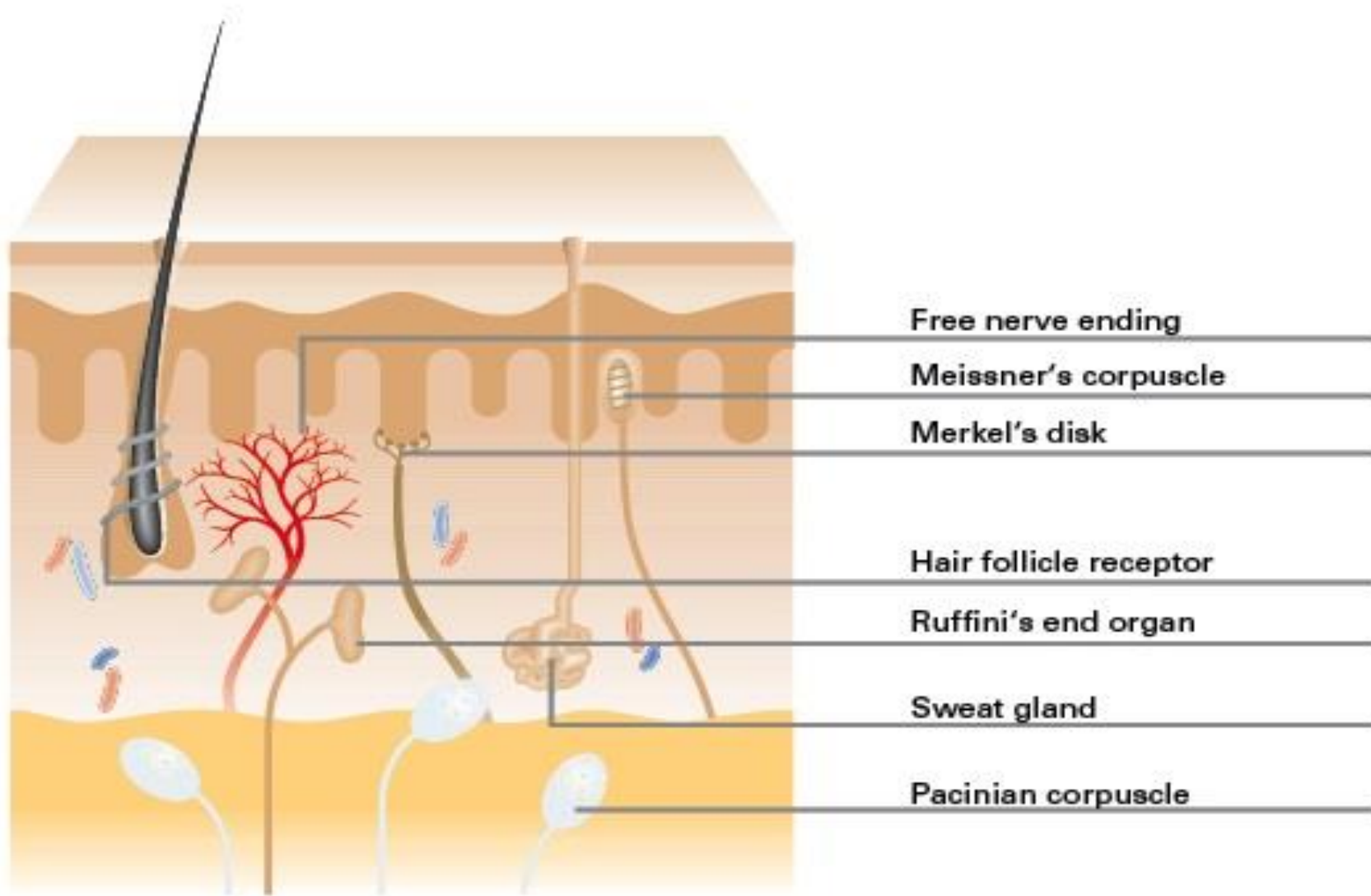
Nociceptore je opisao

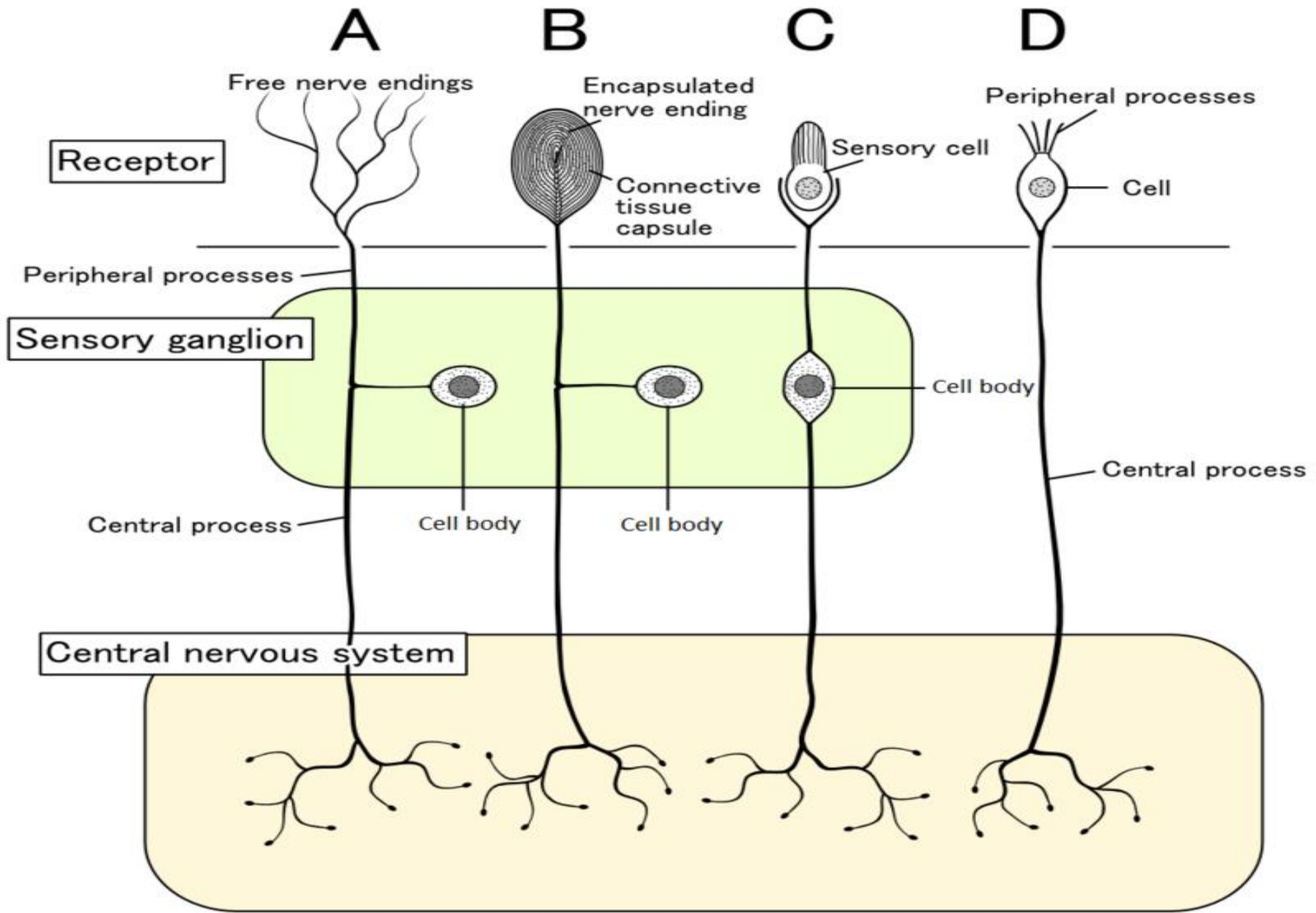
Charles Scott Sherrington

1906. godine









Nocicepcijska bol

Površinska

**duboka
(somatska)**

(visceralna)

Nociceptori i lokalizacija

Intenzivni i jaki nadražaji mogu da pokrenu pojedine reflekse, određene autonomne odgovore i da prouzrokuju bol.

Lokalizacija je u koži i nekim unutrašnjim tkivima i organima, [periostu](#), zidovima [arterija](#), [pleuri](#), [peritoneumu](#), membrani zglobova, [moždanim opnama](#)

Unutrašnji nociceptori se nalaze u različitim organima, kao što su mišići, zglobovi, bešika, creva i digestivni trakt.

Brz i oštar bol se ne oseća u većini unutrašnjih organa.

Uloga brzog bola je odbrambena, potrebno je brzo ukloniti uzrok nastanka bola
Bitna je i njihova uloga u dijagnostikovanju različitih bolesti.

Ćelijska tela ovih neurona nalaze se u ganglijama dorzalnog korena ili u ganglima trigeminusa

receptori i nadražaji

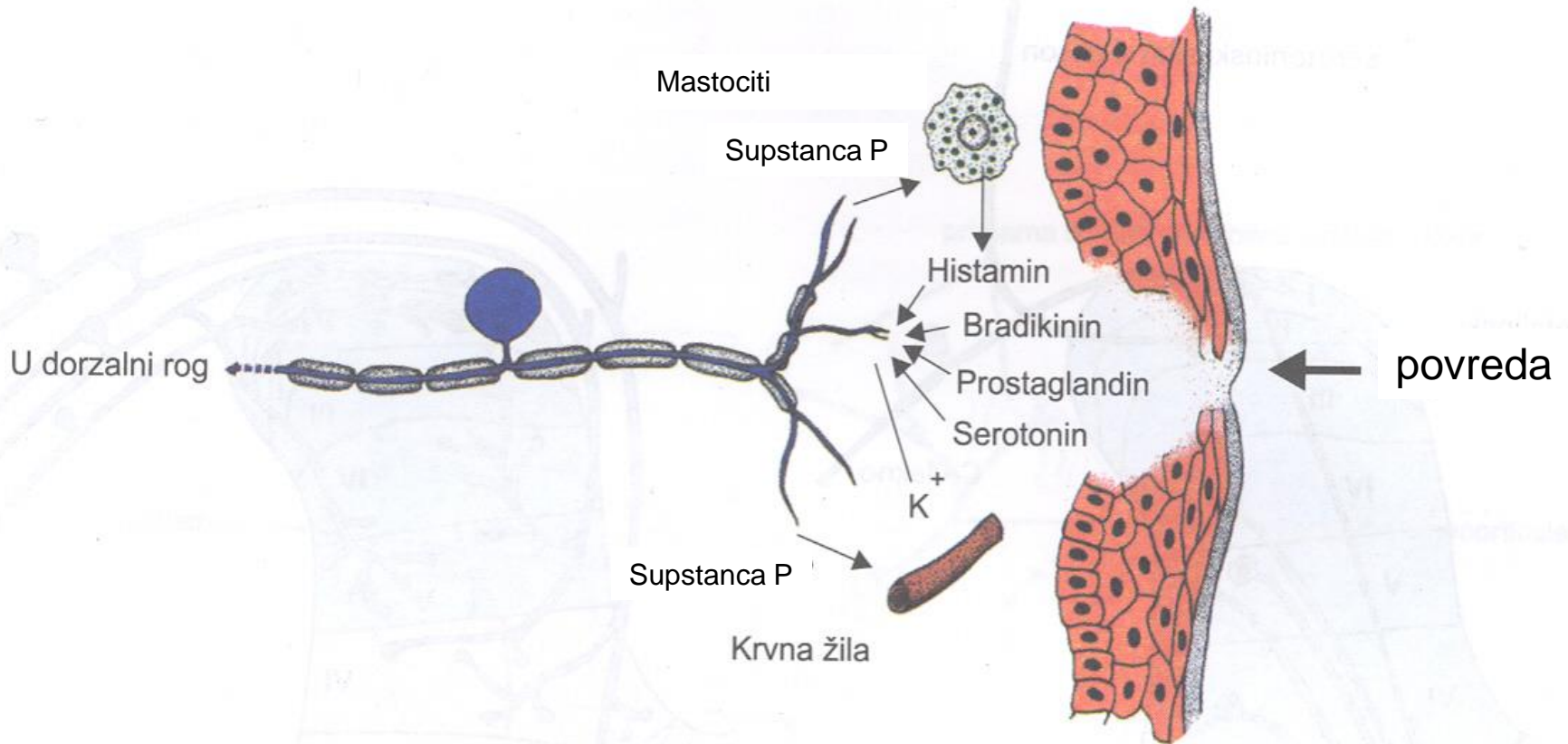
- Brzu bol izaziva nadražaj mehaničkih receptora i receptora za toplotu
- Sporu bol izaziva nadražaj više receptora i hemijske materije
- Hemijske nadražaje uzrokuju medijatori:
 - bradikinin, serotonin, histamin, K^+ , kiseline, acetil-holin, proteolitički enzimi
 - prostaglandini i supstanca P povećavaju osjetljivost završetaka za bol
- receptori za bol se vrlo slabo prilagođuju ili ne prilagođuju,
- Ukoliko nadražaj duže traje, osjetljivost receptora za bol postaje sve veća

Receptori za bol

- **Normalgezija**: normalna osjetljivost na bol
- **Hiperalezija**: pojačana osjetljivost na bol
- **Hipoalezija**: smanjena osjetljivost na bol
- **Analgezija**: potpuna neosjetljivost na bol

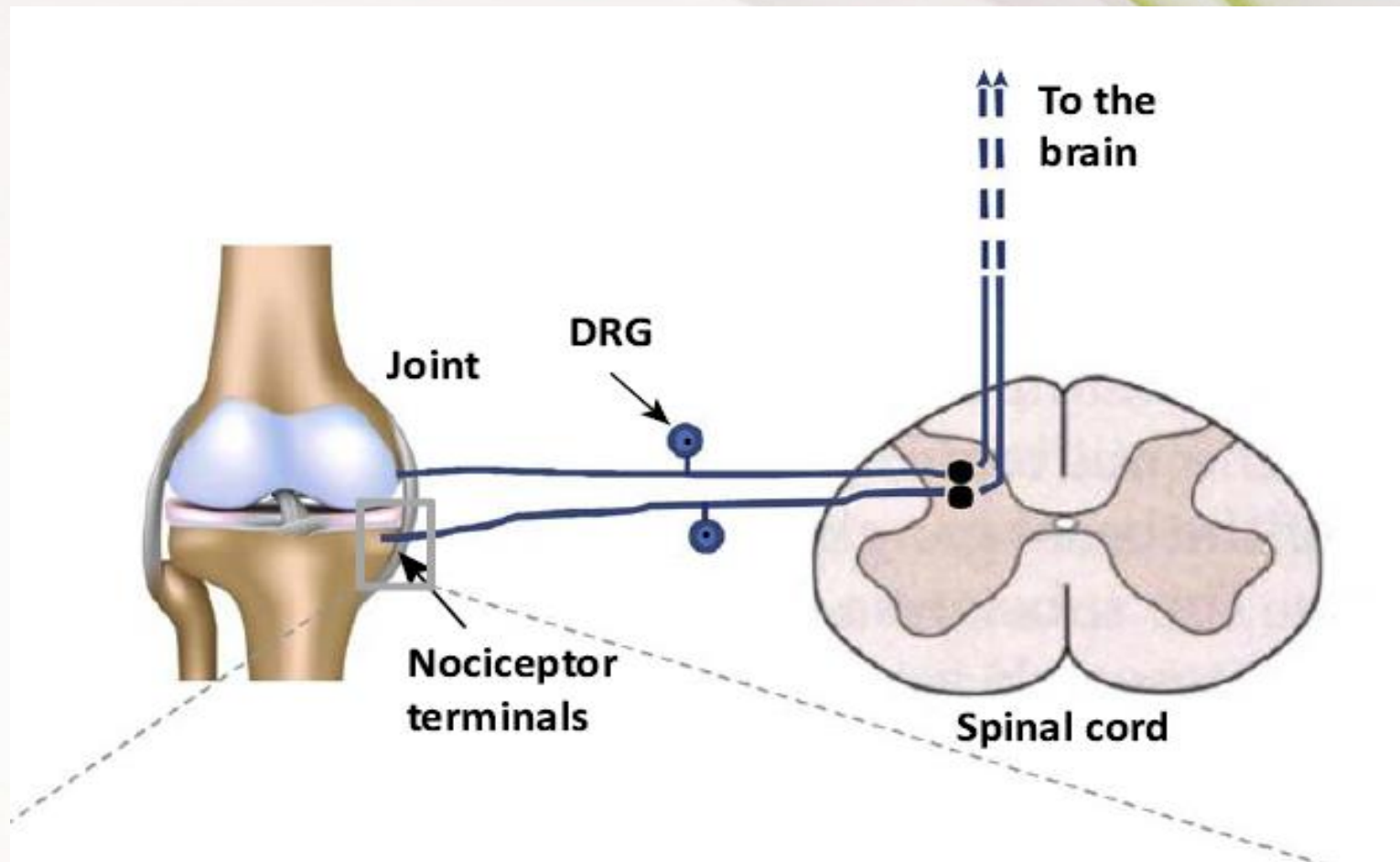
Nadražaj receptora

- **tkivna ishemija**
- mlečna kiselina, bradikinin, proteolitički enzimi
 - **mišićni grč**
- direktni nadražaj nociceptora



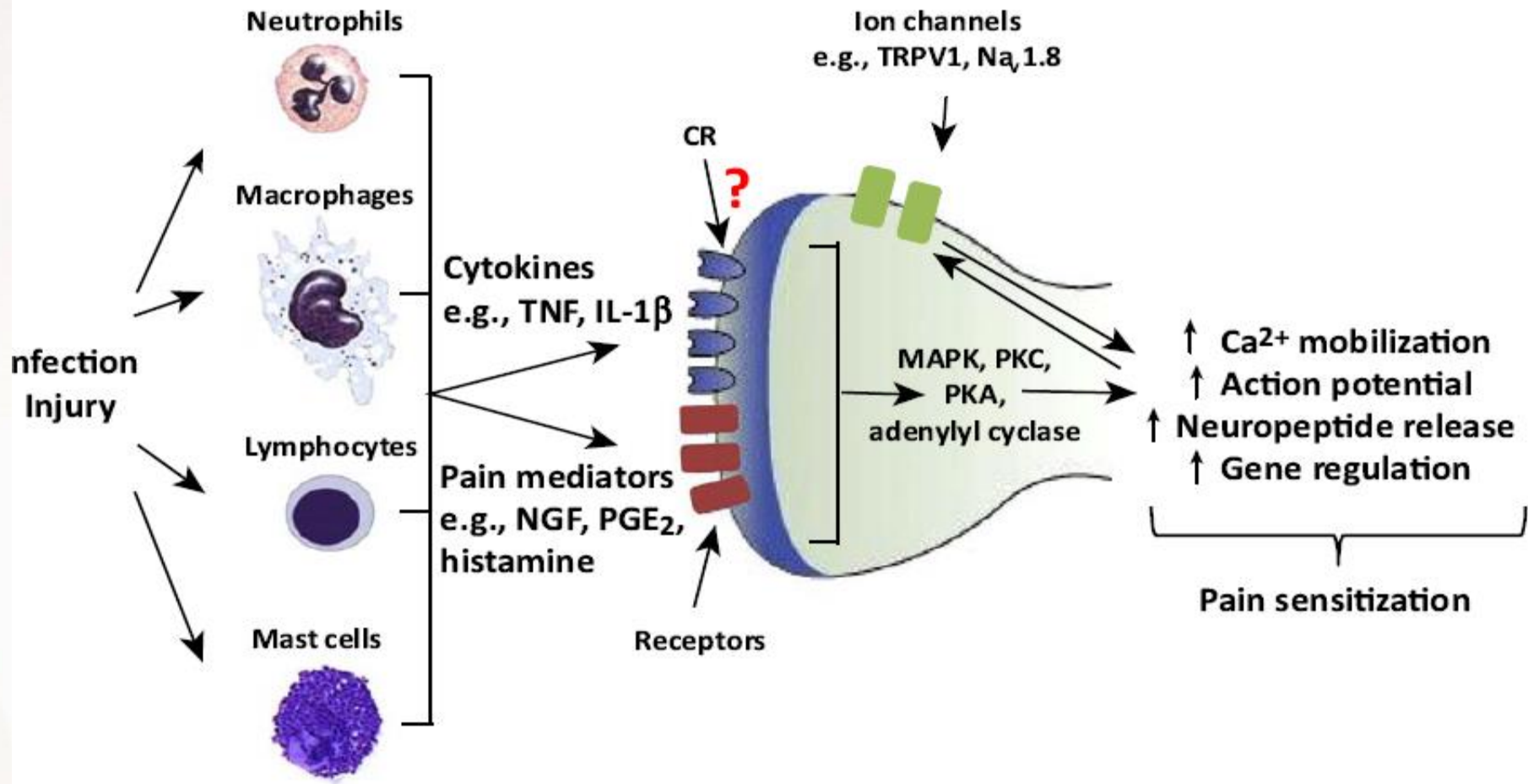
Medijatori lokalne inflamacije direktno nadražuju i aktiviraju nociceptore. Prilikom oštećenje dolazi do otpuštanja bradikininu i prostaglandina. Iz tih se završetaka oslobađa neuropeptid, supstanca P Mastociti otpuštaju histamin, koji direktno vrši nadražaj nociceptora, kao i lokalnu vazodilataciju Infamatorni medijatori IL-1, IL-6, TNF, TGF, FGF,

Medijatori i nociocettori



Medijatori i nociocettori

(B)



Periferna osetljivost

Periferni nociceptori su osetljiviji od dubokih
stiču niži prag nadražaja
povećavaju jačinu odgovora na dejstvo bolnog nadražaja
povećavaju frekvence pražnjenja akcionih potencijala
i ispoljavaju spontanu aktivnost

Senzitizacije nastaje nekoliko minuta nakon oštećenja kože i može trajati satima

Mehanizam senzitizacije nociceptora nije u potpunosti razjašnjen
Najverovatnije nastaje pod uticajem hemijskih supstanci
(K, ATP, bradikinin, prostaglandini, tahikinini, i drugi peptidi

Centralna osetljivost

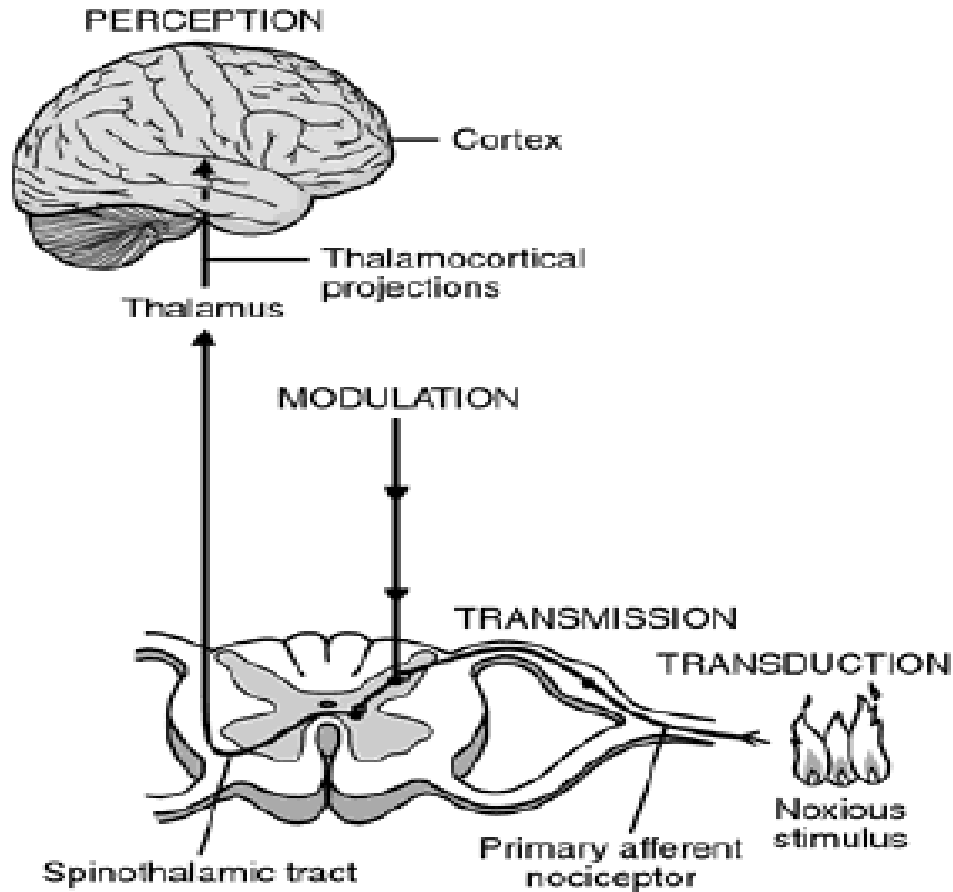
Rezultat aktivnost A δ i C vlakana koje povećavaju frekvencu aktivacije neurona zadnjih rogova kičmene moždine.

Aktivacija NMDA (N-metil-D-aspartat) receptora igra važnu ulogu u ovom procesu

Ponavljana ili produžena aktivnost nociceptora dovodi do dugotrajnog povećanja ekscitabilnosti neurona zadnjih rogova kičmene moždine koja vremenski prevazilazi trajanje draži.

Centralna senzitivacija je jedan od bitnih razloga za preteranu bolnu osetljivost posle povrede.

Put penosa bola



Izvor: Dorlands Medical Dictionary for Health Consumers, by Saunders, Elsevier, 2007

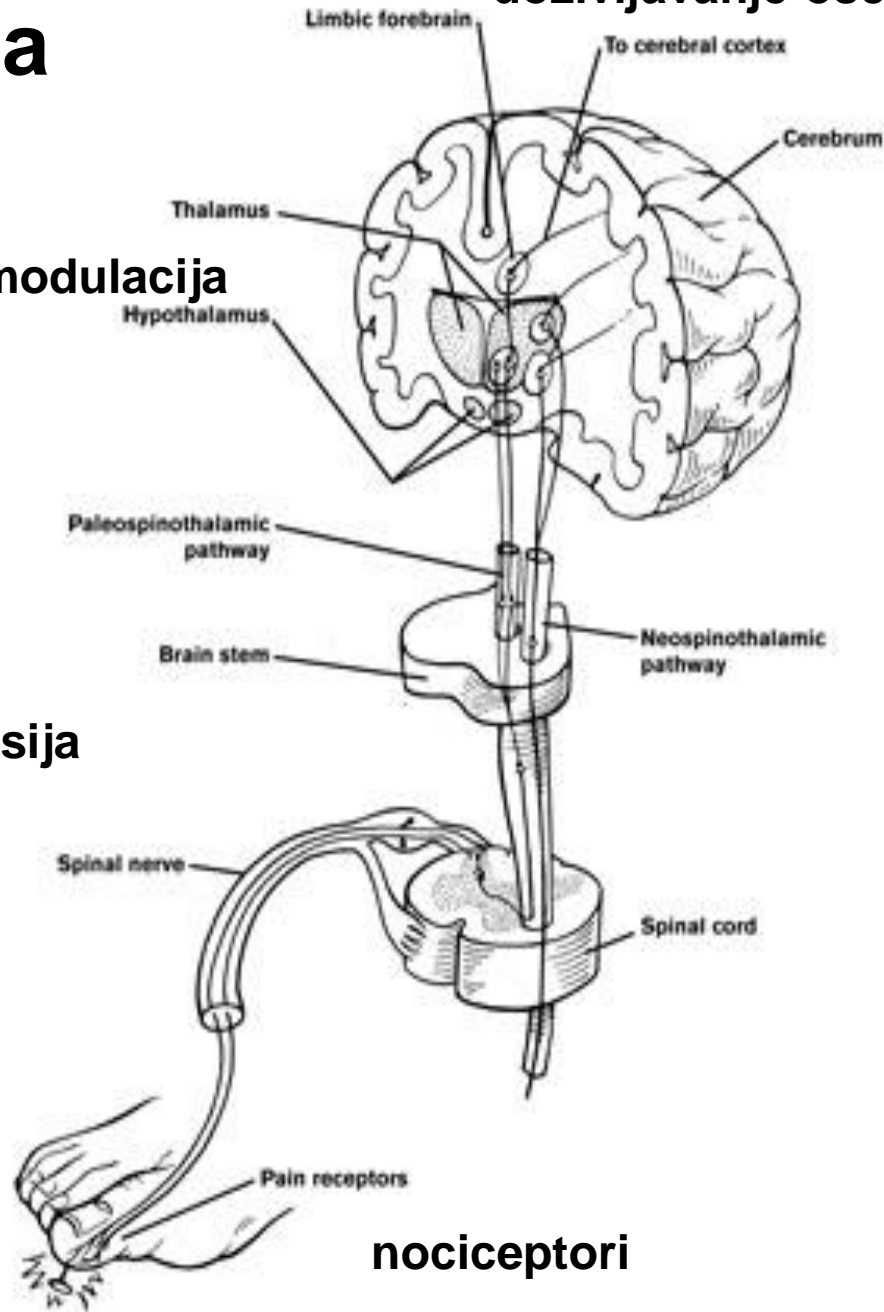
Prenos bola

doživljavanje osećaja bola -percepcija

obrada-modulacija

prenos-transmisija

Nadražaj -transdukcija



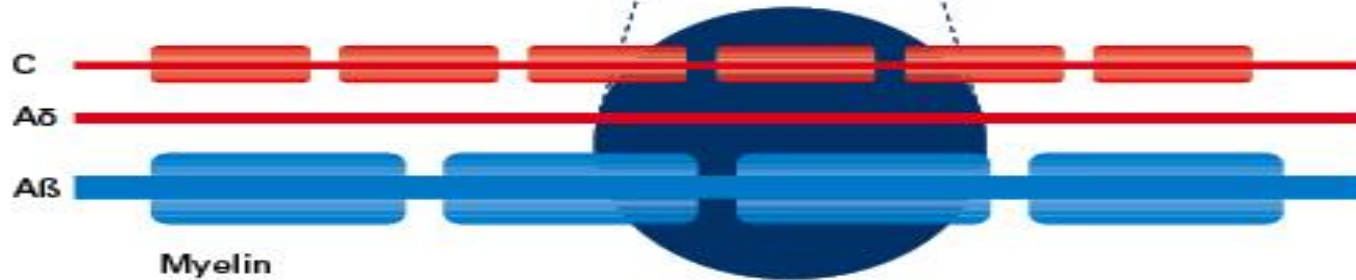
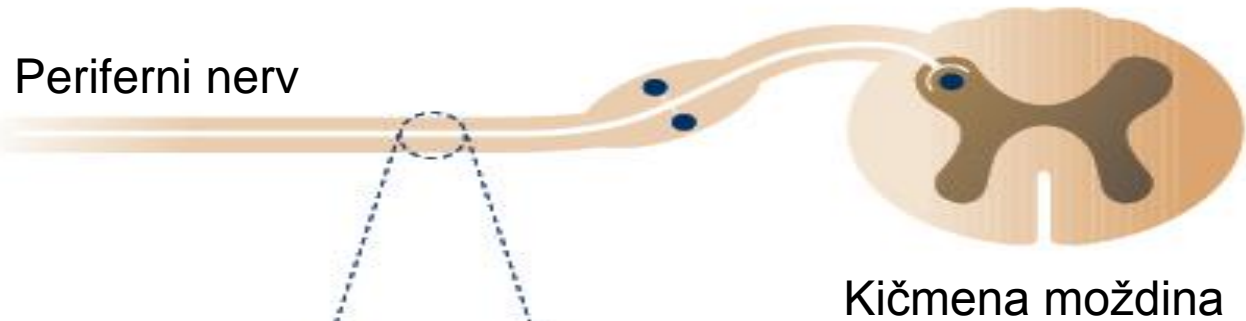
nociceptori

Prenos bola

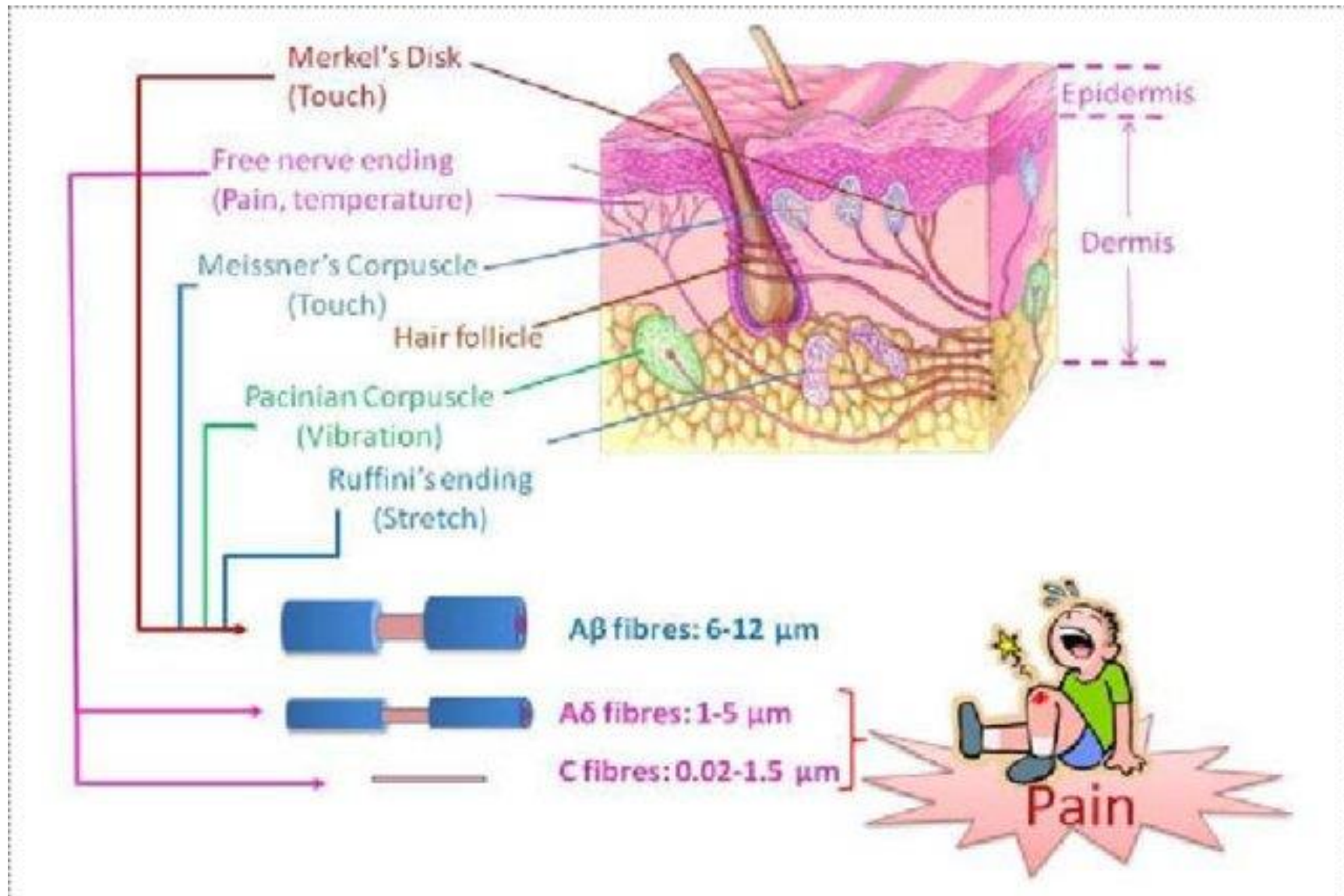
- **Put za brzu oštru bol**
- brza, oštra bol se do kičmene moždine prenosi tankim vlaknima A δ , brzinom 6-30 m/s

- **Put za sporu trajnu bol**
- trajna bol se do kičmene moždine prenosi vlaknima vrste C, brzinom 0,5-2 m/s

Nervna vlakna

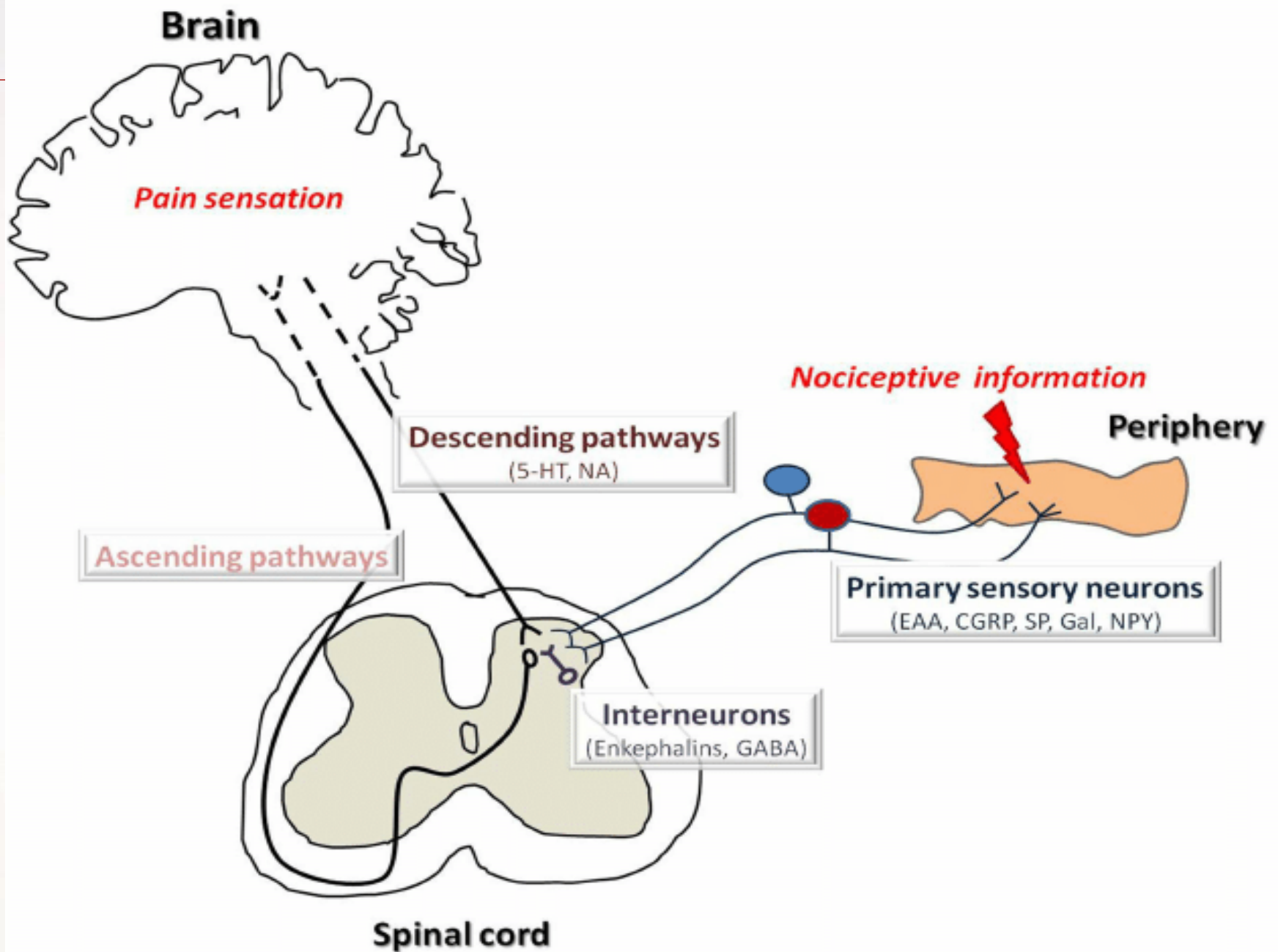


Vrste vlakna i bol



Prenos bola

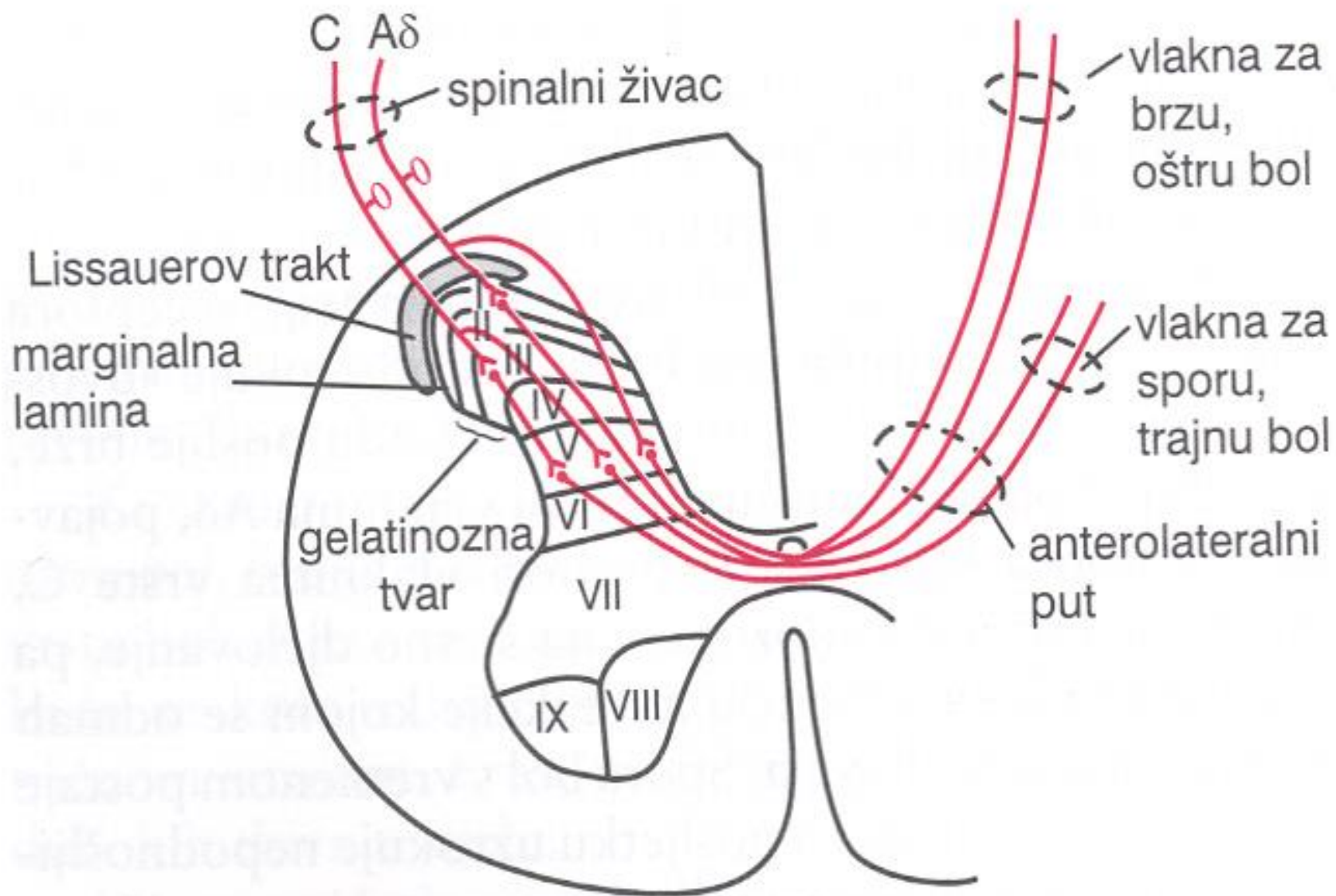
- vlakna za bol zadnjim spinalnim korijenovima ulaze u kičmenu moždinu
- završavaju na neuronima zadnjih rogova a odakle započinju 2 puta:
 - **neospinotalamični trakt**
 - **paleospinotalamični trakt**





Neospinotalamički put

- prenosi brzu bol (mehaničku i akutnu termalnu bol)
- vlakna vrste A δ završavaju u lamini I (marginalna lamina) zadnjih rogova
- pobuđuju neurone drugog reda neospinotalamičkog trakta
- dugačka vlakna prednjom komisuram prelaze na suprotnu stranu kočmene moždine
- anterolateralnim kolumnama se penju prema moždanom stablu



Neospinotalamički put

- **završetak:**
- **manji dio vlakana završava u retikularnim područjima**
- **većina ih završava u ventrobazalnom kompleksu**
- **(dorzalna kolumnom med. lemnisk)**
- **neki završavaju na zadnjoj grupi talamičnih jezgara**
- **lokalizacija bolja ako se sinhrono podraže i receptori za dodir**
- **ova vlakna luče neurotransmiter glutamat**

PALEOSPINOTALAMIČKI PUT

- stariji put
- bol se psrovodi perifernim vlaknima C za sporu, trajnu bol,
- može prenositi i neke signale dobijene vlaknima A δ
- završavaju u lamini II i III zadnjih rogova (substantia gelatinosa)
- pre ulaska u laminu V, većina prolazi kroz jedan ili više neurona s kratkim vlaknima
- dugački aksoni poslednjih neurona udružuju se sa vlaknima brzog puta
- aksoni prelaze prednjom komisurou na suprotnu stranu kičmene moždine i
- anterolateralnim putem se penju prema mozgu
- neurotransmitter: supstanca P

Modulacija bola

U odgovoru na bol važnu ulogu ima anti nocioceptijski sistem.

Postoje podaci o sistemu signala koji moduliraju ulaz bolnih signala u kičmenu moždinu, malo manje o modulaciji na periferiji i na nivou kore velikog mozga

Odgovor na bolni podražaj kreće silaznim putem uključujući aktivaciju endogenog opijatnog sistema koji oslobađa endorfine koji onda aktiviraju opioidne receptore mijenjajući ili inhibirajući prijenos sledećih impulsa.

Percepcija bola

Uloga CNS

Emocionalno stanje

Doživljavanje okolina

Predhodna iskustva

Rasna i verska tradicija

Kulturološke tradicije

Percepcija

Pojačavaju

žalost

strah

ljutnja

nesanica

usamljenost

povučenost

Umanjuju

Veselje

Radost

Nada

Odmor

Društvo

Neuropatska bol

Neuropatska bol uglavnom nastaje zbog oštećenja samih neurona ili stalnog podražaja bez nadražaja nociceptora te se na taj način remeti reakcija na bol te nastaje stalna nervna nadraženost .

Prenos signala sličan je prenosu nociceptivnih podražaja.

Ako se akutna bol ne leči ona pokreće mehanizam sličan primarnom neuropatskom bolu i te time može prouzrokovati nastanak hronične boli.



Neuropatska bol

Vrsta bola koji je nastaje kao direktno oštećenje živaca koji normalno registruju bol ili povreda dela živca koji sprovodi signale za bol

- nema zaštitnu ulogu
- potrebna je što bolja dijagnoza
- lečenje je prema uzroku nastanka

Neuropatska bol se opisuje kao:

- žarenje, kidanje, probadanje
- električni udar
- svrab, preosetljivost ili ukočenost

Uzroci neuropatskog bola

Najčešće bolesti i Stanja:

- multipla skleroza, demijelinizacije
- povreda nerva (mehanička, fizička, hemijska)

Amputacija uda - fantomska bol

Česta komplikacija drugih bolesti koje oštećuju nerv

- dijabetes melitus
- herpes zoster

Uzroci bola prema lokalizaciji

Oštećenje perifernog nerva

dijabetes neuropatija
trigeminalna neuropatija
kompleksni regionalni bolni sindrom
Neuropatija usled invazije tumora
Karpal tunel sindrom

Dorzalni koren

post herpetička neuralgija
Avulzija brahijalnog pleksusa

Oštećenje moždanog neurona

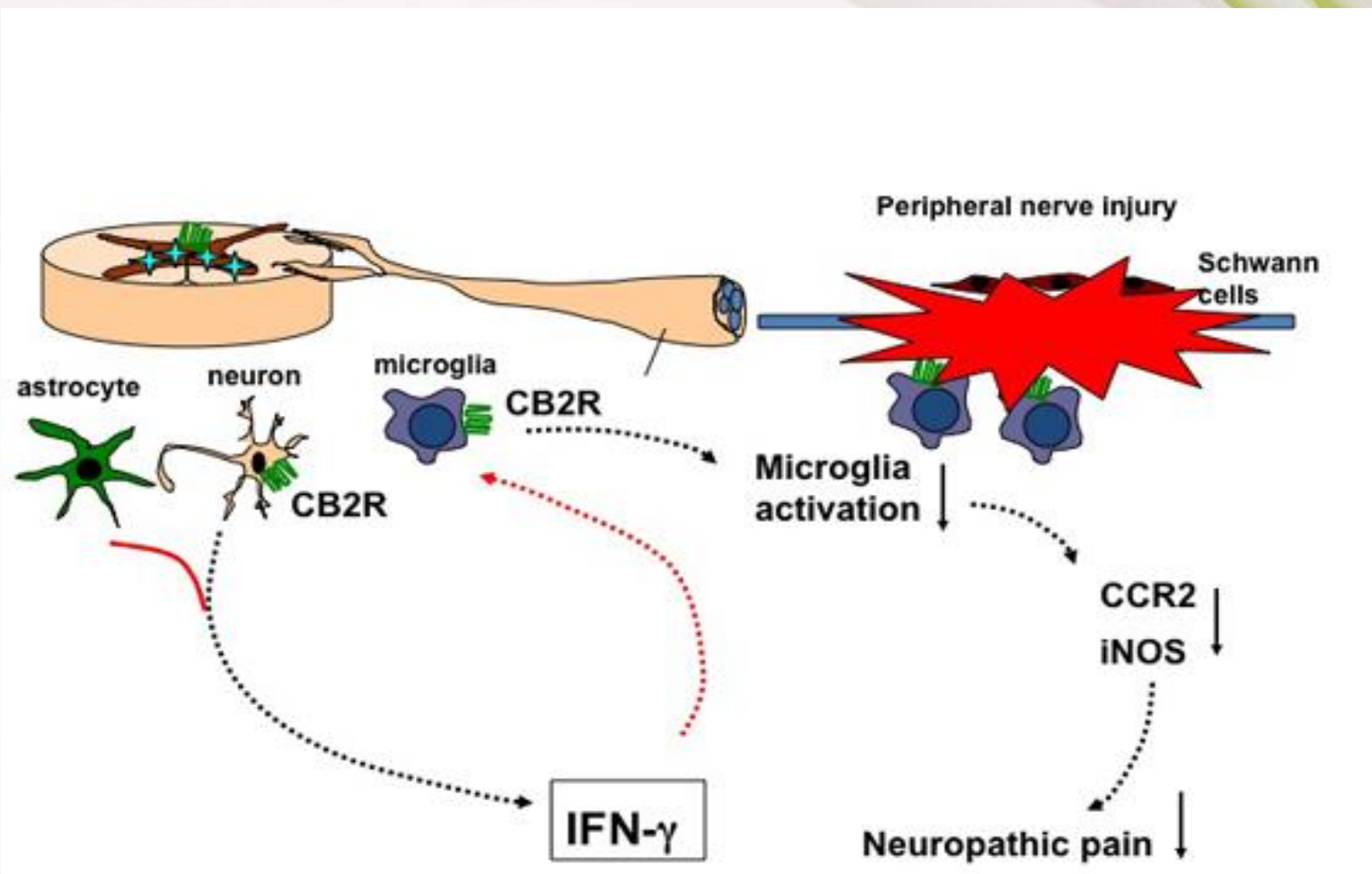
posle insulta

Multipla skleroza

Oštećenje kičmene moždine

povreda na samoj kičmenoj moždini
spinalna ishemija
siringomielia

Imunski sistem i neuropatska bol



Simptomi otećenja nerva

Atrofija mišićnog tkiva

Disfunkcija mokraćne bešike

Zatvor

Sve oči i /ili usta

Prekomerno znojenje

Nedostatak znojenja

Utrnulost u grudima

Bol

Paraliza

Slabost

Osetljivost

Seksualna disfunkcija

Nemogućnost pozicioniranja tela