

**Akcioni potencijal** je fenomen velikih, brzih i reverzibilnih promena transmembranskog **potencijala**, koji se javlja kao odgovor na dovoljan nivo depolarizacije. Akcioni potencijal je pojava koja se u svakodnevnom govoru naziva nervni impuls, razdraženje, nadražaj... Ćelije sposobne da generišu AP nazivaju se **ekscitabilne ćelije**, a to su 1. **neuroni**, 2. skeletni mišići, 3. glatki mišići i 4. **srčani mišić**.

## Faze akcionog potencijala [[uredi - уреди](#) | [uredi izvor](#)]

Mirovni membranski potencijal nervnih vlakana iznosi oko -90 mV, što znači da je potencijal u citosolu 90 milivolti negativniji u odnosu na potencijal ekstracelularne tečnosti. Akcioni potencijal predstavlja brzu promenu mirovnog membranskog potencijala koja se brzo širi duž **nervnog vlakna**. Mirovni membranski potencijal označava se kao prvi stadijum nastanka akcionog potencijala, tzv. *stadijum mirovanja*. Njega sledi *stadijum depolarizacije*. Tada membrana iznenada postane vrlo propustljiva za natrijumove jone, dozvoljavajući tok ogromnog broja pozitivno naelektrisanih Na<sup>+</sup> jona u unutrašnjost ćelije. To izaziva rast MMP od uobičajenih -90 mV prema pozitivnom smeru. Kod debelih nervnih vlakana, ogromna količina Na<sup>+</sup> jona dovodi do *prebacivanja* MMP preko nultog nivoa u nešto malo pozitivnu vrednost, dok se potencijal u tanjim vlaknima i mnogobrojnim neuronima CNS samo približava nultom nivou, ali ga ne prelazi. Tokom nekoliko 10.000-tih delova sekunde pošto je membrana postala visokopermeabilna za Na<sup>+</sup> jone, natrijumski kanali počinju da se zatvaraju, dok se kalijumski otvaraju više nego normalno. Brza difuzija K<sup>+</sup> iz citosola u ekstracelularnu sredinu uspostavlja normalan mirovni membranski potencijal, što se naziva *stadijum repolarizacije*. Jasno je, dakle, da u nastajanju i nestajanju akcionih potencijala nervnih vlakana ključnu ulogu imaju voltažno-zavisni natrijumski kanali i voltažno-zavisni kalijumski kanali. Akcioni potencijal nastaje mehanizmom pozitivne povratne sprege *circulus vitiosus*: rastuća voltaža uzrokuje otvaranje voltažno-zavisnih natrijumskih kanala. To omogućava brzu difuziju ogromne količine Na<sup>+</sup> u ćeliju, što dodatno povećava vrednost MMP, otvarajući tako još voltažno zavisnih natrijumskih kanala i još veću difuziju Na<sup>+</sup> jona. Akcioni potencijali prenose se po principu *sve-ili-ništa*, što znači da se, ako su ispunjeni svi uslovi, prostire bez gubitka, sa konstantnom amplitudom, dok se, ako uslovi nisu ispunjeni, uopšte ne prostire. Formiraju se samo na inicijalnom segmentu neurona jer se tu nalazi sedam puta više Na<sup>+</sup> jona nego drugde.

## Saltatorna kondukcija akcionog potencijala u nervnom vlaknu [[uredi - уреди](#) | [uredi izvor](#)]

Centralni deo aksona ispunjen je aksoplazmom, koja je žitka intracelularna tečnost. Većinu aksona okružuje mijelinski omotač koji ima ulogu izolatora. Ovaj omotač je često znatno deblji od samog aksona, a za njegovo stvaranje u CNS su odgovorni oligodendroцит, dok tu funkciju u perifernim nervnim vlaknima obavljaju Švanove ćelije. Pritom, jedan oligodendrocit stvara mijelin za i do 40 aksona, doj jedna Švanova ćelija oblaže samo jedan segment perifernog aksona. Membrana Švanove ćelije obavije se oko aksona, a zatim se ćelija rotira oko njega, oblažući ga izolatorom koji smanjuje tok jona kroz membranu i do 5.000 puta. Na spoju dve sukcesivne Švanove ćelije nalaze se mala neizolovana područja, dugačka svega 2-3 mikrometra, koja se zovu Ranvijerovi čvorovi. Iako joni skoro ne mogu teći kroz mijelinski omotač mijelisanih nerava, oni sa lakoćom teku kroz Ranvijerove čvorove. Način na koji se akcioni potencijal provodi od čvora do čvora naziva se saltatorna kondukcija. To znači da naelektrisanje teče kroz okolnu ekstracelularnu tečnost koja okružuje mijelinsku opnu, kao i kroz aksoplazmu unutar aksona, ekscitirajući sukcesivne čvorove jedan za drugim, tj. 'skačući' od jednog čvora do drugog, ekscitirajući ih. Saltatorna

kondukcija uzrokuje da proces depolarizacije skače duge intervale duž osovine nervnog vlakna, pa tako povećava brzinu nervne transmisije u mijelisanim vlaknima 5-50 puta. Takođe, ovakav način provođenja akcionog potencijala jer čuva energiju za akson, tako što se depolarišu samo Ranvijerovi čvorovi, omogućavajući i do 100 puta manji gubitak jona. Brzina kondukcije u nervnim vlaknima varira od tako malih kao što je 0,25 m/s u malim nemijelisanim nervnim vlaknima, do tako velike, kao što je 120 m/s u veoma debelim mijelisanim vlaknima.

## Voltažno-zavisni natrijumski kanali

---

[[uredi](#) - [уређи](#) | [uredi izvor](#)]

Voltažno-zavisni Na<sup>+</sup> kanal ima dvoja vrata: jedna na spoljašnjem delu ćelije- zvana *aktivaciona vrata*, i druga, *inaktivaciona vrata*, u kontaktu sa citosolom. Pri normalnom mirovnom membranskom potencijalu od -90 mV aktivaciona vrata su zatvorena, što onemogućuje ulazak [natrijumovih](#) jona kroz ove kanale. Međutim, kada MMP počne da gubi negativnost i raste prema pozitivnom nivou, i kada, u tom procesu, dostigne voltažu između -70 i -50 mV, to izaziva konformacionu promenu u aktivacionim vratima, koja se odmah otvaraju. Ovo stanje povećava propustljivost membrane za Na<sup>+</sup> jone od 500 do 5.000 puta. To predstavlja stadijum depolarizacije. Međutim, nekoliko 10.000-tih delova sekundi nakon otvaranja aktivacionih vrata, zatvaraju se inaktivaciona vrata, a njihovo zatvaranje uzrokuje ista konformaciona promena koja je i dovela do otvaranja aktivacionih. Kada dođe do zatvaranja inaktivacionih vrata, membranski potencijal počinje da se obnavlja nazad prema normalnih -90 mV, što predstavlja proces repolarizacije. Ponovno otvaranje natrijumovih kanala neće se dogoditi ako se prethodno MMP ne vrati na normalan nivo od -90 mV ili na približnu vrednost, tj. ako se vlakno ne repolarizuje.

## Voltažno-zavisni kalijumovi kanali

---

[[uredi](#) - [уређи](#) | [uredi izvor](#)]

Kalijumski kanal poseduje vrata na citosolskom delu membrane, koja su tokom MMP zatvorena i sprečavaju difuziju K<sup>+</sup> jona u ekstracelularnu tečnost. Porast MMP ka nuli uzrokuje konformaciono otvaranje vrata i povećan tok kalijuma ka spolja. Međutim, zbog neznatno odloženog otvaranja [kalijumovih](#) kanala, oni se otvaraju u isto vreme kada se natrijumski počnu zatvarati zbog inaktivacije. Tako istovremeno dolazi do smanjenog ulaska Na<sup>+</sup> u ćeliju i povećanog izlaska K<sup>+</sup> iz ćelije, što smanjuje nanelektrisanje i dovodi do obnavljanja normalnog mirovnog membranskog potencijala.