

MOZGANI IN SANJE

Prof. dr. ZVEZDAN PIRTOŠEK je specializiral nevrologijo na Univerzitetnem kliničnem centru v Ljubljani, v letih 1987–1994 pa se je na vodilni evropski nevrološki ustanovi Queen Square v Londonu izpopolnjeval s področja nevrodegenerativnih bolezni in kognitivne nevrofiziologije. V Ljubljani je prevzel klinično delo na področju nevrodegenerativnih bolezni, zlasti demenc in parkinsonizma, ter uvedel pionirske metode zdravljenja in moderen multidisciplinarni in timski način obravnave kroničnega nevrološkega bolnika. Od leta 2008 je predstojnik Kliničnega oddelka za bolezni živčevja na UKC Ljubljana in od leta 2012 predstojnik Katedre za nevrologijo Medicinske fakultete UL, predava tudi na Filozofski fakulteti in Pedagoški fakulteti ter je med ustanovitelji meduniverzitetnega srednjeevropskega študija kognitivne znanosti.



Sanje so oblika zavesti, ki se javlja med spanjem in ki jo zaznamujejo znotraj možganov ustvarjene čutne (senzorične), miselne (kognitivne) in čustvene (emocionalne) izkušnje. Svet, ki ga doživljamo v sanjah, je v veliki meri odraz realnega sveta, a ga presega. Obarvan je lahko z močnimi, velikokrat negativnimi čustvi in prepleten z bizarno medigro spominov, v katerih so časovne in prostorske meje zabrisane. Sanj ne moremo zavestno nadzirati, le redko se to dogaja med t. i. lucidnimi sanjami, za katere je značilno samozavedanje tistega, ki sanja.

BESEDILO: ZVEZDAN PIRTOŠEK

V zadnjih desetletjih je naše znanje o delovanju možganov izjemno napredovalo in razjasnilo mnoge skrivnosti ter razblinilo mnoge mite. Tudi tiste o sanjah. Nevroznanost je v 20. stoletju postala del oneironologije, vede o sanjah. Prvi začetki nevroloških raziskav področja sanj segajo v petdeseta leta prejšnjega stoletja, ko sta Eugene Aserinsky and Nathaniel Kleitman odkrila stanje REM, psihofiziološko stanje, ki se javi med spanjem vsakih 90 minut. Spanje namreč razdelimo na več stopenj. V začetnih stopnjah spanja se aktivnost možganov zmanjšuje, v fazi REM pa se deli možganov ponovno aktivirajo in delujejo podobno kot med budnostjo – pravzaprav so še bolj aktivni, javijo se hitri gibi zrkel (angl. *Rapid Eye Movement* – REM), pospešeno dihanje in bitje srca, pretok krvi skozi možgane se kar podvoji. Pa vendar je ta reaktivacija drugačna, selektivna: zajame le nekatere predele možganov, drugi njihovi deli možganov pa se istočasno izključijo. Vključijo se predeli za obdelavo notranjih, v možganih nastalih dražljajev, izključijo pa tisti za obdelavo zunanjih dražljajev. Na zunaj se to vidi tako, da telo ostaja negibno in ohlapno. Čeprav sanjamo v vseh stopnjah spanja, pa so sanje najbolj izrazite, bogate in strukturirane ravno v fazi REM. Povprečno ponoči sanjamo tri- do petkrat, z minevanjem noči pa sanje postajajo vse daljše (od 10 minut na začetku noči do 20 minut proti jutru) in vse bolj žive, obarvane in čustveno bogate. Vsako noč preživimo v svetu sanj

dve uri, prespimo pa približno tretjino svojega življenja. V celem življenju presanjamo okoli šest let, a 90 odstotkov sanj pozabimo v desetih minutah po prebujenju.

Poglejmo si bolj podrobno, kateri deli možganov se vklopijo in kateri izklopijo, medtem ko v fazi REM sanjamo. Gre za medigro treh predelov možganov.

MOŽGANSKO DEBLO

Možgansko deblo je najgloblji del možganov in evolucijsko najstarejši predel, ki ga imajo že plazilci. Možgansko deblo se v spanju občasno vključuje in nekateri menijo, da se prav tu generira stanje REM. Možgansko deblo izloča snov acetilholin in občasni pulzni valovi aktivnosti acetilholina iz srednjega dela možganskega debla (ponsa) vključujejo in izključujejo scenske podobe sanj, ki nastajajo v višjih predelih možganov. Pri vključevanju in izključevanju sanjskih podob pa so pomembni še drugi živčni prenašalci – noradrenalin, serotonin in dopamin, ki tudi nastajajo v možganskem deblu. Dopamin po dveh poteh deluje na predele višje ležčega limbičnega dela (mezolimbicna pot) in frontalnega režnja, tik za očmi (frontoorbitalni korteks – mezokortikalna pot). Ti dve poti sta velikega pomena za motivirano vedenje in pričakovanje nagrade. Prekinitve dopaminergičnih poti lahko povzroči popolno izgubo sanj. Zdravila, ki vzpodbujajo dopaminergične poti (npr. levodopa, zdravilo pri parkinsonovi bolezni) povečajo frekvenco sanj, sanje so bolj iz-

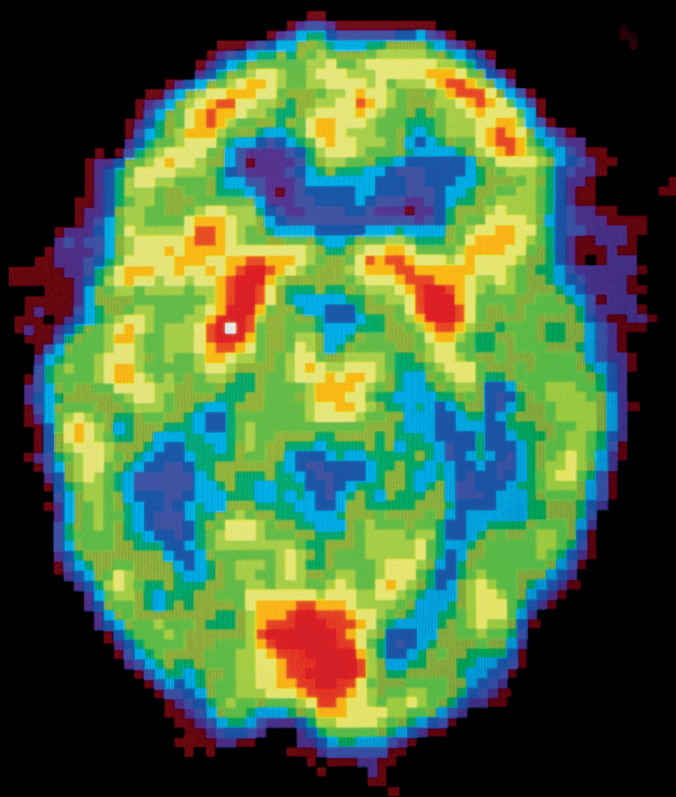
razite, žive in emocionalne, pri tem pa se ne spremeni struktura spanja REM. Zdravila, ki dopaminergične poti zavirajo (najbolj znani so antipsihotiki) pa količino in izraznost sanj zmanjšujejo.

LIMBIČNI SISTEM

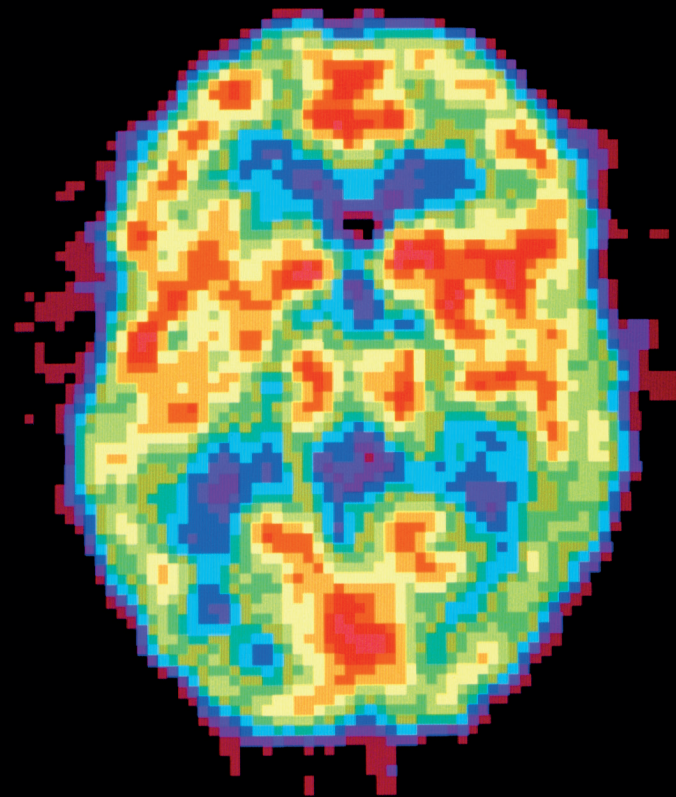
»Srednji« del možganov ali limbični sistem se pojavi pri zgodnjih sesalcih in je odgovoren za čustva in spomin. Prav limbični sistem je končna postaja zgoraj opisane dopaminergične mezolimbicne poti. Rosalind Cartwright opozarja na dejstvo, da je večina sanj emocionalno obarvana, predvsem s strahom, nelagodjem in tesnobo, obenem pa vsebinsko sanjamo to, kar smo v življenju že videli, slišali, občutili – preplet spomina in čustev. Najpomembnejša limbična struktura za negativne emocije je amigdala, za spomin pa hipokampus.

MOŽGANSKA SKORJA

»Najvišji« del možganov, možganska skorja, je evolucijsko najmlajši: tu sta pomembna dva predela, od katerih je prvi v sprednjih predelih možganov (čelni režnji), drugi pa v zadnjem predelu, na stičišču zatilnega, senčnega in temenskega režnja (parieto-temporo-okcipitalni predel, PTO). V skorji čelnega dela možganov, zlasti v predelu sprednjega gornjega in stranskega čelnega režnja, ki ga zdravniki imenujejo s strokovnim izrazom dorzolateralni prefrontalni (DLPF) korteks, se porajajo racionalne odločitve, delovni spomin, jezik, logika, abstraktno razmišljanje, s kate-



TOMOGRAFIJA MOŽGANOV
V BUDNEM STANJU.



TOMOGRAFIJA MOŽGANOV
V FAZI REM.

Fotografiji: Guliver/Getty Images

rim sledimo rdeči niti pri miselnih ali gibalnih procesih. PTO predel pa je povezan z najvišjo stopnjo celostnega zaznavanja in povezovanja vidnih, slušnih, telesno-položajnih in gibalnih dražljajev; tu se zaznave pretvarjajo v abstraktne ideje in dolgoročne spomine; tu se porajajo mentalne podobe in scene. Poškodba PTO predela (npr. zaradi kapi, tumorja, demence) bo lahko povzročila popolno izgubo sanj, poškodba v nižjih predelih zaznavnih poti pa bo sanje le delno prizadela oziroma spremenila.

ČUSTVENE IN NELOGIČNE

Med sanjanjem v fazi REM se intenzivno vključijo starejši, globlji predeli in izključijo novi, zlasti v predelu frontalnega režnja. Vključitev *čustvenega dela* limbičnega predela je odgovorna, da so naše sanje skoraj vedno obarvane s čustvi, pri čemer prevladujejo zlasti negoto-

vost, strah, tesnoba in zmedenost – kar odkriva veliko vlogo amigdale, jedra za negativna čustva, ki vodijo v umik ali borbo. Vključenost mezolimbicne poti daje sanjam motivacijsko kakovost, vključenost *spominskega dela* limbičnega sistema in PTO predela pa napolni naš sanjski svet s kompleksnimi situacijami, prostori, predmeti in obrazi, zaznavnimi občutki gibanja, ki so del naše življenjske izkušnje.

In vendar so te kompleksne, čustvene in motivacijsko poudarjene sanje samo sanje – ostajajo neloგიčne, pravljичne, nepovezane, med sanjanjem ne moremo vstati, se jih ubraniti ali gibalno izživeti. Zakaj? V fazi REM se izključijo predeli možganov, ki omogočajo gibanje telesa, in predeli, ki so pomembni za logiko in abstraktno razmišljanje. Izključitev DLPF korteksa v čelnem korteksu med sanjanjem onemogoči logiko in smiselno zaporedje. Ker pa so poleg DLPF korteksa za

racionalno sklepanje odgovorni še drugi predeli možganov, sanje vseeno niso popolnoma brez razumske osnove. Stanfordski psihofiziolog Stephen LaBerge je pokazal, da med lucidnimi sanjami ostaja vsaj delno vključen ravno ta predel, kar nam v trenutkih tega stanja omogoča zavestno izbiro poteka sanj, aktivno razmišljanje in logično sklepanje.

Se pa v fazi REM ustavi tudi izločanje mnogih živčnih prenašalcev (noradrenalin, serotonin, histamin). V budnem stanju nam ti omogočajo, da zaporedne podobe in situacije vzdržujemo v logično strukturiranem zaporedju in se jih dobro spominjamo; med sanjami pa njihova izključitev zlomi to zaporedno

Nevroznanost bo verjetno
kmalu zmogla registrirati
vsebino sanj.

strukturo, zato se sanje razvijajo naključno, kaotično in jih hitro pozabimo.

NEVROZNANOST

Nevroznanost je pred kratkim naredila prve korake v smeri dekodiranja sanj. Kamitani in njegovi sodelavci so prebujali preiskovance iz sanj in z metodo funkcijskega slikanja možganov poskušali uganiti, o čem so sanjali. Rezultati so revolucionarni, čeprav skromni – znanstveniki so pravilno ugotovili predmet sanj, če so jim ponudili dve možnosti (npr. človek ali avto), in to za podobe, ki so jih sanjali do 15 sekund pred prebujanjem. Nevroznanost bo verjetno kmalu zmogla registrirati vsebino sanj; še daleč pa smo seveda do tega, da bi zmogli zajeti celotno fenomenologijo sanj, vključno s čustveno noto in tistim edinstvenim občutjem, ki ga filozofi radi poimenujejo z izrazom *qualia*.

O smislu in namenu ter interpretaciji sanj je bilo v psihološki, filozofski in religiozni literaturi veliko napisanega. Od nekdaj si je človek, ki sanja, zastavljal vprašanja – mi sanje kaj sporočajo? In znanstvenik – imajo sanje svoj namen? So morda le slučajni stranski učinek nekega drugega možganskega procesa, same pa le živopisen, a v bistvu prazen in nesmiseln rezultat proženja možganskih celic, medtem ko spimo.

Sanje so interpretirali že v stari Mezopotamiji. V vzponu civilizacije in še dolgo potem so jih povezovali predvsem z voljo in sporočili prednikov, bogov (Grki, Rimljani, abrahamske religije), hudiča in zla (protestantizem) in z obstojem vzporednega sveta, v katerem med spanjem blodi duša (Upaništade, stari kitajski teksti). Freudova psihoanalitična teorija se je v veliki meri naslanjala na podzavest in sanje, ki se jim je posebno posvetil v svoji knjigi Interpretacija sanj. Freudovo teorijo sanj so nevroznanstveniki sčasoma opuščali, čeprav se je kasneje pojavila v nekoliko spremenjeni obliki – tako je Eugen Tarnow menil, da gre pri sanjah za kontinuirano aktivnost dolgoročnega spo-

mina, ki ga doživljamo tudi med budnim stanjem (ko pa seveda deluje realitetna kontrola). Ko sta Penfield in Rasmussen z elektrodami dražila možgansko skorjo (v kateri so vskladiščeni dolgoročni spomini), sta opisovala, da so tako izzvane podobe, občutki in glasovi imeli nekakšno sanjsko razsežnost.

SMISEL SANJ

Nekateri znanstveniki menijo, da sanje nimajo prav nobene adaptivne funkcije, so zgolj stranski učinek, epifenomen možganskih procesov bitja, ki misli in spi. Večina ljudi čisto normalno živi in deluje, čeprav se le redkokdaj spomnijo svojih sanj. V primeru, da so sanje zgolj epifenomen, bi pač odražale naključna proženja podob zaradi naključnega proženja možganskih celic in krogov iz globljih predelov možganov. Zgodba, ki nam jo sanje izrišejo, je posledica poskusa aktivnih novejših delov možganov, da dražljaje osmislijo.

Mnogi znanstveniki pa menijo, da imajo sanje evolucijsko funkcijo.

scenarijev v sanjah krepi naše primarne obrambne mehanizme in sposobnosti, daje nam evolucijsko prednost in več možnosti za preživetje. Lahko je specifično za situacije, ki se lahko pripetijo v našem življenju (napad zveri pri naših daljnjih prednikih) ali pa bolj splošno, nespecifično, ob njem pa se aktivirajo fiziološki mehanizmi, pomembni za boj ali beg.

V prid tej teoriji bi govorilo dejstvo, da je prevladujoča emocionalna in vsebinska nota sanj negativna – negotovost, strah, tesnoba, pa tudi, da je pogosta vsebina sanj tudi seksualna; mlajše ženske velikokrat sanjajo tudi o nosečnosti ali porodu. Tovrstno obarvane sanje naj bi po tej teoriji vzpodbujale nagone reprodukcije.

V nevroznanosti danes prevladuje teorija, da so sanje odraz procesa, ko možgani proučujejo vse senzorične, kognitivne, motorične in emocionalne vzorce, ki so se v možganske mreže vtisnili čez dan, vtise prečiščujejo in nekatere brišejo ali potisnejo v ozadje, dru-

V fazi REM se izključijo predeli možganov, ki omogačajo gibanje telesa, in predeli, ki so pomembni za logiko in abstraktno razmišljanje.

Stanje REM je nevrofiziološko in fenomenološko zelo podobno refleksnemu stanju t. i. tonične obrambe, prastarega obrambnega mehanizma, ko žival ob napadu negibno zamrzne, kot da je mrtva. Pri človeku naj bi šlo za počasno spremembo, razvoj – skozi deset milijonov let – obrambne omrtvelosti v spanje tipa REM.

Nekateri menijo, da gre pri sanjah za razmišljanje in reševanje problemov v spremenjenem biokemičnem okolju spečih možganov. Mark Blechner opozarja, da lahko prav med spanjem in sanjanjem rešimo probleme na ustvarjalen in lahkoten način. Spet drugi (Antti Revonsuo) menijo, da sanje predstavljajo simulacijo nevarnosti, ki nas lahko doleti v resničnem svetu. Preigravanje možnih, za življenje nevarnih

ge pa utrjujejo in skladiščijo v spominske predele. Okrepitev teh vtisov se izrazi kot zvezna zgodba, ki ji vsaj kratek čas v sanjah in seveda v budnem stanju pripovedanja sanj lahko sledimo in se je tako spominjamo. Dejstvo, da med intenzivnim učenjem npr. tujega jezika več in bolj intenzivno sanjamo, podpira to teorijo.

Z novimi metodami, zlasti s funkcijskimi slikanji, nevroznanost ponuja nove odgovore na prastara vprašanja. Čeprav množica novih podatkov o procesu sanjanja nakazuje možne odgovore, pa ti podatki odpirajo vedno nova vprašanja. In vendar lahko rečemo: nastopil je čas, da – tudi po zaslugi nevroznanosti – zavržemo iracionalne, špekulativne in mistične teorije o sanjah. ■