

KAJ SO NEVRONI IN KAKO DELUJEJO?

Navodila za izvedbo delavnic s
srednješolci



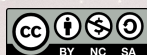
SiNAPSA
SLOVENSKO DRUŠTVO ZA NEVROZNANOST
SLOVENIAN NEUROSCIENCE ASSOCIATION



**TEDEN
MOŽGANOV**



arrs
JAVNA AGENCIJA ZA RAZISKOVALNO DEJAVNOST
REPUBLIKE SLOVENIJE



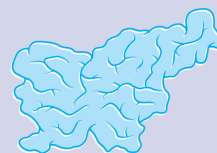
To delo je licencirano pod Creative Commons Priznanje avtorstva-
Nekomercialno-Deljenje pod enakimi pogoji 4.0 Mednarodna licenca. Za ogled
kopije licence pojdite na <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

2021 Teden možganov

Pred vami so navodila za učitelje, kako pripraviti delavnico primerno za srednješolce stare 15–19 (oz. po oceni učitelja) na temo nevronov (živčnih celic) in njihovega delovanja. Delavnica je sestavljena iz dveh delov. V prvem delu se dijaki skozi vključene aktivnosti seznanijo z zgradbo nevrna in teoretičnimi osnovami njihovega delovanja. Drugi del je namenjen nadgradnji pridobljenega znanja, kjer dijaki skozi aktivno sodelovanje spoznajo tudi osnove vpliva psihoaktivnih snovi na sinaptični prenos.

Predlagamo, da si izvedbo delavnice zastavite tako, da 1. in 2. del izvajate v dveh ločenih šolskih urah. Priporočamo, da z učenci najprej izvedete 1. del delavnice. V naslednjem koraku jim za domačo nalogo daste v branje teorijo 2. dela delavnice. Tako se bodo doma sami pripravili na naslednjo učno uro, kjer boste izvedli še 2. del delavnice.

Navodila je pripravila organizacijska skupina Tedna možganov v društvu **SiNAPSA**, slovenskem društvu za nevroznanost



SiNAPSA

SLOVENSKO DRUŠTVO ZA NEVROZKANOST
SLOVENIAN NEUROSCIENCE ASSOCIATION



**TEDEN
MOŽGANOV**

Projekt je podprla Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, **ARRS**



ARRS

JAVNA AGENCIJA ZA RAZISKOVALNO DEJAVNOST
REPUBLIKE SLOVENIJE

Ključni koncepti:

- Spoznavanje sestavnih delov živčne celice [1. del]
- Spoznavanje z osnovami delovanja živčnih celic [1. del]
- Spoznavanje delovanja in učinka psihoaktivnih snovi na živčni sistem [2. del]



1. del



Okvirni čas izvedbe:

- Teoretični uvod - 15 min
- Podajanje navodil in priprava prostora - 10 min
- Izvedba aktivnosti - 10 min
- Zaključna refleksija - 10 min

Materiali:

- Kreda za oznako prostora (aksona in dendritov)
- Istobarvni trakovi za oznako otrok kot neurotransmiterjev in istobarvni trakovi za oznako otrok kot encimov

Priporočamo vam, da začetek delavnice namenite teoretičnemu uvodu, kjer razložite osnove nevronov in sinaptičnega prenosa. Pri tem si lahko pomagata s spodnjim besedilom.

Razlaga nevrona in sinaptičnega prenosa

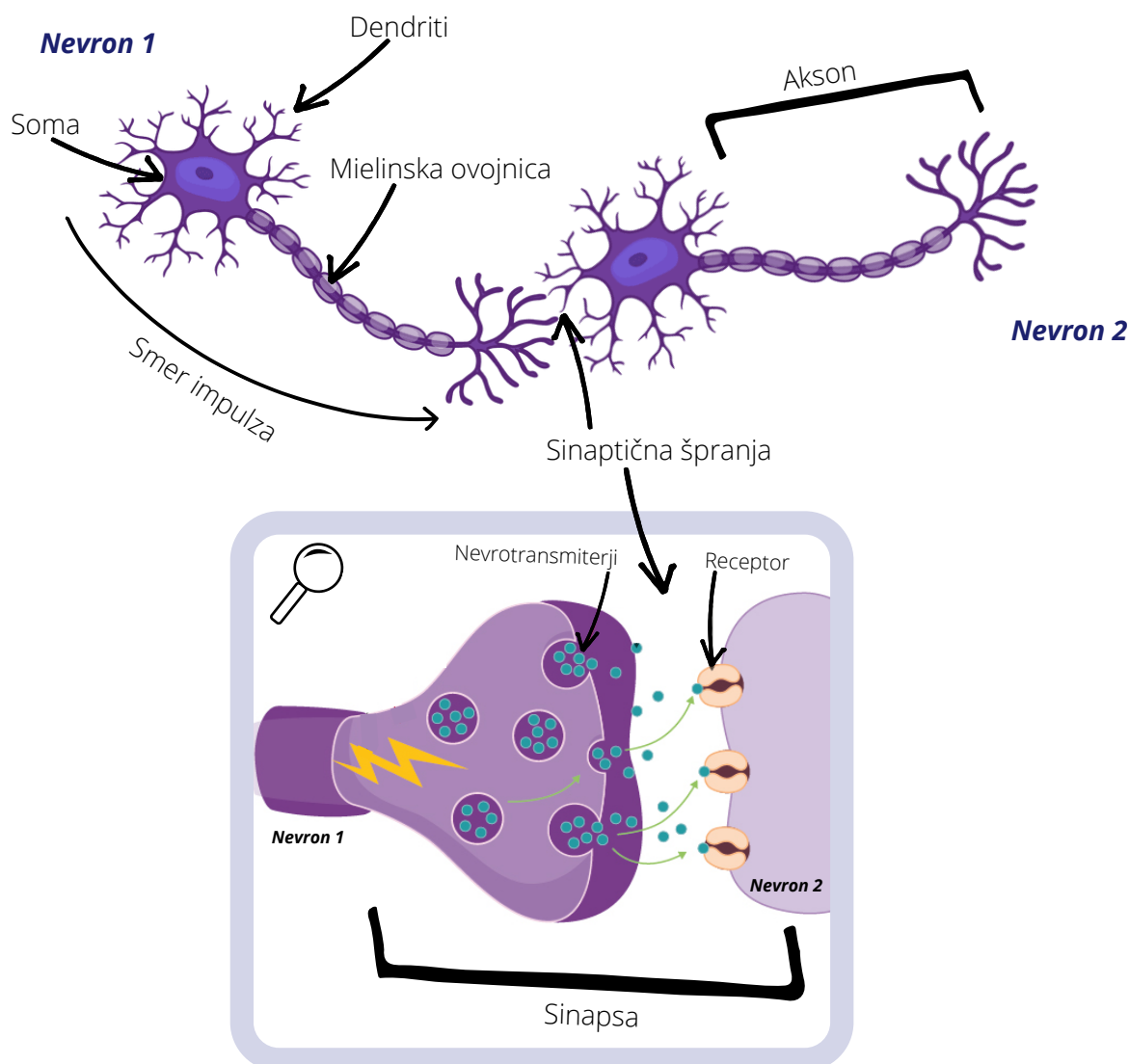
Nevroni oz. živčne celice so osnovni gradniki našega živčnega sistema. V naših možganih lahko najdemo kar 86 bilijonov nevronov! Med seboj se povezujejo v kompleksne verige in omrežja, s čimer omogočajo prenašanje informacij v našem živčnem sistemu. Prenos takšnih sporočil poteka v obliki električnih impulzov, ki se prenašajo od enega nevrona do drugega. Da bi bolje razumeli, kako takšen prenos poteka, pa si moramo najprej ogledati, kako so naši nevroni sestavljeni. **Za lažje razumevanje se na naslednji strani nahaja tudi slikovni prikaz.**

Nevrone sestavlja **telo celice (soma)** in dva niza izrastkov — **dendriti in aksoni**. **Dendriti** so krajši razvejani izrastki, ki sprejmejo nove informacije od drugih nevronov in jih prenašajo dalje do telesa nevrona. V telesu nevrona se te informacije predelajo, nato pa zopet v obliki električnega impulza potujejo vzdolž daljšega, niti podobnega izrastka — **aksona**. Akson je obdan s posebno maščobno ovojnico — **mielinom**, ki omogoča da je takšen prenos čim hitrejši.

Sporočanje med posameznimi živčnimi celicami poteka prek stikov, imenovanih **sinapse**. Sinapse so sestavljene iz presinaptičnega končiča (izrastka aksona prvega nevrona), postinaptičnega končiča (dendritnega izrastka drugega nevrona) in drobne **sinaptične špranje**, ki ju ločuje. Nevroni so namreč med seboj povezani, vendar se dejansko ne dotikajo. Med njimi so čisto majhni presledki, široki le kakih 20 milijardink metra (20 nanometrov). Električni tok te špranje ne more kar preskočiti, zato prenos informacije izvršijo kemični obveščevalci, imenovani **neurotransmiterji**.

Nevrotransmiterji so shranjeni v koncih aksonov (v živčnih končičih) v drobnih kroglastih vrečkah — **veziklih**. Ko informacija v obliki električnega impulza doseže konec aksona, se ti vezikli zlijejo z membrano živčnega končiča in nevrotransmiterji se sprostijo v sinaptično špranjo. Nevrotransmiterji nato potujejo preko špranje ter se na drugi strani vežejo na posebne beljakovinske strukture na dendritnih izrastkih naslednjega nevrona - **receptorje**. Na tak način sprožijo električno vzburjenje v novem nevronu in informacija se prenaša dalje.

Ko je informacija predana, je potrebno proces sinaptičnega prenosa ustrezno zaključiti, da bo sinapsa pripravljena na prenos novih sporočil. Prav v ta namen se v sinaptični špranji nahajajo tudi posebni **encimi**, ki odstranijo oz. razgradijo nevrotransmiterje ter s tem naredijo prostor za prihod novih živčnih prenašalcev.



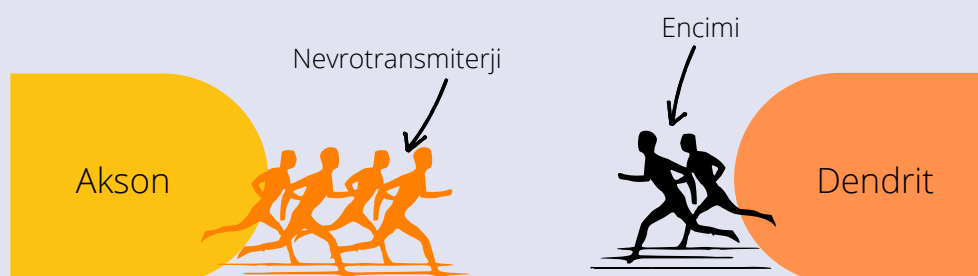
Navodila

Delavnica* Prenos neurotransmiterjev ("synaptic tag") temelji na igri, ki poleg spoznavanja z živčevjem spodbuja fizično aktivnost. Dijaki se o nevroznanosti učijo na zabaven in sproščen način.

Igra je podobna klasičnemu lovljenju z manjšimi dodatki za popestritev in izobraževanje dijakov. Pred izvedbo je potrebno poskrbeti, da je dovolj prostora za lovljenje (da se dijaki ne zaletavajo en v drugega) ter da so dijaki seznanjeni z osnovami prenosa neurotransmiterjev in vloge encimov v sinaptični špranji. To lahko storimo na več načinov. Najbolje je predstaviti otrokom shemo sinaptične špranje in predstaviti posamezne elemente ter njihovo vlogo oz. funkcijo. Temu sledi razprava, zakaj je prenos informacij pomemben za delovanje živčnega sistema. Po razlagi navodil preverimo, da dijaki razumejo pravila igre.

Dijake razdelimo v dve skupini ("neurotransmiterji" in "encimi"). Vsaka skupina pa se postavi na svojo stran učilnice. Ena stran učilnice predstavlja neurotransmiterje v živčnem končiču aksona presinapričnega nevrona, medtem ko druga stran, predstavlja skupino encimov, ki čaka v sinaptični špranji. Cilj igre je prenesti vse neurotransmiterje iz končiča prvega nevrona do receptorjev postsinaptičnega nevrona (na drugi strani prostora), ne da bi neurotransmiterje ujeli/deaktivirali encimi. Bolje je, če je število neurotransmiterjev večje od števila encimov.

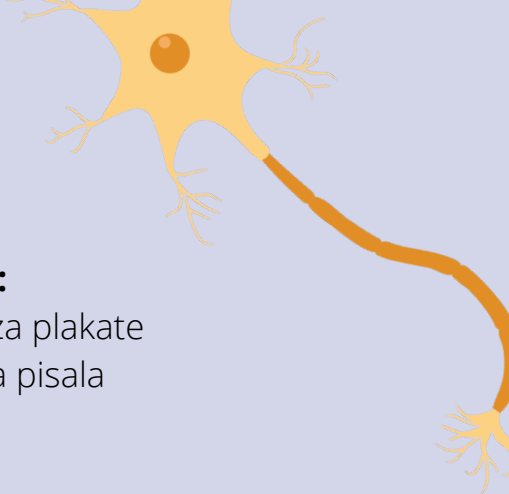
Načela igre: encimi lovijo neurotransmiterje. Na znak učitelja, neurotransmiterji tečejo skozi sinaptično špranjo kolikor hitro zmorejo, brez da bi se jih dotaknil encim. Če se neurotransmiterja dotakne encim, se mora prvi vrniti v akson in počakati na nov znak (se reabsorbira). Neurotransmiter je varen, ko mu uspe preteči razdaljo do dendrita (na drugo stran prostora). Predlagamo, da je vsak dijak enkrat neurotransmiter in enkrat encim.



Po končani aktivnosti lahko zadnje 10 minut šolske ure namenite še razpravi in refleksiji o tem, kaj so se učenci tekom učne ure naučili.

*Povzeto po "Neuroscience for kids" na <https://faculty.washington.edu/chudler/outside.html>

2. del



Okvirni čas izvedbe:

- Individualna priprava učencev doma
- Ponovitev teorije in podajanje navodil - 15 min
- Izvedba aktivnosti - 30 min

Materiali:

- Papir za plakate
- Barvna pisala

Naslednje besedilo predstavlja teoretično nadgradnjo prvega dela. Dijaki naj si spodnji teoretični del preberejo doma in se tako pripravijo na drugi del delavnice, ki ga boste izvedli skupaj.

Teoretična osnova vpliva psihoaktivnih snovi na sinaptični prenos

Aktivacija nevrona povzroči sproščanje molekul, ki omogočajo prenos informacij, to so neurotransmiterji. Ti potujejo preko ozkega prostora, sinapse, ki ga tvorita izrastek prvega nevrona, akson, in izrastek drugega nevrona, dendrit. Na površini drugega nevrona se neurotransmiterji vežejo na receptorje, ki delujejo kot sprejemniki informacije. Povezava neurotransmiterja z receptorjem poveča ali zmanjša aktivacijo drugega nevrona, odvisno za kakšne vrste neurotransmiterja gre.

Uporaba psihoaktivnih snovi (PAS) vpliva prav na te procese. Poznamo npr. PAS, ki imajo podobno strukturo kot naravni neurotransmiterji. To povzroči prenos informacij na drugi nevron brez aktivacije prvega nevrona. Tak učinek imata npr. **marihuana** in **heroin**. Posledično so te informacije popačene in nekontrolirane.

Poznamo tudi take PAS, ki povzročijo kopičenje neurotransmiterja v sinapsi, zaradi česar je aktivacija drugega nevrona prekomerna. Do tega lahko pride zaradi preobsežnega sproščanja neurotransmiterja v sinapso ali pa zaradi njegovega premajhnega odstranjevanja iz sinapse. Taki PAS sta npr. **kokain** in **amfetamin**.

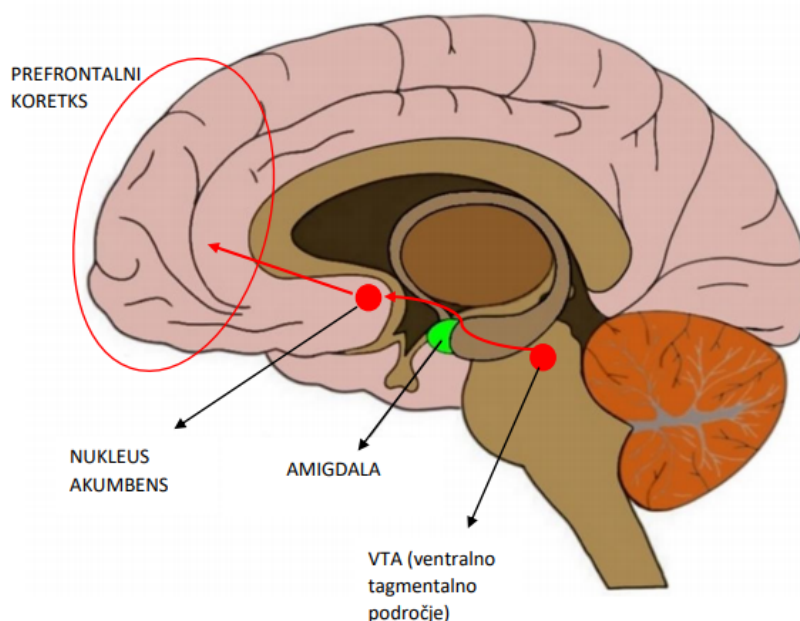
Določena PAS ima lahko kombiniran način delovanja - **nikotin**, ki se nahaja v cigaretah, deluje tako, da poveča količino in pogostost sproščanja neurotransmiterja. Rezultat je prekomerna aktivacija drugega nevrona.

Nekatere PAS, npr. **kofein**, učinkujejo tako, da preprečijo vezavo neurotransmiterja na receptorje. Ta neurotransmiter deluje tako, da zmanjša prenos informacije, pomanjkanje njegove vezave na receptor pa ima zato aktivirajoči učinek na telo (npr. budnost, hitrejše bitje srca).

Tarčni predeli možganov, na katere delujejo nekatere PAS, so t.i. **“nagrajevalni sistem”, amigdala** in **prefrontalni del možganske skorje**. **Nagrajevalni sistem** (na spodnji sliki označen z rdečima puščicama in krogcema) omogoča, da izvajamo aktivnosti, ki jih občutimo kot prijetne (npr. hranjenje in druženje s prijatelji). Nekateri PAS močno aktivirajo ta sistem, kar povzroča občutke evforije in zadovoljstva, zaradi česar želimo PAS ponovno vnesti. Hkrati pa se nagrajevalni sistem na tako pretirano aktivacijo navadi in posledično naravni dražljaji (druženje in hranjenje, ki smo jih omenili zgoraj) ne povzročijo več užitka in jih ob zlorabi PAS lahko celo popolnoma opustimo. Sčasoma ob redni uporabi tudi PAS ne povzroči dovolj prijetnega učinka, zaradi česar odvisnik postopoma viša odmere PAS, ki ga zadovolji.

Amigdala (na spodnji sliki označena z zeleno) je predel možganov, ki je aktiviran, kadar smo v nevarnosti ali drugi stresni situaciji. Do njene aktivacije pride tudi, kadar se koncentracija PAS v krvi odvisnika zniža, kar vodi do negativnih občutkov strahu in tesnobe. Odvisnik želi nov odmerek PAS, da bi te negativne občutke pregnal. Včasih je že strah pred negativnimi občutki dovolj za redno rabo PAS.

Prefrontalni del možganske skorje oz. **prefrontalni korteks** (na spodnji sliki obkrožen z rdečo) je odgovoren za naše načrtovanje, izvajanje opravil in samokontrolo. Razvije se najkasneje od vseh predelov možganov in je popolnoma razvit šele pri starosti 25 let. Zaradi tega so lahko v najstniškem obdobju nekatere odločitve bolj impulzivne in manj kritične. Nekateri PAS lahko vplivajo na njegovo delovanje, zaradi česar so naše odločitve nepremišljene. Pri odvisnikih lahko to povzroči impulzivno iskanje PAS brez samokontrole.



Navodila

Namen naslednjega dela delavnice je, da se utrdi znanje, ki so ga dijaki pridobili v prejšnjem, teoretskem delu delavnice. Dijaki se razdelijo v dve skupini in izžrebajo (ali pa se sami odločijo) katero od dveh psihoaktivnih snovi (PAS) bodo predstavili. Vsaka skupina ima nato 30 minut (ali več) časa, da naredi plakat o izbrani PAS, ki ga bodo na koncu delavnice predstavili celemu razredu. Poleg plakata dijaki pripravijo tudi vizualni prikaz delovanja PAS.

Če imajo težave, lahko odigrajo spodnja dva primera:

Dijaki preuredijo razred tako, da predstavijo akson, sinapso, in dendrit, kot v prvem delu delavnice.

Kofein:

Skupina dijakov predstavlja nevrottransmitter, ki potuje iz aksona v sinapso. To predstavlja normalno delujočo sinapso, ki ima pomirjevalni učinek na osebo. En dijak lahko predstavlja učinek takšnega delovanja sinapse na osebo, tako da se obnaša pretirano pomirjen ali zaspan.

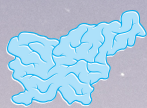
Sinapsa po pitju kave. Dva učenca predstavljata kofein, tako da ščitita dendrit pred vstopom nevrottransmitterja. En dijak lahko spet odigra učinek kofeina na obnašanje, tako da je pretirano živahen, aktiven.



Nikotin:

Na primer skupina 7 sošolcev se razdeli, tako da trije predstavljajo nikotin, štirje pa nevrottransmitterje. Najprej zaigrajo tako, da se iz označenega prostora, ki predstavlja akson, premakne v sinapso en sošolec, ki predstavlja nevrottransmitter. Potem se sošolci, ki predstavljajo nikotin premaknejo iz aksona v sinapso, in se nato postavijo na membrano dendrita. Kot posledica nikotina na receptorjih se iz aksona v sinapso premaknejo vsi ostali "nevrottransmitterji", ki s tem predstavljajo povečano aktivnost nevrona.





SiNAPSA
SLOVENSKO DRUŠTVO ZA NEVROZNAJANOST
SLOVENIAN NEUROSCIENCE ASSOCIATION



**TEDEN
MOŽGANOV**



ARRS
JAVNA AGENCIJA ZA RAZISKOVALNO DEJAVNOST
REPUBLIKE SLOVENIJE



To delo je licencirano pod Creative Commons Priznanje avtorstva-
Nekomercialno-Deljenje pod enakimi pogoji 4.0 Mednarodna licenca. Za ogled
kopije licence pojdite na <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>