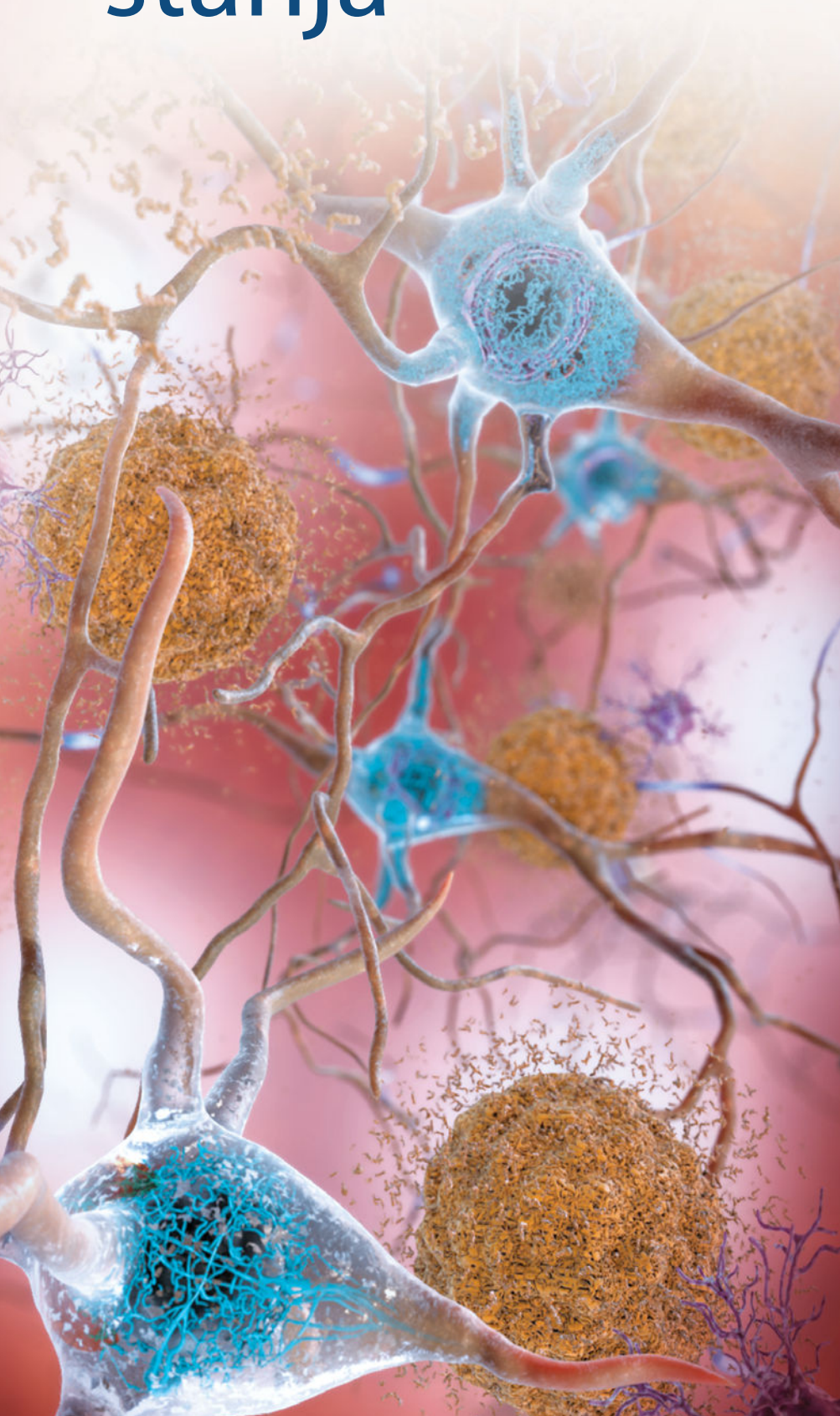


# Možganska stanja



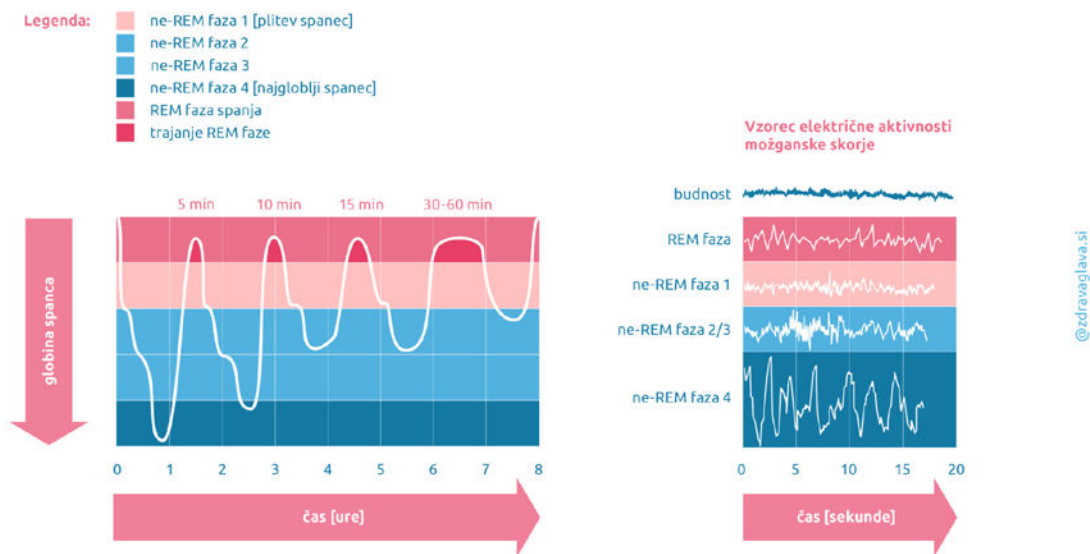
Ste že kdaj razmišljali o vzponih in padcih (angl. *ups and downs*), ki se zgodijo čez dan? Če govorimo dobesedno, smo v »vzponu,« ko smo budni tekom dneva, in »padcu,« ko ponoči spimo. Če govorimo metaforično, bi vzponi in padci lahko pomenili, da doživljamo obdobja povečane budnosti in vzdrmljenja v primerjavi z razpoloženjem, ko smo utrujeni ali sproščeni.

Zaspanost, budnost, vzdrmljenost in sproščenost so različna možganska stanja, kar pomeni, da se aktivnost možganov med vsakim od teh obdobj razlikuje. Znanstveniki raziskujejo možgane, da bi razumeli, kaj pravzaprav je spanje in kako se stanje počitka razlikuje od stanja budnosti. Raziskovanje tega področja je predvsem pomembno za ljudi, kot so zdravniki, piloti ali izmenski delavci, ki morajo kljub pomanjkanju spanja ostati zbrani in sprejemati pomembne odločitve. Raziskovanje različnih možganskih stanj lahko pomaga tudi ljudem z motnjami spanja, pozornosti ali učenja.

## SPANJE

Koliko ur spite vsako noč? Večina ljudi prespi eno tretjino svojega življenja. Čeprav se zdi, da med spanjem počivajo tudi možgani, so v tem času pravzaprav dokaj dejavni. Aktivnost možganov med spanjem je pomembna za zdravje možganov in utrjevanje spominov.

Večina ljudi se počuti utrujene in se težko osredotočajo, če ne spijo dovolj. V nekaterih primerih lahko premalo spanca oslabi voznikove sposobnosti vožnje prav toliko kot uživanje alkohola. Dolgoročni učinki pomanjkanja spanca lahko povzročijo tudi veliko tveganje za zdravje posameznikov. Več raziskav je pokazalo, da imajo ljudje



Slika prikazuje prehode med različnimi fazami spanca (levo) in prikaz značilnosti EEG posameznih faz (desno). Ponoči posameznik prehaja skozi faze spanca, vključno s fazo REM, kjer je možganska aktivnost podobna budnosti. Ko oseba zaspi, se možganski ritmi upočasnijo, njihova amplituda pa se poveča.

s pomanjkanjem spanca povečano tveganje za širok razpon zdravstvenih težav, kot so sladkorna bolezen, stres, debelost, visok krvni tlak, tesnoba, kognitivne motnje in depresija.

### Možganska aktivnost med spanjem

Znanstveniki lahko z uporabo elektroencefalografije (EEG) merijo možgansko električno aktivnost. Ko je nevron aktiven, vanj vstopajo in izstopajo ioni, kar povzroča spremembo v električni napetosti prek celične membrane. EEG elektrode, pritrjene na lasišče, zaznavajo in beležijo usklajen porast in upad električne aktivnosti več sto tisoč kortikalnih nevronov (oziroma skupni seštevek njihovih električnih nabojev), rezultat tega pa so »možganski ritmi« — ciklično naraščanje in padanje možganske aktivnosti, ki je lahko pomemben kazalnik možganske aktivnosti. V raziskavah spanja znanstveniki trenutno prepoznajo dve glavni fazi: spanje počasnih ritmov (angl. *slow wave sleep* - SWS) in spanje s hitrimi očesnimi premiki (angl. *rapid*

*eye movement sleep* - REM).

Izraz SWS izhaja iz visoke amplitude in nizke frekvence možganskih ritmov v EEG zapisih. Visoka amplituda počasnih ritmov kaže, da mnogo kortikalnih nevronov sinhrono prehaja iz depolariziranega (bolj vzdraženega) stanja v hiperpolarizirano (manj vzdraženo) stanje in obratno. Počasni ritmi se zdijo pomembni za funkcijo spanja — dlje ko ostanemo budni, več počasnih ritmov bomo doživeli med fazo SWS. Dlje ko spimo, manj pogosti postajajo počasni ritmi. Če ljudi prebudimo med fazo spanja SWS, se jih bo večina spomnila le delčkov misli, ne pa aktivnih sanj.

Sanjanje se zgodi predvsem med fazo spanja REM, ki je dobilo ime po periodičnih hitrih očesnih gibih. Možganska aktivnost med fazo REM izgleda zelo podobno kot posnetek EEG med budnostjo. Ritmi EEG imajo med fazo REM veliko manjše amplitude v primerjavi s počasnimi ritmi SWS, ker je aktivnost nevronov manj sinhronizirana — nekatere nevronske celice se depolarizirajo, medtem ko

se druge hiperpolarizirajo, kar prinese manj pozitivno (ali negativno) »vsoto« njihove električne aktivnosti, kot če bi delovale sinhrono. Paradoksalno, hitrejšo in budnosti podobno aktivnost EEG med spanjem REM spremlja atonija, izguba mišičnega tonusa, ki povzroči začasno paralizo telesa. Edine mišice, ki ostajajo aktivne, so tiste, ki omogočajo dihanje in nadzorujejo očne premike.

Ponoči se obdobja globokega spanja SWS in spanja REM izmenjujejo v 90-minutnih ciklih, pri čemer faza SWS traja 75-80 minut, nato pa 10-15 minut še faza REM. Proti jutru se delež, ki ga v posameznem ciklu zavzema faza REM, podaljšuje. Za raziskovanje motenj spanja znanstveniki pogosto uporabljajo miši, ki imajo kvalitativno strukturo (faze) spanja zelo podobno človeku. Vendar glodalci doživljajo krajše in pogostejše epizode spanja, ki trajajo 3-30 minut (včasih tudi dlje), prav tako pa več spijo skozi dan in so bolj aktivni ponoči, kar ni primerljivo z odraslimi ljudmi, ki so tipično bolj aktivni čez dan in imajo eno epizodo

spanja ponoči, ki traja približno osem ur.

### Urnavanje spanja



Kako možgani ohranjajo budnost? Ta se ohranja s pomočjo možganskih sistemov vzdrumljenosti (angl. *arousal systems*), ki nadzorujejo različne vidike stanja budnosti. Veliko se jih nahaja v zgornjem delu možganskega debla, kjer nevroni, ki so povezani s prednjim delom možganov, v prid ohranjanju budnosti uporabljajo nevrotansmitterje, kot so **acetilholin**, **noradrenalin**, **serotonin** in **glutamat**. Nevroni, ki proizvajajo **oreksin**, se nahajajo v hipotalamusu in pošiljajo projekcije tako v možgansko deblo, hrbtenjačo, talamus in bazalne ganglije kot tudi v prednji del možganov, amigdalo in do nevronov, ki proizvajajo dopamin. Iz

nevrotansmitter **histamin**, ki prav tako igra vlogo pri ohranjanju budnosti.

Ravnovesje nevrotansmitterjev v možganih je izjemnega pomena za ohranjanje določenih možganskih stanj. Na primer, ravnovesje med acetilholinom in norepinefrinom lahko vpliva na to, ali smo budni (visoka vsebnost acetilholina in norepinefrina) ali v stanju globokega spanja SWS (nizka vsebnost acetilholina in noradrenalina). Med REM-fazo noradrenalin ostaja nizek, medtem ko je raven acetilholina visoka. To zadostuje za aktivacijo talamusa in neokorteksa, kar omogoči sanjanje; v tem možganskem stanju sanje povzročajo povečano aktivnost prednjega dela možganov brez zunanjih senzoričnih dražljajev. Prednji del možganov postane aktivnejši zaradi signalov, ki jih prejme od generatorja REM-faze spanja (poseb-

### Cikel spanja–budnosti

Glavna dejavnika, ki spodbujata željo po spancu v telesu sta: čas dneva ali noči (**cirkadiani sistem**) in trajanje budnosti (homeostatski sistem). Homeostatski in cirkadiani sistem sta ločena ter delujeta neodvisno.

Cirkadiani časovni sistem ureja **suprakiazmatično jedro**, majhna skupina živčnih celic v hipotalamusu, ki ciklično (v obdobju približno 24 ur) izražajo t. i. beljakovine centralne ure (angl. *clock proteins*) ter tako uravnavajo cirkadiani ritem oziroma ritem budnosti, spanja, izločanja hormonov in drugih telesnih funkcij. Nevroni centralne ure neposredno prejemajo tudi vhodne informacije iz mrežnice očesa. Tako svetloba lahko ponastavi centralno uro in jo prilagodi dnevno-nočnim ciklom zunanega sveta, kar pojasnjuje, kako se lahko cikli spanja premaknejo, ko pri potovanju prečkamo različne časovne pasove. Poleg tega suprakiazmatično jedro pošilja signale skozi različna možganska območja, kot so VLPO in oreksinski nevroni v lateralnem hipotalamusu, ki neposredno uravnavajo vzdrumljenost.

Kaj se zgodi v možganih, ko ne spimo dovolj? Drugi sistem, ki ureja zaspanost, je homeostatski sistem, ki prispeva k zaspanosti, če smo budni dlje časa kot običajno. Pomemben dejavnik je spojina v možganih, imenovana **adenozin**. Ko smo budni dlje časa, se ravni adenozina v možganih povečajo. Povečana količina adenozina se veže na specifične receptorje živčnih celic v centrih za vzdrumljenost, kar upočasni celično aktivnost in zmanjša vzdrumljenost. Adenozin lahko poveča število počasnih ritmov med SWS-fazo. Ko je spanec daljši, se ravni adenozina in število počasnih ritmov zmanjšajo. Kofein deluje kot poživilo tako, da se

## Ravnovesje med nevrotansmitterji v možganih je ključnega pomena za ohranjanje določenih možganskih stanj.

izsledkov raziskav na podganah in opicah sklepamo, da **oreksin** spodbuja delovanje drugih nevrotansmitterskih sistemov, udeleženih pri povečani vzdrumljenosti. Oreksina (poznamo dve vrsti, oba sta majhna neuropeptida) spodbujata presnovne procese, saj se pospešeno tvorita takrat, ko koncentracija krvnega sladkorja upade zaradi učinkov inzulina. Nevroni, ki proizvajajo oreksin(e), so torej pomembni za preprečevanje nenadnega prehoda v spanje, njihovo pomanjkanje pa je povezano z narkolepsijo. Oreksinski nevroni se povezujejo tudi s hipotalamičnimi nevroni, ki vsebujejo

nih nevronov v možganskem deblu), kar vodi v hitre očesne premike in zaviranje mišičnega tonusa — značilne znake za fazo REM.

Med SWS-fazo spanja so možganski sistemi, ki nas ohranjajo budne, aktivno zaustavljeni. To povzroči skupina živčnih celic v hipotalamusu, imenovanih ventrolateralno preoptično jedro (VLPO). Celice v VLPO izločajo inhibitorna nevrotansmitterja galanin in gama-aminomasleno kislino (GABA), ki lahko zavirata nevrotansmitterske sisteme za povečevanje vzdrumljenosti. Poškodba jedra VLPO povzroči nepopravljivo **nespečnost**.

veže na adenozijske receptorje po celotnih možganih in preprečuje njihovo interakcijo z adenozinom. Rezultat tega je, da je ob prisotnosti kofeina na voljo manj adenozijskih receptorjev, kar omeji zaviralne učinke adenozina na celično aktivnost in vzdrاملjenost.

Ljudje pogosto pravijo, da morajo "nadoknaditi spanec". Vendar, ali se res lahko nadomesti izgubljeni spanec? Običajno homeostatski in cirkadiani sistem dopolnjujeta drug drugega tako, da ustvarita normalen 24-urni cikel spanja in budnosti. Kljub temu lahko aktivacija sistema vzdrاملjenosti v možganih ohranja budnost tudi po dolgem obdobju budnosti - na primer pozno učenje v noč za pripravo na pomemben izpit. V normalnih okoliščinah bo homeostatski sistem na pomanjkanje spanja odgovoril s podaljšanjem trajanja naslednjega spanja in povečanjem števila počasnih ritmov med epizodami SWS. Kot je bilo navedeno prej, je opisani pojav posledica podaljšanega časa budnosti, ki ga uravnavajo učinki adenozina.

### Motnje spanja

Najpogostejša motnja spanja, s katero se srečuje večina ljudi, je nespečnost. Nekateri imajo težave pri usnavanju, drugi zaspajo, nato pa se sredi noči prebudijo in ne morejo več zaspiti nazaj. Med pogostejše motnje spanja prištevamo tudi nekaj drugih, opisanih v nadaljevanju, vsem pa je skupno, da krnijo spanec in preprečujejo, da bi se med spanjem tudi spočili.

Prekomerna dnevna zaspanost (ne narkolepsija), ki jo zaznamuje pretirano občutenje utrujenosti čez dan, ima številne vzroke, vključno s sindromom apneje med spanjem (glej spodaj). Povečana dnevna zaspanost lahko poveča tveganje za nesreče, zlasti v prometu.



Simon Fraser University.

Elektroencefalografija (EEG) beleži električno aktivnost možganov s pomočjo senzorjev, nameščenih na glavo. Lahko zabeleži, kako se možgani odzivajo na raznolike dražljaje in aktivnosti, vključno s spanjem.

Obstruktivna spalna apneja se pojavi, ko se mišice dihalnih poti v grlu med spanjem sprostijo do te mere, da povzročijo posedanje dihalnih poti, kar ovira pretok zraka. Ljudje s sindromom spalne apneje imajo težave z dihanjem med spanjem in se zbujaajo, ne da bi vstopili v globlje faze SWS. To stanje lahko prispeva k visokemu krvnemu tlaku in poveča tveganje za srčni napad. Zdravljenje za spalno apnejo se osredotoča na zmanjšanje posedanja dihalnih poti med spanjem; preprosti ukrepi, ki lahko pomagajo, vključujejo izgubo telesne mase, izogibanje alkoholu ali pomirjevalom pred spanjem in izogibanje spanju na hrbtu. Vendar pa večina ljudi s spalno apnejo za ohranjanje odprtih dihalnih poti med spanjem potrebuje dihalne naprave. Eden od takšnih pripomočkov je tako imenovan CPAP, naprava za neprekinjen stalni pozitiven tlak dihalnih poti (angl. *continuous positive airway pressure* - CPAP), ki preko tesno prilagajajoče se obrazne maske med spanjem zagotavlja neprekinjen zračni tok pod pritiskom. V nekaterih primerih za zdravljenje pride v poštev tudi operativni poseg.

Do REM vedenjske motnje

pride, ko živčne poti v možganih, ki preprečujejo mišično gibanje med fazo REM, ne delujejo. Kot omenjeno, ljudje sanjajo predvsem v REM-fazi spanja; tako si lahko predstavljamo osebe, ki svoje sanje izživijo, vstanejo in se premikajo, kar je lahko zelo močeteče za normalen spanec. Vzrok REM vedenjske motnje v spanju sicer ni znan, vendar je pogostejša pri ljudeh z nevrodegenerativnimi boleznimi, kot so Parkinsonova bolezen, možganska kap in demence. Motnjo je mogoče zdraviti z zdravili za Parkinsonovo bolezen ali z benzodiazepinom klonazepamom, ki poveča učinke inhibitornega neurotransmiterja GABA.

### Narkolepsija: primer raziskave motnje spanja



Narkolepsija je relativno redka motnja spanja — le 1 primer na 2000 ljudi v Združenih državah — pri kateri lahko v možganih primanjkuje nevronov, ki pomagajo nadzorovati prehod v spanje, kar povzroči tudi moteno redno menjavanje ciklov. Ljudje z narkolepsijo čez dan doživljajo napade spanja, ki povzročajo nenadno zaspanost, kar je še posebej nevarno med vožnjo.

Težava je posledica izgube oreksinskih nevronov v lateralnem hipotalamusu. Ljudje z narkolepsijo naglo preidejo v spanje REM in se lahko znajdejo celo v stanju sanjanja, medtem ko so še delno budni, kar imenujemo hipnagogična halucinacija. Nekateri osebe z narkolepsijo lahko kar med budnostjo doživijo napade izgube mišičnega tonusa, podobno kot v spanju REM. Tak napad paralize imenujemo katapleksija, sproži pa jo lahko čustvena izkušnja ali celo smešna šala.

Nedavne raziskave mehanizmov narkolepsije so prinesle pomembne uvide v procese, ki nadzorujejo (zaenkrat še) nepojasnjene prehode med budnostjo, spanjem počasnih ritmov in REM-fazo. Oreksin (v lateralnem hipotalamusu) je ključen za preprečevanje nenadzorovanih prehodov v spanje REM čez dan. V raziskavi so znanstveniki pri miših preprečili izražanje gena za oreksin in spremljali njihove vzorce spanja. Ugotovili so, da miši brez tega gena kažejo simptome narkolepsije. Ljudje z narkolepsijo imajo pogosto podobno nizke ravni oreksina v možganih in hrbtenjačni tekočini.

Ker so ravni oreksina pri narkolepsiji spremenjene, so znanstveniki začeli preučevati okoliške nevrone, da bi videli, kako njihova aktivacija vpliva na miši z narkolepsijo. Ti nevroni vsebujejo koncentrirajoči hormon za melanin (angl. *melanin-concentrating hormone*), njihovo vzdraženje z uporabo tehnike, imenovane optogenetika, pa je pri miših povzročilo spanje — nasprotno od učinka stimulacije oreksinskih nevronov. Možno je, da ravnovesje med aktivacijo oreksinskih nevronov in njihovih sosedov nadzira prehod med budnostjo in spanjem. Te ugotovitve

bodo pomembne pri razvoju zdravljenja narkolepsije.

## VZDRAMLJENOST

Kaj se dogaja v našem telesu, ko govorimo pred množico? Možgansko stanje je zelo drugačno od tistega med spancem. Zaznamo lahko spremembe v dihanju, srčnem utripu in v želodcu. Mogoče nam začnejo misli begati ali pa zaganjamo paniko. Morda postanemo polni energije in navdušeni, da nastopamo pred publiko. To so primeri kompleksnega možganskega stanja, imenovanega **vzdrاملjenost**.

Poleg samega zagotavljanja budnosti vzdrاملjenost vključuje spremembe v telesu in možganih, ki zagotavljajo motivacijo za dejanja, kot so na primer poučevanje v razredu, nastopanje pred občinstvom ali osredotočanje pozornosti. Vzdrاملjenost doživljamo vsak dan med iskanjem hrane, ko občutimo lakoto, ali ko se pogovarjamo z drugimi ljudmi (med družbeno interakcijo). Vzdrاملjenost je pomembna tudi za reprodukcijo in za izogibanje nevarnosti.

Raven vzdrاملjenosti se spreminja v spektru od nizke do visoke. Ko se vzdrاملjenost spusti pod določen prag, se lahko stanje prevesi iz budnosti v spanje. V stanjih povečane vzdrاملjenosti, na primer močne tesnobe, ne moremo doseči tega praga in ostanemo budni.

## Neurotransmiterji

Med vzdrاملjenostjo morajo možgani nameniti vire določenim možganskim regijam, podobno kot center za nujne klice med požarom preusmerja vire, kot so reševalna vozila in gasilska vozila. Določene vrste nevronov v možganskih regijah,

vključenih v vzdrاملjenost, sproščajo več neurotransmiterjev, ki sporočajo preostalim delom možganov in telesa, naj bodo pozorni. Ti neurotransmiterji vključujejo dopamin (za gibanje), noradrenalin (za budnost), serotonin (za čustva) ter acetilholin in histamin, ki pomagata možganom komunicirati s telesom ter povečati vzdrاملjenost.

## Senzorični prilivi

Medtem ko neurotransmiterji zagotavljajo notranje signale za vzdrاملjenost, signali iz zunanjega sveta — kot so svetle luči (vidni dražljaji) in navijaške množice (slušni dražljaji) med koncertom — lahko prav tako spodbujajo vzdrاملjenost. Senzorični prilivi iz čutil se obdelajo v možganski regiji, imenovani talamus. Pogosto imenovan »senzorični čistilni center« (angl. *sensory clearing house*), talamus uravnava vzdrاملjenost, sprejema in obdeluje senzorične prilive iz možganskih področij, udeleženih pri delovanju čutil, kot sta vid in sluh, ter te informacije posreduje v možgansko skorjo.

## Avtonomni živčni sistem

Kaj stori telo, ko so možgani vzdrاملjeni? Retikularni aktivacijski sistem v možganskem deblu usklajuje signale, ki prihajajo iz senzoričnih vnosov in neurotransmiterjev, in omogoča telesne odzive na nezavedni ravni, saj nadzira **avtonomni živčni sistem**, ki vpliva na srčni utrip, pretok krvi in dihanje. Z nadzorovanjem teh avtomatskih procesov v telesu retikularni aktivacijski sistem vzpostavi fizično stanje vzdrاملjenosti, ki prinaša pomembne vire, kot so kisik in hranila, v dele telesa, kjer so potrebni.

Spremembe, ki se zgodijo v možganih in telesu med vzdrاملjenostjo, nam omogočajo, da smo pozorni in osredotočeni, kar nam

pomaga hitro obdelovati informacije. S tem lahko izberemo ustrezno čustveno reakcijo ali telesno dejanje za dano situacijo.

### Spolno vzburljenje

Številni kompleksni možganski in endokrini (hormonski) sistemi prispevajo k spolni vzburljenosti in vedenju, vendar so možganske regije, nevrottransmiterji in telesni sistemi podobni tistim, ki so vključeni v splošno vzdramljenost. Razlikovalni dejavnik je, da spolna vzburljenost vključuje tudi hormone, kot sta **estrogen** in **testosteron**, ki nato aktivirajo nevrone za sprostitve enakih nevrottransmiterjev, kot se sproščajo med splošno vzdramljenostjo. Številne raziskave na ljudeh in živalih poročajo o interakcijah med spolnimi hormoni in nevrottransmiterji, kot so dopamin, serotonin, GABA in glutamat. Raziskovalci so tudi ugotovili, da možganske regije, kot so hipotalamus, amigdala in hipokampus, vsebujejo številne receptorje za estrogen in progesteron ter da možganske regije, ki posredujejo občutke nagrade (nucleus accumbens) in užitka (amigdala) spodbujajo spolna vedenja. V splošnem je prisotnost spolnih hormonov ključna za opredelitev možganskega stanja spolne vzburljenosti.

### POZORNOST



Če trenutno ohranjamo **pozornost**, bi se to moralo odražati v merljivih spremembah našega srčnega utripa, dihanja in pretoka krvi. Če se sliši znano, je to zato, ker te fiziološke spremembe nastanejo tudi med vzdramljenjem, ki je potrebno za budnost in pozornost. Kot je bilo že omenjeno, stanje vzdramljenosti olajša hitre odzive na okolje. Da bi sprejeli odločitve o tem, kaj storiti, se

moramo osredotočiti na to, kaj se dogaja v okolju, še posebej v zvezi z vsem, kar je pomembno za naše cilje. Na primer, če je cilj, da pobegnemo pred medvedom, moramo biti pozorni in paziti na to, kam bežimo, da se ne spotaknemo in pademo. Znanstveniki so teoretizirali, da stanje vzdramljenosti pospešuje obdelavo in izboljšuje razumevanje podrobnosti v okolju. Sicer bi možgani potrebovali ne-

osredotočimo na število pojavitev besede "se" na tej strani. Znanstveniki prepoznava dve vrsti pozornosti, ki vključujeta različne možganske procese: prostovoljno (endogeno) pozornost in neprostovoljno (ekso-genno) pozornost.

Prostovoljna pozornost se pojavi, ko sami izbiramo, na kaj se osredotočamo — na primer, ko iščemo ljubljeno osebo v množici. Deli

## Znanstveniki prepoznava dve vrsti pozornosti, ki vključujeta različne možganske procese: prostovoljno pozornost in neprostovoljno pozornost.

skončno količino časa in energije za obdelavo vseh senzoričnih prilivov iz čutil (zvokov, podob, vonjev in drugih zaznav), saj se okolje ves čas spreminja.

### Osredotočenost

Tudi pri opravljanju več nalog hkrati je nemogoče, da bi možgani obdelali vse informacije, ki jih prejemo. Namesto tega se v enem trenutku osredotočamo na eno stvar. Pozornost je izjemna sposobnost, ki nam omogoča nadzor in zmožnost, da prilagodimo pozornost specifičnim lokacijam, različnim časovnim razponom in temam dogajanja. Usmerimo pozornost na stran, ki jo trenutno beremo. Čeprav lahko vidimo celotno stran, se osredotočamo le na eno vrstico hkrati. Lahko pa preusmerimo pozornost v preteklost, ko smo pred nekaj minutami brali o vzdramljenju. Ali pa lahko popolnoma prezremo stavke in se

možganov, kot so čelni in temenski režnji, so dejavni, ko nadziramo svojo pozornost ali jo usmerimo proti določenemu predmetu ali lokaciji. Neprostovoljna pozornost se pojavi, ko nekaj v okolju (na primer nenadni hrup ali premik) pritegne našo pozornost. Neprostovoljna pozornost je odvrčanje od naših izbranih ciljev, raziskovalci pa med raziskovalnimi eksperimenti pogosto uporabljajo tudi predmete, ki odvrčajo pozornost. Moteči dejavniki lahko vključujejo čustvene elemente, kot so slike družine ali slike brez posebnega čustvenega naboja, ki izstopajo od drugih dražljajev, na primer rdeč krog, obdan s sivimi kvadrati. Možganske regije v desni hemisferi, ki jih skupno imenujemo ventralno frontalno-parietalno omrežje, tvorijo sistem, ki obdeluje nove in zanimive dražljaje, ki nas odvrčajo od naloge, ki jo izvajamo. Raziskave o pozornosti nam lahko pomagajo razumeti vizu-

alne naloge, učenje, otrokov razvoj in motnje pozornosti.

### Motnje pozornosti



Daljša obdobja koncentracije, kot je 3-urno predavanje, lahko za mnoge ljudi predstavlja težavo. Nekaterim se je težko osredotočiti že za kratek čas. Več motenj, ki vplivajo na sposobnost koncentracije, so motnja pomanjkanja pozornosti s hiperaktivnostjo (angl. *attention deficit hyperactivity disorder* - ADHD), shizofrenija, prozopagnozija in sindrom hemineglekta. Morda se zdi nenavadno obravnavati shizofrenijo kot motnjo pozornosti, vendar nekatere psihiatrične raziskave kažejo, da vključuje pomanjkanje selektivne pozornosti. Prozopagnozija ali nezmožnost prepoznavanja obrazov je kognitivna motnja, pri kateri oseba ne more prepoznati obrazov — niti lastnih družinskih članov. Resnost te motnje se pri ljudeh razlikuje, na kar bi lahko vplivali tudi genetski dejavniki. Motnje pozornosti imajo različne vzroke, vendar se bomo osredotočili na sindrom hemineglekta, ki ga povzroči poškodba skorje desnega temenskega režnja, možganske regije, pomembne za neprostovoljno pozornost.

Od 50 do 82 odstotkov bolnikov, ki doživijo možgansko kap v desni možganski polobli, doživi sindrom hemineglekta oziroma zanemarjanja polovice telesa ali prostora na nasprotni strani od okvare. V tem primeru bolniki torej zanemarjajo levo stran svojega vidnega polja, včasih pa tudi levo polovico lastnega telesa in predmetov pred seboj. Če jim naročimo, naj prerišejo sliko metulja ali gradu, bodo bolniki s tovrstno okvaro levo polovico slike narisali površno ali pa sploh ne. Raziskave na bolnikih s sindromom

hemineglekta prispevajo k našemu razumevanju rehabilitacije po možganski kapi, pa tudi vloge desnega parietalnega korteksa pri pozornosti in zaznavanju.

### POČITEK: OMREŽJE PRIVZETEGA NAČINA



Kakšna je razlika med možgansko aktivnostjo, ko smo osredotočeni in ko počivamo? V obdobjih počitka in sprostitve običajno ostanemo brez zahtevnih misli ali zapletenih nalog. V teh trenutkih so aktivni določeni deli možganov, ki so vključeni v t. i. **omrežje privzetega načina** (angl. *default mode network*). Aktivnost omrežja privzetega načina si lahko predstavljamo kot osebno uspavanko ali seznam predvajanja, ki se vklopi, ko želimo počivati. Aktivnost omrežja privzetega načina se zmanjšuje (uspavanka postane tišja), ko začnemo izvajati ali razmišljati o zahtevni nalogi. V raziskavah na ljudeh so z uporabo slikovnih tehnik, kot sta funkcijska magnetna resonanca (fMRI) in pozitronska emisijska tomografija (PET), identificirali možganske regije, ki pripadajo omrežju privzetega načina. Te možganske regije, ki so vpletene v čustva, osebnost, vpogled v lastno čustveno stanje in vedenje (introspekcijo) ter spomin, vključujejo sprednje možganske regije (ventromedialni prefrontalni korteks, dorzomedialni prefrontalni korteks in anteriorni cingulatni korteks) ter posteriorni cingulatni korteks, lateralni parietalni korteks in prekuneus.

Čeprav natančna vloga omrežja privzetega načina ni povsem jasna, funkcije vključenih možganskih regij dajo slutiti o njegovem

namenu. Raziskave o čustvih so razkrile, da je aktivnost v ventromedialnem prefrontalnem korteksu (angl. *prefrontal cortex* - PFC) neposredno povezana s stopnjo anksioznosti, ki jo preiskovanec občuti med opravljanjem naloge — kar kaže, da omrežje privzetega načina morda igra vlogo pri regulaciji čustev in razpoloženja. Aktivnost v dorzomedialnem PFC (regiji, vpleteni v introspektivne misli), se poveča, ko oseba počiva in sanjari. Dorzomedialni PFC je prav tako vpleten v misli, ki se odvijajo neprekinjeno, in misli o sebi v preteklosti, sedanjosti ali prihodnosti (avtobiografski jaz). Vloge teh regij kažejo, da omrežje privzetega načina morda deluje tudi pri samopodobi in našem doživljanju sebe v času.

Zadajšnje možganske regije omrežja privzetega načina (posteriorni cingulatni korteks, lateralni parietalni korteks in prekuneus) postanejo bolj aktivne, ko se posameznik spominja konkretnih spominov iz preteklih izkušenj. Te možganske regije so povezane s hipokampusom, ki je pomemben za učenje in oblikovanje spominov. Tako hipokampus kot omrežje privzetega načina sta bolj aktivna, ko oseba zvečer počiva, in manj aktivna ob zgodnjem prebujanju. Ti vzorci kažejo, da omrežje privzetega načina pomaga obdelovati in pomniti dogodke dneva.

Bodoče raziskave, ki bodo uporabile posnetke aktivnosti iz notranjosti možganov, bo mogoče združiti s slikanjem fMRI, da nam bodo povedale več o vzorcih možganske aktivnosti omrežja privzetega načina in kako možganske regije usklajujejo svojo aktivnost med opravljanjem nalog, ki izkoriščajo funkcije tega omrežja. ■