

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

ZAKLJUČNA NALOGA
NEVROBIOLOŠKE OSNOVE SANJ

SANJA VUJMILOVIĆ

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Zaključna naloga

Nevrobiološke osnove sanj

(Neurobiology of dreaming)

Ime in priimek: Sanja Vujmilović

Študijski program: Biopsihologija

Mentor: izr. prof. dr. Anton Grad

Koper, avgust 2017

Ključna dokumentacijska informacija

Ime in PRIIMEK: Sanja VUJMILOVIĆ

Naslov zaključne naloge: Nevrobiološke osnove sanj

Kraj: Koper

Leto: 2017

Število listov: 45

Število referenc: 53

Mentor: izr. prof. dr. Anton Grad

Ključne besede: spanje, nevrobiologija, sanje, motnje spanja, možgani

Izvleček:

Če želimo dobro razumeti sanje, moramo najprej poznati spanje in vlogo možganov pri tem procesu. Med spanjem namreč možgani delujejo po drugačnih "pravilih" kot v budnosti, kar privede do najrazličnejših izkušenj med spanjem. Kljub temu da danes vemo, da ne sanjamo le v fazi REM spanja, je proučevanje sanj v tej fazi še vedno najpogostejše. Možganska aktivnost med REM spanjem je precej podobna aktivnosti v budnem stanju, z izjemo deaktivacije dorzolateralnega prefrontalnega korteksa in še nekaterih drugih frontalnih področij. Prav ta specifična aktivnost možganov bi bila lahko v kombinaciji s hormonskimi in nevrokemijskimi spremembami vzrok za nastanek sanj. Poseben del sanj predstavljajo lucidne sanje, za katere je značilna možnost nadzora poteka sanj. Med lucidnimi sanjami se aktivirajo tudi nekateri predeli, ki sicer med sanjanjem niso aktivni, npr. dorzolateralni prefrontalni korteks. Pomemben del proučevanja sanj predstavlja nevrobiologija motenj spanja in sanj. Gre za področje, ki je pomembno tudi iz kliničnega vidika. Od odkritja REM spanja to fazo veliko bolje razumemo, neposredno s sanjami pa so se ukvarjali v redkih raziskavah. Področje sanj torej nudi širok spekter možnih tem, ki se jih bodo lahko raziskovalci v prihodnosti lotili.

Key words documentation

Name and SURNAME: Sanja VUJMILOVIĆ

Title of the final project paper: Neurobiology of dreaming

Place: Koper

Year: 2017

Number of pages: 45

Number of references: 53

Mentor: Assoc. Prof. Anton Grad, PhD

Keywords: sleep, neurobiology, dreams, sleep disorder, brain

Abstract:

If we want to fully understand dreams we must first understand the the process of sleeping and the role brain has in this process. During sleep brain works differently as in waking state, which can lead to different sleeping experiences.

Today we know we do not dream only in REM phase, but research of dreams in this state is still the most common. Brain activity during REM sleep is similar to brain activity in waking state with the exclusion of deactivation of dorsolateral prefrontal cortex and some other frontal areas. This specific brain activity in combination with some hormonal and neurochemical could be the reason we dream.

Lucid dreams are a specific kind of dreams during which a person has an ability to control the course of a dream. Dorsolateral prefrontal cortex is an area that is activated during lucid dreaming, but not during normal dream.

A special part of sleeping and dreaming research is neurobiology of sleep and dream disorders. It is a field very important also from clinical perspective.

Ever since the discovery of REM sleep, we know and understand this phase much more than we did in the past. It is the direct research of dreams that was not so common in recent years. Dreaming research offers a broad spectrum of possible themes that could be in the center of the future research.

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem svojemu mentorju, izr. prof. dr. Antonu Gradu, za vso pomoč pri izdelavi naloge in času, ki mi ga je posvetil.

Zahvalila bi se rada tudi svoji družini, mami in očetu, ki sta mi omogočila študij ter sestri, ki mi je z vso ljubeznijo in potrpljenjem stala ob strani v vseh lepih in slabih trenutkih.

Zahvala gre tudi sošolki Sari za podporo ter nesebično pomoč tekom študija.

HVALA!

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	1
1.1	Namen dela in raziskovalna vprašanja.....	3
2	SPANJE.....	4
2.1	REM in NREM spanje.....	4
2.2	Fiziologija spanja.....	5
2.2.1	Možgani med spanjem.....	6
2.2.2	Dihanje	6
2.2.3	Temperatura telesa in možganov	7
2.2.4	Hormoni.....	7
3	SANJE.....	9
3.1	Prevladujoči pogled na sanje	10
3.1.1	Vpliv budnosti na sanje	10
3.1.2	Kulturni vpliv na sanje	11
3.1.3	Vpliv čustev na sanje.....	11
3.2	Težave proučevanja sanj	13
3.2.1	Nimamo neposrednega dostopa do sanj	13
3.2.2	Nimamo jasne opredelitve sanj.....	14
3.3	Kdo sanja in kako pogosto?	14
4	NEVROBIOLOGIJA SANJ	15
4.1	Nevrokemija REM spanja in sanj	15
4.2	Organizacija možganov med sanjami	16
4.2.1	Aktivnost možganov med REM spanjem v primerjavi z aktivnostjo med nREM spanjem	16
4.2.2	Možgani med sanjanjem.....	18
4.3	Vpliv fizioloških elementov na sanje.....	21
4.3.1	Vpliv nosečnosti na sanje	21
4.3.2	Sanje depresivnih oseb	22
4.3.3	Vpliv psihološke travme na sanje.....	22
5	NEVROBIOLOGIJA MOTENJ SPANJA IN SANJ	23
6	INTERPRETACIJA	25
7	SKLEPI.....	31
8	LITERATURA IN VIRI.....	33

1 UVOD

Vsakdo na podlagi lastnih izkušenj ve, kaj sanje so. Vsak od nas namreč vsako noč sanja. Sanje so dokaz, da lahko človeški možgani, ko niso povezani z zunanjim svetom povsem sami ustvarijo nov svet zavestnih izkušenj (Nir in Tononi, 2009).

Nekoliko težje pa je sprejeti enotno definicijo sanj, saj so v preteklosti (morda še dandanes) sanje predstavljale nekaj mističnega in pogosto vraževerno pojmovanje, je raziskovanje tega kompleksnega pojava samo še otežilo. Bile so sredstvo s katerim so vraži in plemenski poglavarji napovedovali prihodnost in še do nedavnega predmet okultnih znanosti. Pogosto so bile povod za nastanek raznoraznih umetniških del, religij in napadov vojske (Titone, 2002). Še danes rečemo: "Uresničile so se mi sanje", stavek ki ga je uporabil tudi Martih Luther King v svojem znamenitem govoru proti segregaciji tempolnih v Združenih državah Amerike: "I had a dream..."

V svojih sanjah študenti pogosto podoživljajo učno snov, ki so jo ponavljali čez dan, zaljubljeni v svojih sanjah pogosto srečajo svojega partnerja, programerjem pa se med sanjami razkrivajo delci kod s katerimi so se ukvarjali. Vse to nakazuje na to, da se v prehodu iz budnosti v spanje nekateri elementi iz dnevnih aktivnosti spontano pojavijo v sanjam podobni obliki, ki jim rečemo tudi hipnagogne predstave (Schwartz, 2010).

Ni torej čudno, da so se s fenomenom sanj ukvarjali ne samo alternativci, temveč tudi filozofi, antropologi in predvsem psihologi. Aristotel (Gallop, 1996; v: Kahn in Gover, 2010) je verjel, da sanje nastajajo v človekovem "poškodovanem" umu. Plato (Talbot, 2009; v: Kahn in Gover, 2010) pa je trdil, da sanje predstavljajo grozljivo izgubo razuma pri posamezniku.

Nov pogled na sanje je ponudil Sigmund Freud s svojo psihoanalitično idejo, da so sanje zbirka skritih sporočil. Freud je bil tudi prvi, ki je napisal knjigo o interpretaciji sanj in postavil hipotezo, da so sanje manifestacija izpolnitve želja, kar je v skladu z našim uvodnim razmišljanjem. Hkrati je Freud s tako teorijo sanj podkrepil svojo znamenito teorijo o pomembnosti podzavesti kot dokaza obstoja v tako imenovanem sanjskem svetu (Shaw, 2016).

Večino 20. stoletja so bile znanstvene raziskave s področja sanj psihološke (Hobson, 2009). Obravnava sanj je postala eden izmed psihoterapevtskih pristopov k zdravljenju duševnih motenj po Freudovem vzorcu (D'Agostino, Castelnovo in Scarpone, 2013). Vodilna teorija sanj je bila sprva psihoanalitična, sanje pa so po tej teoriji pomembne preslikave nezavednega (Eiser, 2005). Freudova teorija sanj, ki predstavlja podlago za mnoga dela v katerih avtorji interpretirajo in analizirajo sanje, temelji na nevrobioloških konstruktih, ki jih znanost že dolgo ne podpira več (Hobson in McCarley, 1977; McCarley in Hobson, 1977, 1979; v: Doweiko, 1982).

Na začetku so sanje primerjali tudi s psihozami. Hobson (1999; v: Langlitz, 2017) se je v enem od svojih del spraševal, ali lahko našo nočno norost povežemo z bizarnim razmišljanjem in čustvenimi težavami shizofrenikov. Bleuler (1911; v: 2017) in Jung (1909; v: 2017) pa sta človeka, ki sanja primerjala z dementnim.

Šele v prvi polovici 20. stoletja pa je razvoj preiskavnih metod, predvsem elektroencefalografije, omogočil nevrobiološke raziskave sanj (Wamsley, 2013). Nevrobiološko bi sanje lahko opredelili kot univerzalno človeško izkušnjo, ki se dogaja med spanjem, med katero si sledijo vizualni dogodki v organiziranem, zgodbi podobnem sosledju (Pace-Schott in Picchioni, 2010). S proučevanjem kognitivnih procesov med spanjem so ugotovili, da so sanje zgodbe, sestavljene iz več kompleksnih dogodkov, temu pa naj bi bilo tako zaradi načina produciranja sanj, ne pa zaradi rekonstrukcije spominov (Cipolli in Poli, 1992; v: Benedetti idr, 2015). Sanje so se tako spremenile iz parapsihološkega pojava v možgansko aktivnost med spanjem.

Vse od odkritja REM (rapid eye movements) spanja so se raziskovalci vse bolj posvečali raziskovanju nevrološke podlage tega fenomena, tako, da lahko danes govorimo o možganskih mehanizmih in nevrobiološkem dogajanju ter funkciji sanj (Hobson, 2009). Raziskovalci so lahko začeli sistematično proučevati teme kot so pojavnost, kvaliteta, priklic in razvoj sanj skozi starostna obdobja. Začelo se je tudi proučevanje zunanjih vplivov na vsebino sanj in posledice deprivacije REM spanja. Z razvojem nevropsihologije REM spanja, so se razvile tudi nove teorije sanj. Najbolj prodorna je hipoteza o aktivaciji in sintezi (*ang.* activation-synthesis hypothesis), ki poudarja vlogo možganskega debla pri

tvorjenju sanj, le-te pa nimajo nekega globjega pomena, kot so menili psihoanalitiki (Eiser, 2005).

1.1 Namen dela in raziskovalna vprašanja

Sanje so torej pojem, ki še ni docela raziskan. Veliko je metodoloških težav preučevanja sanj, kljub temu pa je v zadnjih 50. letih opaziti porast raziskovanja tega področja. To lahko pripišemo predvsem raziskovanju področja možganov in razvoju različnih metod (PET, fMRI, ipd.) s pomočjo katerih lahko proučujemo njihovo delovanje. Namen zaključne naloge je zajeti osnovna spoznanja o fenomenu sanj kot možganski aktivnosti med spanjem. Namen je bil tudi kritično pregledati in združiti dosedanje izsledke in spoznanja o nevrobioloških osnovah sanj, predvsem z vidika možganske aktivnosti v REM in NREM fazah spanja.

Najprej bomo pojasnili bistvene značilnosti spanja in razliko med REM in NREM spanjem, saj lahko tudi iz te razlike veliko sklepamo o nevrobioloških osnovah sanj. Dalje se bomo osredotočili na fiziologijo spanja, saj želimo s tem ustvariti podlago za lažje razumevanje preostalih konceptov.

Predstavili bomo prevladujoči pogled na sanje (pojavnost, funkcijo ipd.) ter različne dejavnike, ki lahko vplivajo na sanje in njihovo vsebino. Predstavili bomo tudi metodološke težave proučevanja sanj.

V osrednjem delu bomo kar se da strukturirano predstavili nevrobiologijo sanj. Osredotočili se bomo na nevrokemijsko dogajanje v telesu, delovanje možganov med sanjami in na vpliv fizioloških elementov na sanje. Nazadnje se bomo dotaknili še nevrobiologije motenj spanja s poudarkom na motnjah REM spanja.

Cilj zaključne metode je opis sanj kot možganske aktivnosti in kritična sinteza dosedanjih razlag za nastanek te aktivnosti.

2 SPANJE

Med spanjem lahko opazimo številne spremembe v telesu, največ jih je na področju oči (hitri gibi oči), vratnih in hrbtnih mišic ter možganskih valov. Na osnovi teh podatkov so nastale tri standardne psihofiziološke mere spanja: elektroencefalogram (EEG), s katerim merimo možganske valove; elektrookulogram (EOG), s katerim merimo očesne premike in elektromiogram (EMG), s katerim merimo napetost v mišicah (Pinel, 2014).

Glede na izmerjene možganske valove lahko govorimo o štirih fazah spanja: faza 1, faza 2, faza 3 in faza 4. Ko zapremo oči in se pripravljamo na spanje lahko opazimo alfa valove, ki s svojimi visokimi frekvencami prekinjajo nizke valove dremanja. Ti alfa valovi so izbruhi od 8-12 Hz. Ko oseba zaspi se začne faza 1. Zanja je značilna nizka napetost in visoka frekvenca signalov, ki je podobna a počasnejša kot v budnem stanju. Ko prehajamo iz faze v fazo se postopoma povečuje napetost, frekvenca pa se znižuje. Prvič, ko se pojavi faza 1 ne opazimo nobenih posebnosti, ob vsakem nadaljnjem pojavljanju pa se pojavijo hitri očesni premiki (REM) in izguba mišičnega tonusa. Pri vsakemu od nas se te faze izmenjujejo tako, da gremo v 90 minutah skozi vse faze. Z vsakim ciklom pa oseba preživi več časa v 1. fazi in manj v vseh ostalih, postopoma pa se začnejo pojavljati tudi kratka obdobja budnosti. Tej 1. fazi rečemo tudi REM faza, vse ostale faze so NREM faze (Pinel, 2014).

2.1 REM in NREM spanje

V 60. letih 20. stoletja sta študent Univerze v Chicagu, Eugen Aserinsky in raziskovalec področja spanja, Nathaniel Kleitman, opazila čuden fenomen ponavljajočih se očesnih gibov, ki se občasno ponavljajo ponoči (Pagel in Pandi-Perumal, 2017). Kmalu za tem se je raziskovalcema pridružil študent medicine Bill Dement, ki je nadaljeval raziskovanje (Moorcroft, 2013). Prvo vprašanje je bilo, ali je to fiziološko stanje (gre za t.i. hitre očesne gibe oz. REM spanje; an. rapid eye movement or. REM sleep) kakorkoli povezano s sanjami. Ko je Dement sredi REM spanja svoje preizkušance prebudil, je večina poročala o svojih sanjah (Dement in Vaughan, 1999; v: Pagel in Pandi-Perumal, 2017).

V naslednjih letih je bilo proučevanje REM spanja bistvo znanstvenega proučevanja sanj. REM spanje je namreč predstavljalo edino znanstveno merljivo komponento sanj. Hobson in McCarley sta tak pogled na sanje vključila v svojo teorijo, v kateri trdita, da so vsi miselni procesi, tako zavedni kot nezavedni, odraz fizioloških aktivnosti centralnega živčnega sistema (McCarley in Hobson, 1975; v: Pagel in Pandi-Perumal, 2017).

REM spanje je prisotno pri vseh sesalcih. Ugotovili so tudi, da imajo mladiči ob rojstvu veliko večji odstotek REM spanja na noč, kot ga imajo odrasli. Pri človeških

novorojenčkih spanje zajema 2/3 dneva, REM spanje pa zajema polovico tega časa. Odstotek REM spanja strmo upade že v zgodnjem otroštvu, pri 10. letih dosežemo odstotek, ki ga imajo odrasli – 20% spanja zajema REM spanje (McCarley, 2007).

Tudi nova odkritja s področja slikanja možganov in elektrofizilogije podpirajo razlikovanje med REM in NREM fazo spanja (Hobson, Pace-Schott, Stickgold in Kahn, 1998). Med njima obstaja pomembna razlika v frekvenci, amplitudi in sinhronosti električne aktivnosti možganov. Raziskave kažejo na zmanjšanje možganske aktivnosti pri prehodu iz budnosti v NREM fazo, ki ji sledi reaktivacija v REM fazi spanja s središčem aktivnosti v limbičnih in paralimbičnih področjih možganov (Pace-Schott in Picchioni, 2010). V tem primeru aktivnost, čeprav v spanju, dosega ali celo presega nivo aktivnosti v budnosti (Pace-Schott in Picchioni, 2010; Stickgold in Wamsley, 2010). Sprememba v vzdraženosti možganske skorje med faznim REM spanjem gre v smer budnosti, kar bi lahko pojasnilo nepopolne, kratke vdore zavesti, ki vodijo v sanje (Usami idr., 2017).

Po petdesetih letih raziskovanja danes vemo, da se lahko sanje pojavijo tudi ob odsotnosti REM spanja, REM spanje pa se lahko pojavi tudi brez sanj (Foulkes, 1985; Solms, 2003; Domhoff, 2003; v: Pagel in Pandi-Perumal, 2017; Scarpelli idr., 2017). Kljub temu pa lahko govorimo o posebni povezavi med REM spanjem in sanjami. Sanje, ki jih sanjamo med REM spanjem so najbolj čustvene, žive in bizarne. Samo med REM spanjem lahko lucidno sanjamo (Hobson, 1997; Holzinger, LaBerge in Levitan, 2006; v: Pagel in Pandi-Perumal, 2017). Sanje v REM spanju si tudi bolje zapomnimo (Laxhmi, Munch, Blatter, Knoblauch in Cajochen, 2009).

2.2 Fiziologija spanja

Če želimo ponazoriti dogajanje v telesu med NREM spanjem in REM spanjem si lahko to predstavljamo takole: NREM spanje je spanje, kot si ga vsi predstavljamo. V telesu se dogaja bolj malo, vse deluje na zelo nizkem nivoju, cilj je, da si telo spočije in se regenerira. Med REM spanjem pa se aktivirajo številni procesi v telesu. Lokalni refleksi nadzirajo delovanje organskih sistemov v telesu, kontrolo pa včasih prevzamejo tudi nižji predeli možganov. Možgansko deblo nadzira telo s splošno neodzivnostjo, da lahko poroča, kaj se dogaja v telesu (Moorcroft, 2013).

Med REM fazo se torej re-aktivirajo mnoga možganska področja, ne pa vsa. Za to obdobje sta značilni selektivna reaktivacija in deaktivacija, ki vplivata na sanje in njihovo vsebino tako, da spreminjata našo sposobnost priklica kratkoročnega, avtobiografskega spomina in način na katerega integriramo predhodno naučene informacije. V sanjah lahko na primer med seboj združujemo različne dogodke iz različnih obdobij v našem življenju,

vkjučujemo lahko različne osebe ter jih preoblikujemo v eno ali več oseb. Fiziološko se aktivirajo limbična in paralimbična področja ter amigdala, vse to so področja, ki so povezana s čustvi. Medialni prefrontalni korteks je prav tako ponovno aktiviran med REM spanjem. Mnogi verjamejo, da je to področje zadolženo za notranje motivirano vedenje (Kahn in Gover, 2010). Selektivno deaktivirana pa ostajajo področja pomembna za izvršilne funkcije, priklic avtobiografskega spomina, doseganje ciljev (dorzolateralni prefrontalni korteks) in za zaznavanje telesa (precuneus). Opazimo lahko tudi oslABLJENO komunikacijo med frontalnimi, prefrontalnimi in parietalnimi področji možganov (Desmedt in Tonberg, 1994; Perez-Garci idr., 2001; v: Kahn in Gover, 2010).

2.2.1 Možgani med spanjem

Stoletja so verjeli, da je spanje pasiven proces, proces, ki je celo soroden smrti. Danes vemo, da temu ni tako. Dve pomembnejši področji, ki nadzorujeta naše spanje sta anteriorni hipotalamus in področje, kjer se posteriorni hipotalamus sreča s srednjimi možgani. Prvo področje, je pomembno za zmožnost produkcije spanja, drugo pa za ohranjanje budnosti (Moorcroft, 2013).

Med REM spanjem se poviša nivo živčne aktivnosti v možganskem deblu, talamusu, amigdali in temporalno-okcipitalnem korteksu. Dorzolateralni prefrontalni korteks in precuneus pa sta deaktivirana. Ta vzorec delovanja možganov naj bi povzročil vidne halucinacije, pretirano čustvenost in kognitivne abnormalnosti, ki jih pogosto doživimo med sanjami (Maquet idr., 1996; v: Dresler idr., 2012).

Deaktivacija dorzolateralnega prefrontalnega korteksa in precuneusa v parietalnem režnju naj bi bil vzrok tudi temu, da težko uporabljamo kratkoročni spomin med sanjanjem in ob prebujanju. Poleg tega je to najverjetneje razlog za to, da naše sanje niso celovita zgodba in se jih težko spomnimo, ter za to, da ne moremo zaznavati prostora v katerem se naše fizično telo nahaja. V sanjah je zelo oteženo odločanje in uveljavljanje naše volje, saj se delovanje možganov med spanjem precej spremeni (Kahn in Gover, 2010).

2.2.2 Dihanje

Med NREM spanjem je kontrola dihanja v celoti avtomatična. Opazimo lahko značilno znižanje volumna zraka, ki vstopa in izstopa iz pljuč, kot v budnem stanju. Dihanje je v tej fazi še vedno podobno dihanju v stanju budnosti, le da je globlje (Moorcroft, 2013).

Med REM spanjem je dihanje drugačno. Ritem vdihov in globina vdiha sta zelo enakomerna, večinoma so vdih hitri in plitki. Pride lahko tudi do premorov med vdih.

Povprečni volumen vdihanega zraka pa je v povprečju enak kot med NREM spanjem (Moorcroft, 2013).

Zanimivo je tudi dejstvo, da je med vsemi fazami spanja kašljanje nemogoče. Če bo iritacija dovolj velika, se bomo prebudili in zakašljali (Moorcroft, 2013).

2.2.3 Temperatura telesa in možganov

Med NREM spanjem telo nadaljuje z uravnavanjem telesne temperature z istimi metodami, kot v stanju budnosti. Hipotalamus deluje kot termostat, ki dobiva informacije o temperaturi iz senzorjev po celotnem telesu, nadzira pa tudi svojo temperaturo. Informacije lahko pošilja v predele možganov, ki nadzirajo mehanizme regulacije telesne temperature. Če je temperatura preveč visoka, bo več krvi poslano na površino telesa. Če nam bo zares vroče, se bomo začeli potiti. Ko nam je mrzlo, je na površje telesa poslano manj krvi, s tem se izognemo izgubi temperature (Moorcroft, 2013).

Med REM spanjem pa regulacije telesne temperature ni. V tej fazi telo naredi zelo malo, oz. nič, da bi reguliralo svojo temperaturo. V tej fazi se ne bomo potili in ne bomo se tresli. Delujemo skoraj kot hladnokrvne živali, npr. kače. Če nam bo prevroče ali premrzlo, se bomo zbudili in telo bo ponovno reguliralo svojo temperaturo (Moorcroft, 2013).

Temperatura možganov, tako kot telesna temperatura, bo med NREM spanjem nekoliko upadla, med REM spanjem pa bo nekoliko narasla, zaradi višje nevronske aktivnosti in povišanega krvnega tlaka v tej fazi. V povezavi s sanjami je morda zanimiv podatek, da so hitri premiki oči in REM spanje pogostejši, ko je telesna temperatura nižja. Posledično smo pogostejše v REM fazi spanja v zgodnjih jutranjih urah (Moorcroft, 2013).

2.2.4 Hormoni

Hormoni in spanje so v tesni povezavi (Leproult, 2009; v: Moorcroft, 2013). Nekateri hormoni lahko povzročijo spanje, prav tako pa lahko spanje povzroči tvorbo nekaterih hormonov (Moorcroft, 2013).

Hormoni, ki lahko pripomorejo k spanju so: progesteron, melatonin, neuropeptid γ in rastni hormoni. Adrenalin in kortizol lahko inhibirata spanje ali vplivata na kvaliteto spanja (Moorcroft, 2013).

Nivo nekaterih hormonov se med spanjem zviša, taki so: parathormon, aldosteron in antidiuretični hormon. Nivo tirotopina, inzulina in aldosterona pa upade. Med REM

spanjem se nivo prolaktina zniža, renin se med NREM spanjem zviša, med REM spanjem pa zniža (Moorcroft, 2013).

Ciklus spanja uravnava biološka ura, s katero je povezan tudi hormon melatonin, ki ga proizvaja endokrino žlezo epifiza in sodeluje v uravnavanju cirkadianega ritma (Ehrlich, 2014).

3 SANJE

Sanje so vrsta zavesti, ki jo opredeljujejo različne notranje sprožene čutne, miselne in čustvene izkušnje med spanjem (Desseilles, Dang-Vu, Sterpenich in Schwartz, 2011). Nekateri sanje opredeljujejo tudi kot časovno-prostorske halucinatorne izkušnje, ki se pojavljajo med spanjem ali na prehodu v spanje/iz spanja (Windt, Nielsen in Thompson, 2016; Speth, C. in Speth, J., 2017).

V starem Sumerskem mestu Lada, je kralj Gudea opisal svoje sanje, v katerih je dobil navodila za postavitev svojega templja. V tistem času so verjeli, da so sanje, ki so jih sanjali vladarji, svečeniki in preroki, sporočila bogov, kar se da razbrati iz številnih zapisov na stenah egipčanskih grobnic. Sanje in nočne more so opisane tudi v Bibliji in Koranu (Pagel in Pandi-Perumal, 2017).

Stari Grki so sanje dojemali kot odraz telesnega in psihološkega zdravja. Sanje so bile tudi predmet proučevanja prvih filozofov. Platon je v enem svojih del, v katerem je pisal o Sokratovih mislih, zapisal nekako takole: kakšen dokaz lahko ponudimo tistemu, ki nas zdaj, v tem trenutku vpraša, ali spimo in so naše misli zgolj sanje, ali pa smo budni in se pogovarjamo v stanju budnosti? Rene Descartes pa je razvil svoj logični proces (danes temu procesu rečemo znanstvena metoda) na podlagi številnih proučevanih sanj. To metodo je sprva uporabljal pri razlikovanju stanja budnosti od sanj. Kot moderni teoretiki je dokaz za svoje razmišljanje podkrepil z razlago spominskih procesov (Pagel in Pandi-Perumal, 2017).

Freudov je imel pomemben vpliv na raziskovanje sanj, pa vendar je trajalo več kot 10 let od izida njegove knjige "The interpretation of dreams" (Interpretacija sanj), do novejših raziskav tega področja. Freud se je na začetku 20. stoletja sanj lotil diagnostično in terapevtsko, s pomočjo procesa psihoanalize. Sanje so po njegovem mnenju ponujale vpogled v psihodinamiko psihiatričnih bolezni. Večino 20. stoletja so sanje predstavljale vpogled v nezavedno (Pagel in Pandi-Perumal, 2017). Na raziskovanje področja sanj sta pomembno vplivala tudi Aserinsky in Kleitman s svojim prispevkom v reviji Science, v katerem sta poudarjala neobičajno naravo tega fenomena. Prav Kleitman in njegov učenec Aserinsky sta namreč odkrila hitre očesne gibe med spanjem (Rapid Eye Movements oz. REM) (Nielsen in Germain, 1998).

William Thornton je kasneje verjel, da lahko vročina, duševna manjrazvitost in okoljski stres (pretirana vročina, mraz ali hrup) med spanjem vplivajo na produkcijo sanj. Verjel je, da je spanje s sanjami drugačno, plitkejšo, kot običajno spanje. Kljub temu pa je minilo več kot 100 let preden je bil fenomen REM spanja podrobneje raziskan in fiziološko opredeljen (Paulson, 2009).

Dolgo časa so verjeli, da sanje nastajajo nenadoma, najpogosteje v trenutku, ko se prebudimo. Tako so mislili predvsem zaradi raziskovanja sanj Alfreda Mauryja v 19. stoletju. To prepričanje je bilo postavljeno pod vprašaj v 20. stoletju, ko so v raziskavah ugotovili povezanost med domnevnim trajanjem priklicanih sanj in časom, ko je bila oseba v REM spanju (Moorcroft, 2013).

V novejših raziskavah so ugotovili, da ima lahko oseba več sanj znotraj enega REM obdobja. Poudariti pa moramo, da so meje med različnimi sanjami pogosto zabrisane, zato ne moremo z gotovostjo trditi koliko različnih sanj posameznik najpogosteje sanja v eni noči (Moorcroft, 2013).

3.1 Prevladujoči pogled na sanje

Dva prevladujoča sklopa teorij sanj se združujeta v: evolucijske teorije sanj in kognitivne teorije sanj.

Evolucijske teorije sanj zagovarjajo tezo, da smo razvili sposobnost sanjanja kot neke vrste mehanizem virtualne resničnosti s katerim lahko stimuliramo odzive na nevarnosti in preizkušamo vedenja v socialnih interakcijah, tako da se lahko z njimi lažje soočamo v budnem stanju (Revonsuo, 2000; Revonsuo, Tuominen in Valli, 2015; Valli in Revonsuo, 2009; v: Stumbrys in Erlacher, 2017a).

Kognitivne teorije sanj pa sanje dojemajo kot vrsto procesiranja informacij (Carskadon, 1993; v: Moorcroft, 2013). Predvidevajo, da sanje procesirajo spomin in znanje tako, da uporabljajo iste bazične metode, kot budni um. V nasprotju z nevroznanstvenimi pristopi, ne reducirajo sanj zgolj na aktivnost možganov. V nasprotju s kliničnimi pristopi pa ne priznavajo vpliva nezavednega na sanje, v njih niti ne vidijo skritih pomenov. Osredotočajo se predvsem na to, kako so sanje podobne budnemu stanju in kako se razlikujejo od kognicije v stanju budnosti (Moorcroft, 2013).

3.1.1 Vpliv budnosti na sanje

Že Aristotel je trdil, da so sanje zelo podobne, a ne identične budnim zaznavam. Verjel je, da je vsebina sanj prirejena čustvom, ki smo jih doživeli v stanju budnosti. Zdi se, da pogosto sanjamo o nedavnih osebnih dogodkih, razmišljanjih, težavah in čustvih. Kljub temu pa sanje niso popoln odraz dogodkov v budnem stanju. Bolj so podobne dramam, ki portretirajo informacije na način, da so uporabne in ohranijo pomen. Elementi sanj so združeni na podlagi posameznikovega prevladujočega načina organizacije zaznav, znanja in čustev. Ti elementi in način njihove organizacije pa se lahko med posamezniki zelo razlikujejo (Moorcroft, 2013).

V eni od študij, v katerih so preizkušanci pisali dnevnik v budnem stanju in zjutraj, ko so se zbudili, so ugotovili, da je imelo 65% sanj vsaj en element iz budnosti. Le 2% sanj pa je predstavljalo natančno repliko njihovih budnih izkušenj (Moorcroft, 2013).

3.1.2 Kulturni vpliv na sanje

Eden od razlogov, zaradi katerih lahko rečemo, da so sanje delno tudi produkt naše budnosti je dejstvo, da sanje vključujejo elemente naše kulture. Nekateri značilnosti sanj so tipične za vse kulture: občutek padanja, letenja, nezmožnost premikanja. Kljub temu pa v antropoloških študijah poročajo, da je vsebina priklicanih sanj odvisna od posameznikovega jezika, verskih prepričanj, socialnih struktur in navad. Poročajo tudi o skupnih značilnostih sanj med prijatelji, sorodniki in sosedi (Moorcroft, 2013).

3.1.3 Vpliv čustev na sanje

Čustva so pomemben del sanj, proučevanje čustvene vsebine sanj pa nima zgolj teoretičnega pomena, temveč tudi kliničnega. Mnogi avtorji namreč poročajo o pomembni povezavi med čustvi v sanjah in motnjami spanja ter psihiatričnimi motnjami (Levin in Nielsen, 2007; Nielsen in Levin, 2007; Schredl, 2011; v: Sikka, Revonsuo, Sandman, Tuominen in Valli, 2017).

Ko čez dan doživimo nekaj izjemno čustvenega, je zelo verjetno, da bo ta dogodek predstavljal središče naših sanj prihodnje noč, lahko pa tudi nekaj dni kasneje. Ta ključni element se bo v sanjah povezal s pomembnimi osebami in vrstami socialnih interakcij, ki jih ima posameznik v svojem življenju (Moorcroft, 2013).

Čustva ali razpoloženja se pojavljajo v približno $\frac{3}{4}$ sanj, vendar jih preiskovanci le redko omenjajo v svojih poročilih, razen če jih posebej prosimo. V nasprotju s splošnim prepričanjem v sanjah večinoma doživljamo negativna čustva. Čustva srednje intenzivnosti pa doživljamo pogosteje kot izjemno močna ali izjemno šibka čustva (Moorcroft, 2013).

Sanje so intrinzično čustvene izkušnje. Iz fiziološkega vidika je delovanje perifernega in osrednjega živčevja med čustvenimi dogodki v stanju budnosti in med sanjami enako. Raziskovalci so ugotovili tudi, da se REM spanje povezuje z živčno aktivnostjo v amigdali, ki je neposredno povezana s čustvi (Maquet idr., 1996; v: Curci in Rime, 2008). Poleg tega avtorji poročajo, da sanje pogosto vključujejo čustvene teme. Tako so na primer Griffith, Miyagi in Tago (1958; v: Curci in Rime, 2008) v svoji raziskavi prišli do zaključka, da več kot 90% situacij v sanjah predstavljajo dogodki, ki jih spremljajo močna čustvena stanja (npr. posameznik je napaden ali ga zasledujejo, pada, je zamrznjen ali gori ipd.).

Nevrofiziološko lahko povezavo med sanjami in čustvi pojasnimo z aktivacijo limbičnih področij, posebno amigdale, med REM spanjem. Mnogi avtorji zato verjamejo, da sanje ne povzročajo čustvenih stanj, temveč čustva narekujejo potek sanj (Dang-Vu, 2007; v: Hoss, 2013). Barva v sanjah je po mnenju nekaterih avtorjev neposreden odraz čustva, ki ga posameznik doživlja (Hoss, 2013).

Iz evlucijske perspektive Revonsuo (2000; v: Curci in Rime, 2008) predvideva, da v sanjah simuliramo potencialne ogrožajoče dogodke iz budnega stanja, kar nam pomaga pri tem, da se na take situacije pripravimo (jih vadimo). Po Hartmannu (1996, 1998; v: Curci in Rime, 2008) pa čustva možganom pomagajo, da vzpostavijo obširne povezave v mentalnih omrežjih in s tem pripomorejo k integraciji nove vsebine.

Metodološka pomankljivost proučevanja čustev med sanjami je, da težko primerjamo informacije o čustveni vsebini sanj pridobljeni na podlagi poročil o sanjah, pridobljenih doma in tistih, pridobljenih v laboratoriju (Domhoff, 2005; Schredl, 2008; Waterman idr., 1993; v: Sikka idr., 2017).

3.2 Težave proučevanja sanj

3.2.1 Nimamo neposrednega dostopa do sanj

Schredl (2010; v: Schredl in Goritz, 2017) sanje opredeli kot subjektivno izkušnjo med spanjem, ki nam je dostopna samo, če se je oseba spomni, ko se prebudi. Dejstvo, da nimamo neposrednega dostopa do sanj, je tudi ključna metodološka težava proučevanja sanj. Najbližje temu smo prišli s prebujanjem preiskovancev med REM spanjem, ker je takrat priklic sanj časovno najbližji dejanskemu sanjanju. Poleg tega v primeru prebujanja med REM fazo govorimo o več primerih priklica sanj, ti pa vključujejo tudi več podrobnosti. Vseeno pa moramo opozoriti, da ta tehnika ni optimalna, saj se mora preiskovanec za to, da bi o sanjah poročal, prebuditi, prebujanje pa povzroča spremembo v funkcionalni organizaciji možganov, kar lahko vpliva tudi na priklic (Moorcroft, 2013).

Druga težava proučevanja sanj na osnovi priklica je, da ljudje primarno razumemo, prikličemo in delimo vsebino svojih sanj z uporabo jezika (Hawkins in Boyd, 2017). To pomeni, da vizualno izkušnjo sanj pretvarjamo v verbalno, zato priklic ne more biti popoln (Moorcroft, 2013).

Na tem mestu je dobro, da opozorimo na pomembno vprašanje, ki se je pojavilo z laboratorijskim proučevanjem REM spanja. Ali okolje (laboratorij) lahko vpliva na sanje in kako? V svojih raziskavah so raziskovalci ugotovili, da je laboratorijsko okolje tako ali drugače prisotno v 20-30% priklicanih sanj preiskovancev (Moorcroft, 2013). Kasneje so prišli do ugotovitve, da priklici laboratorijskih sanj vključujejo manj agresivnih in seksualnih motivov, ter motivov nesreč. Po drugi strani pa so si laboratorijske in običajne sanje precej podobne kar se tiče oseb in prisotnosti vsaj enega bizarnega elementa (Domhoff in Schneider, 1999; v: Moorcroft, 2013). Danes vemo, da okolje in tehnike priklica sanj do neke mere vplivajo na vsebino sanj, kljub temu pa proces sanjanja ostaja enak.

Poleg tega avtorji poročajo o t.i. fenomenu prve noči. Gre za to, da je prva noč, ki jo oseba preživi v laboratoriju vedno nemirna, zato mora preizkušanec v laboratoriju vedno prespati več noči (Pinel, 2014).

Na tej točki naj opozorimo na še eno možno metodo proučevanja sanj: dnevnik sanj, ki ga preizkušanci pišejo dalj časa. Take študije kažejo na to, da obstajajo medosebne razlike v vsebini sanj, obstaja pa precejšnja konsistentnost sanj pri posameznikih (Moorcroft, 2013).

3.2.2 Nimamo jasne opredelitve sanj

Pomanjkanje širše sprejete opredelitve sanj v obstoječi literaturi povzroča precejšnjo zmedo (Pagel, 1999; Pagel idr., 2001; v: Pagel in Pandi-Perumal, 2017). Del tega problema izhaja iz širokega spektra področij iz katerih izhajajo znanstveniki, ki preučujejo sanje: psihologije, medicine, antropologije, literature, filozofije in fiziologije.

Za nekatere raziskovalce je opredelitev zelo ozka: sanje se ustvarjajo samo med spanjem, imajo zgodbo, ki vključuje halucinatorne in bizarne elemente. Spet drugi pa sanje opredeljujejo širše; sanje se po njihovem mnenju lahko pojavljajo tudi v budnem stanju, na primer med meditacijo, pod vplivom drog, med dnevnim sanjarjenjem, haluciniranjem. Tudi če vzamemo v obzir prvo opredelitev, lahko pride do nesoglasij. Za nekatere je namreč vsaka mentalna aktivnost med spanjem sanjanje. Za druge pa mora biti mentalna aktivnost tudi elaborirana, živa, zgodbi podobna izkušnja, ki se je posameznik spomni v budnem stanju (Moorcroft, 2013).

Ena od definicij, ki temelji na psiholoških spoznanjih je, da so sanje fenomenološko opredeljene kot kognitivni proces, ki ga opredeljujejo slike, čustva, spomini ter aktivnost živčnega sistema, ki je značilna za proces sanjanja (Pagel in Pandi-Perumal, 2017).

3.3 Kdo sanja in kako pogosto?

Vsak od nas sanja vsako noč, vendar se nekateri svojih sanj ne spomnijo. To lahko trdimo na podlagi dejstva, da v 80-90% osebe prebujene iz REM spanja poročajo o svojih sanjah. Tudi tiste osebe, ki poročajo o tem, da nikoli ne sanjajo, ob prebujanju iz REM spanja poročajo o sanjah (Horne, 2006; v: Moorcroft, 2013).

Seveda se takoj pojavi vprašanje – kako je s preostalimi 10-20% oseb, ki ob prebujanju iz REM spanja niso poročale o svojih sanjah? Ena možnost je, da je temu tako zato, ker v trenutku prebujanja posameznik ni sanjal. Drugi razlog pa je lahko dejstvo, da sanj ni vedno lahko priklicati. Velikokrat se namreč zgodi, da vemo kaj smo sanjali, ne moremo pa se spomniti točno česa. Občasno se torej informacije o sanjah izgubijo v procesu prebujanja (Horne, 2006; v: Moorcroft, 2013).

Sanje se lahko pojavijo tudi med budnostjo, ko smo izjemno sproščeni in se na elektroencefalogramu kaže alfa aktivnost (Mahowald, Woods in Schenck, 1998).

Sanjajo tudi slepi ljudje. Njihovi opisi sanj so enako kompleksni, kot opisi ostalih ljudi. Ali njihove sanje vključujejo tudi vizualni vidik pa je odvisno od tega, kdaj so oslepeli. Če so

slepi od rojstva ne bodo nikoli poročali o vizualnih slikah svojih sanj. Če pa so postali popolnoma slepi pred 5. letom starosti, bodo občasno poročali o vidnih informacijah v sanjah, če pa so vid izgubili kasneje, pogosteje poročajo o vidnih informacijah, vendar se jasnost teh informacij in njihova pogostost s časom zmanjšujeta (Moorcroft, 2013).

4 NEVROBIOLOGIJA SANJ

Misli v sanjah se začnejo kot živčni impulzi, podobno kot misli v budnem stanju. Ko smo budni, te impulze zmotijo številne druge informacije, naši čuti so izpostavljeni najrazličnejšim informacijam od vidnih do tipnih. Med spanjem in sanjami naše telo ne prejema informacij iz čutil. Tako impulzi niso pretvorjeni v misli preko zunanjih dražljajev (kot v budnem stanju) ampak se prelevijo v neskončen spekter možnih slik, spominov, čustev in odnosov. Naši možgani lahko potem na te informacije odreagirajo tako, da poiščejo kakršnokoli povezavo med njimi, s čimer ustvarijo vizualno in čustveno nabite scenarije, ki jim rečemo sanje (Kahn in Gover, 2010).

4.1 Nevrokemija REM spanja in sanj

Obstajalo naj bi več nevrottransmitterjev, nevromodulatorjev in hormonov, ki so povezani s spanjem. Kljub temu pa ne moremo reči, da je katerakoli od teh nevrokemikalij nujno potrebna za spanje ali budnost (Pace-Schott, 2003; v: Pagel in Pandi-Perumal, 2017). Pomembna je namreč kompleksna povezava med vsemi temi kemikalijami.

Na področju nevrobiološke in biokemijske podlage sanj je bil aktiven avtor Allan Hobson, ki je razvil številne teorije s tega področja. Osrednja Hobsonova teorija je odkritje vloge nevtrasmeterjev v procesu sanjanja in s tem povezane številne nadaljne raziskave na tem področju. Ugotovil je, da je za fazo REM spanja značilna nizka vrednost *serotonina* in visoka vsebnost *acetilholina*, kar lahko pojasni zakaj se večine sanj ne spomnimo; sanje nikoli niso bile zapisane v kratkotrajni spomin. Ko se prebudimo, se nivo serotonina v možganih ponovno poviša, naše sanje pa se v pravem pomenu besede v trenutku razblinijo (Hurd, 2010).

Osrednji nevromodulatorji v možganih so: *serotonin*, *noradrenalin*, *dopamin* in *acetilholin*. Ti nevromodulatorji naj bi vplivali na naše mišljenje, razpoloženje, pozornost in zmožnost priklica spominov ter zmožnost usmerjanja pozornosti. Ko pademo v REM fazo, sta dva od teh sistemov povsem nedejavna, posebno locus coeruleus in nucleus raphe, ki ju povezujemo z noradrenalinom in serotoninom. Tako je med spanjem spremenjena kemijska aktivnost v možganih, kar vpliva tudi na njihovo delovanje. S tem, ko je aminergični sistem popolnoma nedejaven, holinerški pa še vedno deluje na visokem

nivoju, pride do pojava halucinatornih slik med sanjami, zmanjšane zmožnosti prepoznavne nenavadnih informacij v sanjah (na primer živali, ki govorijo) in otežene zmožnosti osredotočanja (v sanjah na primer težko pišemo sporočila). Poleg tega so naši možgani zato bolj nagnjeni k napakam, v svojih sanjah se lahko nenadoma znajdemo v nekem drugem mestu, lahko delamo nenavadne asociacije med različnimi informacijami v sanjah (na primer ribe, ki uporabljajo dihalko in masko, da lahko hodijo po kopnem) (Kahn in Gover, 2010).

Samozavedanje, ki ga doživljamo v budnem stanju in odsotnost le-tega med sanjami lahko pojasnimo z deaktivacijo dorzolateralnega predfrontalnega korteksa med REM spanjem. Po mnenju nekaterih avtorjev je vzrok te deaktivacije povišana tvorba *acetilholina* med REM spanjem (Muzur, Pace-Schott in Hobson, 2002).

Adenozin se proizvaja v času budnosti. Med spanjem se nivo adenozina postopno znižuje. *Dopamin* naj bi pripomogel k stanju budnosti in REM spanju, vendar za to še nimamo dovolj dokazov. *Glicin* pa je ključni inhibitorni nevrottransmitter v hrbtenjači. Zadolžen je za paralizo mišičnih premikov med REM spanjem (Moorcroft, 2013).

4.2 Organizacija možganov med sanjami

Trenutni pogled na sanje temelji na obstoječem znanju o tem, kako delujejo naši možgani. Vsak od nas ima v svojim možganih omrežja spominov, ki tvorijo obstoječe znanje in izkušnje, mnogi med njimi so v obliki slik. Imamo tudi omrežja shranjenih informacij o tem, kako doživljamo druge in sebe, ter naše prevladujoče modele zaznavanja, razmišljanja in reagiranja. Ta omrežja vključujejo tudi naš individualni pogled na svet, naše upe in strahove, našo življenjsko situacijo, socialne interakcije z družino, prijatelji in znanci, ter naše skrbi. Mnoge komponente v vseh teh omrežjih so med seboj povezane tako, da v primeru, ko prikličemo eno, lažje prikličemo še vse ostale, ki so z njo povezane (Moorcroft, 2013).

4.2.1 Aktivnost možganov med REM spanjem v primerjavi z aktivnostjo med nREM spanjem

Za proučevanje možganov in posledično tudi sanj je bil pomemben razvoj tehnologij kot je PET slikanje možganov. Prva ugotovitev je bila, da je funkcionalna organizacija možganov drugačna med spanjem in v stanju budnosti (Moorcroft, 2013).

Dogajanje v možganih med NREM spanjem je preprosto. Veliki možgani so relativno neaktivni, povezava med posameznimi deli možganov je drugačna, tudi nevrokemično ravnovesje je med NREM spanjem drugačno, kot v budnem stanju (Moorcroft, 2013).

Po ugotovitvah Hobsona idr. (Hobson idr., 2000; v: Moorcroft, 2013) je situacija med REM spanjem drugačna in veliko bolj kompleksna. Na splošno so aktivnejši srednji in višji predeli možganov zaradi delovanja acetilholina, ki spodbudi sisteme v možganskem deblu. Aktivirajo se predeli limbičnega sistema, ki vključujejo temeljna čustva (posebno strah, jezo in čustva povezana s spolnim vedenjem), motivacijo (posebno motivacijo za preživetje) in spomini iz preteklosti. Višja možganska področja so selektivno aktivirana. Vključujejo področja, ki procesirajo vidne informacije, področja, ki vsebujejo naše informacije o naravi in poteku stvari, ki se nam dogajajo, področja v katerih se shranjuje epizodični spomin in predeli korteksa, ki vse te predele povezujejo v smiselno celoto. Hkrati lahko opazimo manj aktivacije primarnih senzornih področij in prefrontalnega korteksa, ki nam sicer omogočajo, da ohranjamo stik z resničnostjo in splošne izvršilne sposobnosti.

Avtorji poročajo o značilni deaktivaciji dorzolateralnega prefrontalnega korteksa (Dresler idr., 2012). Poleg tega so deaktivirana tudi področja, ki so pomembna za ustvarjanje novih spominov (Moorcroft, 2013). Tudi povezanost med različnimi predeli možganov je slabša, kot v budnem stanju (Kahn in Gover, 2010).

Bokkon in Mallick (2012) navajata, da obstaja funkcionalna podlaga za nastanek in razvoj vidnega spomina v povezavi z REM spanjem. Fiziološki in psihološki procesi v fazi REM spanja naj bi bili zelo podobni vidnim predstavam v budnem stanju. Vidne predstave med REM spanjem potujejo po zelo podobnih živčnih sistemih kot tiste v budnosti. Vidne informacije (slike) v sanjah, naj bi nastale na podlagi dolgoročnih vidnih spominov, ki so pripomogli k procesiranju vidnih informacij (Cantero, Atienza, Salas in Gomez, 1999; v: Bokkon in Mallick, 2012).

Solms (2007; v: Bokkon in Mallick, 2012) navaja, da vse vrste predstav (vključno z vidnimi predstavami v sanjah) nastajajo s projekcijo informacij nazaj v sistem. Tako so sanje opredeljene kot notranje proizvedene slike, ki so vrnjene v korteks, kot bi prišle od zunaj.

4.2.2 Možgani med sanjanjem

Mark Solms je predstavil svoj pogled na nastanek sanj na podlagi sanj pacientov z možgansko poškodbo (Solms, 1997; Solms, 2000; v: Moorcroft, 2013). Meni, da je razlog za začetek ustvarjanja sanj dopamin iz srednjih možganov, ne pa acetilholin iz možganskega debla. Področja, ki so med sanjami aktivna so področja limbičnega sistema in prefrontalna področja, ne gre pa za simultano aktivacijo različnih področij velikih možganov. Frontalni korteks vpliva na delovanje telesa tako, da preprečuje prebujanje. Po Solmsu sanje povzročajo vzburjanje čustvenih področij medmožganov ne pa naključna aktivnost v možganskem deblu (Moorcroft, 2013).

Linden (2007), ki se je podrobneje ukvarjal s strukturo možganov in funkcijami različnih predelov možganov, poroča o tem, da je namen spanja konsolidacija in integracija spominov. Poudarja pa tudi, da pomen sanj ni tako zelo jasen. Po njegovem mnenju naj bi predstavljale virtualno realnost v kateri lahko varno ustvarjamo različne scenarije. Taka simulacija naj bi nam omogočala, da si situacijo v živo predstavljamo ne da bi jo morali resnično doživeti. Tako naj bi nam sanje pomagale pri načrtovanju prihodnjih aktivnosti, zmanjšale pa naj bi verjetnost za napake.

4.2.2.1 Talamus

Talamus je največji del diencefalona, ki ga najdemo v središču velikih možganov. Njegova naloga je dobiti in prenesti čutne informacije iz periferije do čutnih področij v korteksu (Mahowald, Woods in Schenck, 1998). Deluje lahko na dva načina:

1. Model prenosa (ang. relay): gre za fazo, v kateri talamus prejete informacije prenese naprej do korteksa
2. Model nihanja (ang. oscillatory): faza v kateri informacije iz okolja prestreže talamus in se ne prenesejo naprej (Mahowald, Woods in Schenck, 1998).

Med nREM spanjem talamus deluje po principu drugega modela, informacije zato v tej fazi spanja nikoli ne dosežejo korteksa. Med budnostjo in REM spanjem pa talamus deluje po principu prvega modela, zato informacije pridejo v korteks. Med budnostjo korteks tudi odgovori na prejete informacije, med REM spanjem pa te informacije ignorira. Ta možganska aktivnost naj bi pripomogla k nastanku sanj (Mahowald, Woods in Schenck, 1998).

4.2.2.2 Povezava med sanjami in spominom

Edinstveno delovanje možganov med REM spanjem, v katerem doživljamo naše najbolj žive sanje, je vključeno v procesiranje čustev in povezovanje novih informacij s starimi, ki so shranjeni v spominskih sistemih. (Hoss, 2013).

Fenomenološki podatki nakazujejo na to, da so integrirani življenjski dogodki pogosto vključeni v vsebino sanj (Stickgold idr., 2000; Wamsley, Perry idr., 2010; Wamsley, Tucker idr., 2010; v: Graveline in Wamsley, 2015). M. Fosse idr. (2003; v: Schwartz, 2003) so v svoji raziskavi proučevali prav to. Ugotovili so, da sanje niso neposredna slika resničnih dogodkov, zato so zaključili, da spanje nima nobene vloge pri konsolidaciji epizodičnega spomina.

V nekaterih študijah so raziskovali pozitivne učinke spanja (ali negativne učinke deprivacije spanja) na učinkovitost opravljanja določenih nalog (Gais idr., 2000; Stickgold idr., 2000; Plihal in Born, 1997; Smith, 1995; v: Schwartz, 2003). Raziskovali so tudi spominsko reprocesiranje med spanjem (Wilson in McNaughton, 1994; Louie in Wilson, 2001; Nadasdy idr., 1999; v: Schwartz, 2003).

Vse od Freuda dalje pa so se avtorji ukvarjali s proučevanjem oseb, krajev, aktivnosti in čustev vsakdanjega življenja, ki so tako ali drugače upodobljeni v sanjah, vendar v zelo fragmentirani obliki. Nekateri raziskave poudarjajo povezavo med sanjami, spominom in delovanjem hipokampusa, vendar so mehanizmi s pomočjo katerih pretvarjamo spomine v podobe, ki jih potem sanjamo, zaenkrat še slabo raziskani (Nielsen in Stenstrom, 2005).

V svojih sanjah smo lahko ustvarjalni tako, da v naše budno življenje vnesemo različne novosti, do katerih smo prišli v sanjah. Obstaja mnogo zgodovinskih primerov, ko je proces sanjanja prispeval k razvoju inovacij. Ellias Howe se je leta trudil razviti mehanični šivalni stroj, manjkajoči delec je odkril prav v sanjah. Podobno izkušnjo je imel tudi James Watt. V obeh primerih sta se raziskovalca dolgo ukvarjala z njima zelo pomembno težavo, kar je privedlo do tega, da sta sanjala rešitev te težave oz. sta jo v sanjah prepoznala (Moorcroft, 2013). Nekateri avtorji pa so mnenja, da večina kreativnih idej, ki se rodijo v sanjah v resnici izvira iz spomina. Spomin je namreč tako biološki kot kulturni. Kultura tako vpliva na to, kako se sanje oblikujejo, kako se jih spominjamo, jih doživljamo in o njih poročamo (Glaskin, 2011).

4.2.2.3 Delovanje možganov med lucidnimi sanjami

Za sanje so značilni bizarni scenariji, polni pomankljivosti in prisilnih misli ter popolno nezavedanje, da sanjamo. Te kognitivne značilnosti naj bi bile povezane z aktivnostjo nevronskih vzorcev povezanih z REM spanjem (Maquet idr., 1996; Hobson in Pace-Schott, 2002; v: Dresler idr., 2012).

V nasprotju s takimi sanjami lucidne sanje vključujejo redka stanja, ko oseba lahko hkrati sanja in je budna. Med lucidnimi sanjami se osebe zavedajo da sanjajo, imajo popoln dostop do spomina in lahko nadzirajo potek sanj (Dresler idr., 2012). Lucidne sanje zato avtorji pogosto povezujejo z metakognicijo (posameznikovo sposobnostjo da se zaveda in poroča o svojih mentalnih stanjih) (Schooler, 2002; v: Filevich, Dresler, Brick in Kuhn, 2015).

Lucidne sanje doživlja približno 50% ljudi (Dresler idr., 2012). Nekateri avtorji poudarjajo, da ni nujno, da ima oseba, ki ima lucidne sanje tudi popoln nadzor nad dogajanjem v sanjah (Stumbrys in Erlacher, 2017b).

Tudi pri proučevanju lucidnih sanj naleitmo na metodološke težave. Ena od njih je dejstvo, da v laboratorijskem okolju ljudje redkeje lucidno sanjajo. U. Voss, Holzmann, I. Tuin in J. A. Hobson (2009) na primer poročajo, da so izmed 20 preiskovancev, ki naj bi lucidno sanjali dvakrat na teden, v laboratoriju lucidno sanjali le trije in še ti zgolj enkrat na teden.

Dresler idr. (2012) poročajo, da so med lucidnimi sanjami posebno aktivni: bilateralni precuneus, cuneus (predel skorje na medialni strani okcipitalnega lobusa velikih možganov), parietalni reženj, prefrontalni korteks ter okcipito-temporalni korteks. V njihovi študiji so med lucidnimi sanjami opazili povišano aktivnost desnega dorzolateralnega prefrontalnega korteksa. To področje naj bi predstavljalo sedež višjih kognitivnih sposobnosti (Duncan, 2000; v: Dresler, 2012). Natančneje, naj bi se desni dorzolateralni prefrontalni korteks povezoval z metakognitivno evalvacijo (Schmitz, 2004; v: Dresler, 2012). Med običajnimi sanjami je navadno delovni spomin povsem nedejaven (Hobson in Pace-Schott, 2002; v: Dresler, 2012). Aktivacija dorzolateralnega prefrontalnega korteksa v kombinaciji z aktivnostjo parietalnega režnja (oba sta aktivirana med lucidnimi sanjami), pa se lahko odraža prav v ohranjenosti delovnega spomina (Smith in Jonides, 1998; v: Dresler, 2012). Poleg tega so pomembna še bilateralna frontalna področja, ki so povezana s procesiranjem notranjih stanj, npr. evalvacijo posameznikovih misli in čustev (Christoff, Ream, Geddes in Gabrieli, 2003; v: Dresler, 2012).

Lucidnega sanjanja se lahko naučimo, pogosto z namenom odpravljanja nočnih mor (Robert in Zadra, 2014). Nastanek nočnih mor naj bi po nekaterih ugotovitvah temeljil na hiperodzivnosti amigdale, skupaj z znižano dejavnostjo medialnih prefrontalnih področij (Levin in Nielsen; v: Dresler, 2012). Delovanje lateralnega prefrontalnega korteksa lahko pogosto uravna delovanje amigdale, prek povezav z medialnim prefrontalnim korteksom (Delgado, Nearing, LeDoux in Phelps, 2008; v: Dresler, 2012). Povišana aktivnost lateralnih prefrontalnih področij med lucidnimi sanjami naj bi imela zato terapevtski učinek na pojavljanje nočnih mor. Ali bi se lahko trening lucidnih sanj uporabljalo tudi v namene zdravljenja drugih motenj sanj (na primer zastašujoče hipnagogne halucinacije) pa bo predmet raziskav v prihodnosti (Dresler, 2012).

4.3 Vpliv fizioloških elementov na sanje

Avtorji poročajo o konsistentnosti posameznikovih priklicanih sanj skozi čas, kljub temu pa lahko nekatere čustvene spremembe ali dogodki povzročijo spremembe le-teh (Domhoff, 1996; v: Moorcroft, 2013).

V eni od raziskav (Empson, 1993; v: Moorcroft, 2013) posamezniki ob 24-urni deprivaciji tekočine, še vedno niso sanjali nobene vsebine povezane s to temo. V neki drugi raziskavi pa so 24-urni deprivaciji dodali še slano hrano pred spanjem. V tem primeru so testiranci poročali o različnih povezavah s tekočino, sanjali so na primer sneg, jezera ali razne tekočine. Po mnenju nekaterih avtorjev torej lahko zaključimo da včasih fiziološki dražljaji vplivajo na vsebino sanj, vendar le v določenih primerih (Moorcroft, 2013).

4.3.1 Vpliv nosečnosti na sanje

Vemo, da nosečnost, posebno prva, močno spremeni življenje ženske (Maybruck, 1986; Stukane, 1985; v: Moorcroft, 2013). V prvih mesecih nosečnosti, včasih še preden ženska ve, da je noseča, se priklicane sanje spremenijo. Nekatere izmed priklicanih sanj se povezujejo s tematikami nosečnosti, npr. plodnost, splav, porod. Nekatere pa imajo simbolično povezavo z nosečnostjo, ženske npr. pogosteje sanjajo mladičke živali, otroke in podobno (Moorcroft, 2013).

Na sredini nosečnosti se vsebina priklicanih sanj ponovno spremeni. Pogoste teme sanj so v tem času kritično vrednotenje sebe in svojega partnerja. Pojavljajo se misli o tem, ali bo dobra mati in vse možne težave, ki lahko spremljajo vzgojo otrok. V tem času pogosteje sanja dojenčke, manj pa mladičke različnih živali, kar je bilo značilno za prvo obdobje nosečnosti (Moorcroft, 2013).

V zadnjih mesecih nosečnosti pa ženske pogosteje sanjajo, kot v preteklosti. Avtorji poročajo, da je temu tako predvsem zato, ker se med spanjem v pozni nosečnosti večkrat prebudijo (Moorcroft, 2013).

Ni še povsem jasno, ali do sprememb sanj pri nosečnicah pride zaradi psiholoških ali fizioloških dejavnikov, ki spremljajo nosečnost. Situacija je nekoliko bolj jasna, če opazujemo še spremembe sanj pri bodočih očkih (Siegel, 1983; Stukane, 1985; v: Moorcroft, 2013). Ker so fiziološke spremembe pri moških redke, ali pa jih sploh ni, moramo spremembe v priklicanih sanjah pripisati psihološkim spremembam.

4.3.2 Sanje depresivnih oseb

Rosaling Cartwright je raziskovala sanje oseb, ki so se soočili s pomembnimi spremembami v svojem življenju. Največkrat je šlo za ločitev (Cartwright, 1989; Cartwright idr., 1998; v: Moorcroft, 2013). Menila je, da če sanjamo stvari, ki so nam pomembne, posebno tiste, ki jih spremljajo močna čustva, potem bi se morale sanje tistih, ki se ločujejo (mnogi naj bi po njenih podatkih bili v vsaj nekem obdobju tudi depresivni) pomembno razlikovati od sanj oseb, ki se ne ločujejo. Ugotovila je, da osebe, ki se ločujejo in so depresivne, prej padejo v REM spanje, ta obdobja pa so enakomerno porazdeljena skozi noč. Temu naj bi bilo tako predvsem zato, ker so čustveno bolj obremenjeni. Poročajo o sanjah, ki so krajše, osredotočene na preteklost, bolj mazohistične, ponavljajoče se in zabrisane. Pogosto v svojih sanjah za situacijo krivijo sebe ali pa poročajo o sanjah, v katerih se ne morejo premikati, ne morejo spremeniti situacije. Pogosto tudi izgubijo pomembne stvari, kot so na primer avtomobilski ključi. Proti koncu noči so sanje vse bolj negativne, namesto, da bi bile vedno bolj pozitivne. R. Cartwright poroča tudi, da so te značilnosti sanj ob zdravljenju depresije vse redkejše (Moorcroft, 2013).

4.3.3 Vpliv psihološke travme na sanje

Hartmann (1998; v: Moorcroft, 2013) poroča, da so pri osebah, ki so doživele neko psihološko travmo, pogoste sanje v katerih to travmo podoživljajo, vendar z drugačnimi podrobnostmi. Nekateri sicer poročajo, da so v svojih sanjah vedno znova doživljali dogodek v prvotni obliki, spet drugi ga v sanjah doživljajo zgolj metaforično. Bistvo teh sanj so pogosto močna čustva kot so strah, občutek ranljivosti ipd. Hartmann (1998; v: Moorcroft, 2013) poroča tudi, da so lahko take sanje posameznikov "notranji psihoterapevt", saj posamezniku omogočajo, da predela travmo v "varnem okolju".

5 NEVROBIOLOGIJA MOTENJ SPANJA IN SANJ

Raziskovanje področja motenj spanja je izredno pomembno iz večih razlogov. Prvi pomemben razlog je dejstvo, da približno 48% odraslih poroča o simptomih nespečnosti – težave z usnavanjem ali ohranjanjem spanca (Ohayon, 2002; v: Salomo, 2017). Pinel (2014) sicer navaja nekoliko nižji odstotek (30% ljudi poroča o simptomih nespečnosti), vendar opozarja, da gre pogosto za ljudi, ki v resnici nimajo resnih težav s spanjem (npr. spijo 6 ur na noč), so pa prepričani, da bi morali spati več.

Večino motenj spanja lahko razdelimo v dve veliki kategoriji: hipersomnije (prekomerno spanje in zaspanost) ter insomnije (motnje spanja in zaspanosti). V tretjo kategorijo pa uvrščamo motnje povezane z REM spanjem (Pinel, 2014).

Nekateri pacienti med REM fazo ne doživijo atonije, ki preprečuje gibanje in akcijo v sanjah. Takšni posamezniki se pogosto zato tudi poškodujejo. REM spanje brez atonije je posledica poškodbe magnocelularnega jedra ali motnje njegovega izhoda (ang. output). Magnocelularno jedro je struktura retikularne formacije, ki nadzira sproščanje mišic med REM fazo (Pinel, 2014).

Poleg tega lahko o nevrobiološki podlagi sanj veliko sklepamo na podlagi motenj spanja. Ena izmed takih je RBD (REM behavior disorder) oziroma vedenjska motnja REM spanja. Za to motnjo so značilne žive z akcijo napolnjene sanje, ki jih spremljajo veliki motorični gibi in vokalizacije med REM spanjem. Za REM spanje je značilna izguba mišičnega tonusa, kar pa se pri RBD ne zgodi. Nastanek te motnje spanja povezujejo z degenerativnimi nevrološkiimi boleznimi kot sta na primer demenca Lewyjevih telesc in parkinsonova bolezen (Janković, Svetel in Kostić, 2015).

Motnje spanja so lahko pogosto zgodnji simptom različnih nevroloških ali psihopatoloških motenj, na primer depresije, epilepsije ali parkinsonove bolezni (Salomo, 2017). V mnogih študijah so preučevali povezanost med različnimi vrstami motenj spanja in vzorcem sanj. Tako so lahko nočne more zgodnji simptom parkinsonizma (sinukleopatije) (Kumar, Bhatia in Behari, 2002; v: Salomo, 2017) ali narkolepsije (Pisko, Pastorek, Buskova, Sonka in Nevsimalova, 2014; v: Salomo, 2017).

Zavest danes dojemamo kot primarno funkcijo in aktivnost možganov. Kljub temu pa vemo, da možgani delujejo skozi vse faze budnosti. Pod običajnimi pogoji v stanju budnosti naši možgani ignorirajo notranje ustvarjeno aktivnost in se bolj posvečajo okoljskim dražljajem. Med spanjem pa pride do sanj zato, ker se možgani posvečajo endogeno ustvarjeni aktivnosti. V neobičajnih okoljih, kot so na primer deprivacija spanja,

senzorna deprivacija, uživanje drog ali zdravil, se naši možgani endogenim in eksogenim aktivnostim posvečajo simultano, kar se lahko odraža v halucinacijah ali sanjanju v budnem stanju. Ta koncept po mnenju Mahowalda, S. R. Woods in Schencka (1998) podpirajo številna nevrološka stanja in sindromi, ki so povezani s halucinacijami.

Mnoga nenavadna stanja med spanjem, ki jih spremljajo različne značilnosti spanja (npr. lucidne sanje, anksiozne sanje, nočne more), se povezujejo s povišano aktivnostjo osrednjega živčnega sistema (Nielsen in Zadra, 1997; Zadra in Nielsen, 1995; v: Zadra in Nielsen, 1998). Ta nenavadna stanja pogosto spremljajo močna čustva in nenadno prebujanje (Zadra in Nielsen, 1998).

Izraz spalne izkušnje (ang. *sleeping experiences*) opredeljuje različne nenavadne fenomene, ki jih ljudje doživljajo med spanjem. To so na primer nočne more, žive sanje, ponavljajoče se sanje/nočne more, hipnagogne halucinacije, sanje v katerih posameznik pada ali leti, nejasna vznemirjenost in lucidne sanje. Težave s spanjem se po mnenju mnogih raziskovalcev povezujejo z različnimi psihopatološkimi težavami, vključno z depresijo, bipolarno motnjo, aksiozno motnjo, posttravmatsko stresno motnjo, obsesivno-kompulzivno motnjo, shizofrenijo, disociativno motnjo, alkoholizmom, motnjami hranjenja, hiperaktivno motnjo, demenco in avtizmom (Benca idr., 1992; Chouinard idr., 2004; Spormaker in Montgomery, 2008; Cortese idr., 2009; Sedky idr., 2014; Van Heugten-van der Kloet idr., 2014; Diaz-Roman idr., 2015; Nota idr., 2015; v: Soffer-Dudek, 2017).

Raziskave večinoma podpirajo tezo o povezavi med psihološkim stresom in splošno kakovostjo spanca. Vse zgoraj naštetih spalnih izkušenj, bi morali obravnavati kot motnje spanca, saj predstavljajo nezaželen vdor budnosti v spanje, s čimer preprečujejo kakovosten spanec. Lucidne sanje povezujemo z duševnim zdravjem zato, ker posameznik med lucidnimi sanjami (za razliko od običajnih) teh sanj ne dojema kot motečih, temveč ima občutek, da dogajanje lahko nadzira (Soffer-Dudek, 2017).

Nočni strahovi

Nočni strahovi, pri otrocih tudi "pavor nocturnus", pri odraslih pa "incubus attacks", opredeljuje glasen krik ali klic na pomoč, vznemirjenost avtonomnega živčnega sistema (hitrost bitja srca se podvoji ali celo potroji), prisotni sta lahko tudi anksioznost in panika (Zadra in Nielsen, 1998). Nočni strahovi se najpogosteje pojavijo med 3. in 4. fazo NREM cikla (Broughton, 1968; Gastaut in Broughton, 1965; Fisher, Kahn, Edwards in Davis, 1974; Schenck idr., 1989; v: Zadra in Nielsen, 1998).

Spanec brez sanj

Že dolgo nazaj je Descartes verjel, da je spanec brez sanj vrsta nezavesti. Verjel je, da spanec brez sanj ne more obstajati. V mnogih novejših študijah poročajo, da posamezniki včasih poročajo o spancu brez sanj, kljub temu da so jih prebudili med REM spanjem. Izguba informacij o sanjah naj bi se povezovala s prehodom iz spanja v budnost, v katerem se izgubi približno 20% informacij. Težave s priklicem sanj lahko imamo tudi, če sanje niso bile čustvene (Pagel in Kwiatkowski, 2003; v: Pagel in Pandi-Perumal, 2017), če nimamo interesa za vsebino sanj (Hartmann, 1994; v: Pagel in Pandi-Perumal, 2017). Priklic naj bi bil odvisen celo od tipa osebnosti (Pagel, 2008; v: Pagel in Pandi-Perumal, 2017).

Izguba zmožnosti ustvarjanja sanj naj bi bila povezana z obsežno poškodbo bazilarnega bifrontalnega korteksa. Raziskovalci pa menijo, da te osebe sanjajo, vendar svojih sanj zaradi poškodbe ne morejo priklicati (Pagel, 2003; v: Pagel in Pandi-Perumal, 2017). Ugotovitve novejših raziskav pa nakazujejo na dejstvo, da sanje zahtevajo in uporabljajo mnoge spominske sisteme, ki jih uporabljamo tudi v času budnosti (Pagel in Pandi-Perumal, 2017).

6 INTERPRETACIJA

Ali imamo ljudje le en jaz ali jih imamo več? Kako je biti ti, kako se zaznavaš v različnih okoljih in v različnih obdobjih tvojega življenja? Kaj je resnica in kaj ustvarja naš um? Kako se tvoj jaz spreminja med delom, ob obisku koncerta in ob opazovanju sončnega zahoda? Zavest je jaz, kot se ti sam zaznavaš. Je tvoja notranja vidna in slušna podoba, vsi tvoji občutki, predvidevanja, prepričanja, mnenja, odnosi in kombinacije razmišljanj in občutkov. Iz trenutka v trenutek ti ta sistem omogoča, da poveš kdo si (Kahn in Gover, 2010).

Ko sanjamo, naša zavest ne deluje tako kot v budnem stanju. Naša razmišljanja, dejanja, vedenje, prepričanja in pripadajoča čustva so pogosto nadvse drugačna. Eden od vseh naših jazov, je torej sanjajoči jaz, glavni nastopajoči v naših sanjah (Kahn in Gover, 2010). Sanje nam kažejo, kakšna bi bila naša zavest ob odsotnosti različnih vplivov naših zaznav in interakcije s fizičnim svetom (Windt in Noreika, 2011). Nekoliko bolj znanstveno, pa bi lahko sanje opredelili kot slabo raziskano kognitivno izkušnjo, ki je pomemben predmet raziskovanja že več tisočletij (Pagel in Pandi-Perumal, 2017).

Večina ljudi sanje povezuje z REM spanjem. Podlaga temu prepričanju je dejstvo, da so v 60. letih 20. stoletja raziskovalci ugotovili, da preiskovanci prebujeni med REM spanjem

večinoma poročajo o sanjah (Dement in Vaughan, 1999; v: Pagel in Pandi-Perumal, 2017). To odkritje je bilo za mnoge biološka podlaga za domnevne psihoanalitske konstrukte o delovanju možganov. Posledično je v povezavi z raziskovanjem sanj prevladovalo proučevanje REM spanja, ki naj bi predstavljalo edino znanstveno merljivo komponento sanj. Raziskovanje sanj ima namreč veliko metodološko pomankljivost: sanje nam neposredno niso dostopne. Kar pomeni, da lahko do njih dostopamo zgolj prek subjektivnih poročil preiskovancev.

Raziskovalci, ki se ukvarjajo s področjem spanja in sanj, si niso povsem enotni glede tega, kako natančno lahko razložimo kaj se dogaja v možganih med spanjem. Večina psihofizioloških raziskav pa potrjuje tezo, da obstajajo jasne kvantitativne razlike med REM in NREM spanjem, ter med REM in budnim stanjem (Hobson, Pace-Schott in Stickgold, 2000; Hobson idr., 1998). Avtorji poročajo o zmanjšanju možganske aktivnosti pri prehodu iz budnosti v NREM fazo, ki ji sledi reaktivacija v REM fazi spanja. Središče te aktivacije je v limbičnih in paralimbičnih področjih možganov (Pace-Schott in Picchioni, 2010). Sprememba v vzdraženosti možganske skorje med faznim REM spanjem gre v smer budnosti, kar bi lahko pojasnilo kratke, nepopolne vdore zavesti, ki vodijo v sanje (Usami idr., 2017).

Po petdesetih letih raziskovanja danes vemo, da se lahko sanje pojavijo tudi ob odsotnosti REM spanja. REM spanje pa se lahko pojavi tudi brez sanj (Foulkes, 1985; Solms, 2003; Domhoff, 2003; v: Pagel in Pandi-Perumal, 2017; Scarpelli idr., 2017). Kljub temu pa danes še vedno prevladujejo raziskave sanj med REM spanjem, saj so te po poročanju mnogih avtorjev najbolj čustvene, žive in bizarne, samo med REM spanjem lahko lucidno sanjamo (Hobson, 1997; Holzinger, LaBerge in Levitan, 2006; v: Pagel in Pandi-Perumal, 2017). Poleg tega je poročanje o sanjah med REM spanjem tudi bolj natančno, saj si jih lažje zapomnimo (Laxhmi, Munch, Blatter, Knoblauch in Cajochen, 2009).

Thornton se je spraševal kako lahko razmišljamo med spanjem? Kaj nas pripravi do tega: spomin ali neki zunanji dražljaji? Če ima pomembno vlogo spomin? Zakaj se težko spomnimo sanj, ko se prebudimo? Če je pomemben vpliv zunanjih dražljajev, zakaj se potem ti dražljaji včasih res vključijo v naše sanje, vendar le redko v prvotni obliki (Paulson, 2009)?

Če želimo razumeti nevrobiološko dogajanje med sanjami, je dobro, da najprej vemo, kaj se v našem telesu dogaja med spanjem. Naše spanje nadzorujeta dve pomembni področji: anteriorni hipotalamus (produkcija spanja) in področje, kjer se posteriorni hipotalamus sreča s srednjimi možgani (ohranjanje budnosti) (Moorcroft, 2013).

Med REM spanjem se zviša nivo živčne aktivnosti v možganskem deblu, talamusu, amigdali in temporalno-okcipitalnem korteksu. Dorzolateralni prefrontalni korteks in prekuneus pa sta deaktivirana. Ta specifični vzorec delovanja povzroča vidne halucinacije, pretirano čustvenost in kognitivne abnormalnosti, ki jih pogosto doživljamo v sanjah (Maquet idr., 1996; v: Dresler idr., 2012).

Zanimivo je tudi dejstvo, da v NREM fazi in REM fazi različno dihamo. Poleg tega telo uravnava svojo temperaturo samo med NREM fazo. Med REM spanjem, pa delujemo skoraj kot hladnokrvne živali (Moorcroft, 2013). Predvidevamo torej lahko, da se med REM spanjem v telesu dogajajo drugačni procesi kot med NREM fazo, torej mora imeti ta faza za telo neko drugačno funkcijo. Energija pa se mora porabljati za neke druge telesne procese. Opazimo lahko, da med NREM fazo upade temperatura možganov. Med REM spanjem pa nekoliko naraste zaradi višje nevrnske aktivnosti in zvišanega krvnega tlaka v tej fazi (Moorcroft, 2013). S spanjem mnogi avtorji povezujejo tudi delovanje hormonov. Med REM spanjem se zniža nivo prolaktina ter nivo renina (Moorcroft, 2013).

Raziskovanje sanj sega daleč v preteklost. Za začetnika znanstvenega proučevanja sanj velja Freud, čigar vpliv na raziskovanje sanj je bil nedvomno velik, čeprav so kasnejše raziskovalci ovrgli mnoge od njegovih tez. Številni avtorji so na začetku skušali razumeti kaj sploh je funkcija sanj, česar še vse do danes ne vemo zagotovo. Sčasoma so se namreč raziskovalci nekoliko oddaljili od tega vprašanja in se nekoliko bolj posvetili razumevanju njihovega nastanka.

Alfred Maury je v 19. stoletju predstavil svoje prepričanje, da sanje nastajajo nenadoma, v trenutku, ko se prebudimo. To prepričanje so ovrgli šele v 20. stoletju, ko so prepoznali povezanost med domnevnim trajanjem priklicanih sanj in časom, ko je bila oseba v fazi REM spanja (Moorcroft, 2013).

Ko govorimo o funkciji sanj moramo postaviti v ospredje dva sklopa teorij sanj: evolucijske teorije in kognitivne teorije sanj. Evolucijske teorije zagovarjajo tezo, da so sanje mehanizem virtualne resničnosti s katerim simuliramo odzive na nevarnost in preizkušamo vedenja v socialnih interakcijah, da se lahko z njimi lažje soočimo v budnosti (Revonsuo, 2000; Revonsuo, Tuominen in Valli, 2015; Valli in Revonsuo, 2009; v: Stumbrys in Erlacher, 2017a). Kognitivne teorije sanj pa sanje dojemajo zgolj kot neko vrsto procesiranja informacij in nimajo nekega skritega pomena za človeka (Carskadon, 1993; v: Moorcroft, 2013).

Že Aristotel je verjel, da je vsebina sanj prirejena čustvom, ki smo jih doživljali v stanju budnosti. Pogosto se namreč zgodi, da sanjamo nedavne dogodke, težave in čustva.

Elementi sanj se namreč združijo na podlagi posameznikovega prevladujočega načina organizacije zaznav, znanja in čustev. Eden od razlogov zaradi katerih lahko rečemo, da so sanje delno tudi produkt naše budnosti je ugotovitev, da sanje vključujejo tudi elemente naše kulture (Moorcroft, 2013).

Če začnemo od začetka, lahko rečemo, da se misli v sanjah začnejo kot živčni impulzi, enako kot misli v budnem stanju. Na področju nevrobiološke in biokemijske podlage je bil aktiven avtor Allan Hobson, ki je razvil številne teorije s tega področja. Njegova osrednja teorija je bilo odkritje vloge nevrottransmitterjev v procesu sanjanja in s tem povezane številne nadaljnje raziskave s tega področja. Ugotovil je, da je za fazo REM spanja značilna nizka vrednost serotonina in visok nivo acetilholina (Hurd, 2010). Med spanjem je spremenjena kemijska aktivnost v možganih, kar vpliva tudi na njihovo delovanje. Aminergični sistem je med spanjem popolnoma neaktiven, hkrati pa je holinergičen zelo aktiven, zato pride do pojava halucinatornih slik in zmanjšane zmožnosti prepoznave nenavadnih informacij v sanjah. Zvišan nivo acetilholina med REM spanjem naj bi bil vzrok za REM spanje značilne deaktivacije dorzolateralnega prefrontalnega korteksa (Kahn in Gover, 2010).

Trenutni pogled na sanje temelji na obstoječem znanju o tem, kako delujejo naši možgani. Z razvojem metod za slikanje možganov so raziskovalci ugotovili, da je funkcionalna organizacija možganov drugačna med spanjem in v stanju budnosti (Moorcroft, 2013). Ko govorimo o delovanju možganov med sanjami, najpogosteje govorimo o delovanju možganov med REM spanjem, saj se, kot že omenjeno, večina študij sanj osredotoča na sanje v tej fazi. Med REM fazo so aktivnejši srednji in višji predeli možganov, aktivirajo se predeli limbičnega sistema. Višja možganska področja so selektivno aktivirana, manj aktivacija pa je v primarnih senzornih področjih in v prefrontalnem korteksu. Ti dve področji namreč omogočata, da ohranjamo stik z resničnostjo in splošne izvršilne sposobnosti (Moorcroft, 2013). Kot že omenjeno, je deaktiviran dorzolateralni prefrontalni kortekst ter področja za ustvarjanje novih spominov.

Zaključimo lahko, da so številna možganska področja, ki jih povezujemo s kognitivnimi procesi aktivna med REM spanjem, vendar ne vsa. Rezultat take aktivnosti so sanje, ki vključujejo elemente spominov iz budnega stanja, izkušenj, čustev in motivacije. Ne vključujejo pa elementov logike in stika z resničnostjo. Sanje doživljamo pretežno v vidni obliki. Situacija izgleda resnična, vendar je izven naše kontrole, zato se nam sanje v budnem stanju zdijo bizarne in nelogične (Moorcroft, 2013).

Dalje avtorji poudarjajo vlogo talamusa pri tvorjenju sanj. Med nREM fazo deluje talamus po principu modela nihanja, informacije v tej fazi spanja zato nikoli ne dosežejo korteksa.

Med REM fazo pa talamus deluje po principu modela prenosa, zato pridejo informacije v korteks. Med budnostjo bi korteks na te informacije podal odgovor, med REM spanjem pa te informacije ignorira. Ta možganska aktivnost naj bi pomembno pripomogla k nastanku sanj (Mahowald, Woods in Schenck, 1998).

Za boljše razumevanje sanj in njihovega nastanka je dobro poznati tudi nevrobiološko osnovo lucidnih sanj. Lucidne sanje so redka stanja, ko oseba sanja in se hkrati tega zaveda. Ima popoln dostop do spomina, včasih lahko celo nadzira potek sanj (Dresler idr., 2012). Na podlagi te pomembne razlike med običajnimi in lucidnimi sanjami lahko sklepamo, da se ta razlika odraža tudi v možganski aktivnosti med tema dvema vrstama sanj.

Dresler idr. (2012) poročajo, da so med lucidnimi sanjami posebno aktivni bilateralni precuneus, cuneus, parietalni reženj, prefrontalni korteks ter okcipito-temporalni korteks. Poleg tega so opazili tudi povišano aktivnost desnega dorzolateralnega prefrontalnega korteksa. Prav to področje predstavlja sedež višjih kognitivnih sposobnosti. Med REM spanjem pa je, kot že omenjeno, neaktivno. Poleg tega je med običajnimi sanjami navadno nedejaven tudi delavni spomin (Hobson in Pace-Schott, 2002; v: Dresler, 2012). Aktivacija dorzolateralnega prefrontalnega korteksa v kombinaciji z aktivnostjo parietalnega režnja pa se lahko odraža v ohranjenosti delovnega spomina (Smith in Jonides, 1998; v: Dresler, 2012).

Še ena zanimiva značilnost lucidnih sanj je ta, da se jih lahko naučimo. To počnemo predvsem z namenom odpravljanja ponavljajočih se nočnih mor (Robert in Zadra, 2014). Natanek le-teh naj temeljil na hiperodzivnosti amigdale, skupaj z znižano dejavnostjo medialnih prefrontalnih področij (Levin in Nielsen; v: Dresler, 2012). Delovanje lateralnega prefrontalnega korteksa (kot npr. v lucidnih sanjah) lahko uravna delovanje amigdale, zato naj bi imele lucidne sanje terapevtski učinek.

V nekaterih starejših zapisih lahko zasledimo, da so sanje posledica raznih telesnih fizioloških procesov. Tako naj bi sanjali bolni, osebe, ki so jedle pico z zeleno papriko in čebulo tik pred spanjem in podobno. Nekateri grški pisci so verjeli, da nam lahko sanje pomagajo pri diagnosticiranju bolezni. Kljub temu da so tudi kasneje v mnogih raziskavah poskušali različna fiziološka stanja povezati s sanjami, jim to ni najbolje uspelo (Moorcroft, 2013). V splošnem ugotovitve številnih študij tega področja kažejo na to, da fiziološki procesi niso povezani z vsebino sanj ali priklicem le-teh. Pomembni dejavniki, ki vplivajo na vsebino sanj so po mnenju avtorjev: nosečnost, depresivnost in psihološka travma (Moorcroft, 2013).

O nevrobiološki podlagi sanj lahko veliko sklepamo na podlagi motenj spanja. Raziskovanje tega področja je pomembno predvsem zato, ker se z nespečnostjo srečuje skoraj polovica odraslih (Ohayon, 2002; v: Salomo, 2017). Ena izmed pogostih motenj spanja je RBD (REM behavior disorder) oziroma REM motnja spanja. Za to motnjo so značilne žive, z akcijo napolnjene sanje, ki jih spremljajo veliki motorični gibi in vokalizacije med REM spanjem. Za REM spanje je značilna izguba mišičnega tonusa, kar pa se pri RBD ne zgodi. Nastanek te motnje spanja povezujejo z degenerativnimi nevrološkimi boleznimi kot sta na primer demenca lewyjevih telesc in parkinsonova bolezen (Janković, Svetel in Kostić, 2015).

Poleg motenj spanja lahko govorimo tudi o spalnih izkušnjah, s čimer opredeljujemo različne, nenavadne fenomene, ki jih ljudje doživljajo med spanjem. Mednje sodita na primer nočni strahovi, spanec brez sanj (Soffer-Dudek, 2017).

7 SKLEPI

Motnje spanja imajo pomemben vpliv na subjektivno blagostanje (Gray in Watson, 2002; v: Salomo, 2017). Psihološki fenomen zelo povezan s spanjem so sanje, ki jih mnogi opredeljujejo kot mentalno aktivnost med spanjem (Stuck, Maurer, Schredl in Weeß, 2003; v: Salomo, 2017). Ali potemtakem sanje vplivajo na spanec in ali so kaj več kot zgolj psihološki korelat našega stanja med spanjem?

Namen naše diplomske naloge je bil zajeti osnovna spoznanja o sanjah kot o kompleksni možganski aktivnosti med spanjem. Kritično smo pregledali in združili dosedanje izsledke in spoznanja o nevrobioloških osnovah sanj, predvsem z vidika možganske aktivnosti v REM in NREM fazah spanja.

Sanje so stanje generalizirane možganske aktivnosti, pri čemer so izvzeti izvršilni sistemi (Hobson, 2003; v: Hoss, 2013). Proučevanje delovanja možganov med sanjami je kompleksno. Obstajajo metodološke težave s katerimi se moramo ob tem soočiti, kar nam z nastankom novejših metod proučevanja možganov lažje uspeva. Razumeti sanje je težko, saj so, kot že omenjeno rezultat delovanja celotnih možganov, kar pomeni da so tako ali drugače povezane s čustvi, spominom, čutili, kognitivnimi funkcijami itd.

Sprva so sanje razumeli kot pomembna sporočila bogov ali kot odraz psihološkega stanja posameznika. Danes na sanje ne gledamo več kot na nekaj mističnega, temveč bolj kot na alternativno obliko zavesti oz. poseben način razmišljanja (Kahn in Gover, 2010).

Danes se avtorji kljub temu, da vemo, da lahko sanjamo tudi v NREM fazah, v raziskavah večinoma posvečajo raziskovanju sanj med REM spanjem. Sanje v REM fazi naj bi bile najbolj čustvene, žive in bizarne, včasih tudi lucidne (Hobson, 1997; Holzinger, LaBerge in Levitan, 2006; v: Pagel in Pandi-Perumal, 2017). Poročanje o sanjah med REM spanjem je tudi natančnejše, lažje jih tudi prikličemo (Laxhmi, Munch, Blatter, Knoblauch in Cajochen, 2009).

Med REM spanjem se zviša nivo živčne aktivnosti v možganskem deblu, talamusu, amigdali in temporalno-okcipitalnem korteksu, dorzolateralni prefrontalni korteks in prekuneus pa sta deaktivirana. Tak vzorec delovanja možganov naj bi povzročal vidne halucinacije, pretirano čustvenost in kognitivne abnormalnosti, ki so v sanjah pogoste (Maquet idr., 1996; v: Dresler idr. 2012). Delovanja našega telesa nasploh je med REM in NREM fazo drugačno. Različno je dihanje, poraba energije in temperatura telesa ter možganov (Moorcroft, 2013).

Med spanjem se v možganih spremeni tudi kemična aktivnost. Aminergični sistem je popolnoma neaktiven, holinergičen pa je zelo aktiven, kar še pripomore k nastanku halucinatornih slik v sanjah. Na deaktivacijo dorzolateralnega prefrontalnega korteksa naj bi vplival zvišan nivo acetilholina (Kahn in Gover, 2010). Prav ta deaktivacija pa bi bila po našem mnenju lahko vzrok za nastanek sanj, saj dogajanja v naših možganih ne moremo nadzirati. To lahko podpremo z ugotovitvijo avtorjev (Dresler idr., 2012) da je med lucidnimi sanjami, na potek katerih lahko vplivamo, posebno aktiven tudi dorzolateralni prefrontalni korteks, ki je sedež višjih kognitivnih sposobnosti.

Za nastanek sanj avtorji pripisujejo pomembno vlogo tudi talamusu. Med REM fazo namreč ta deluje po principu modela prenosa, zato pridejo informacije v korteks, kar se med NREM fazo ne zgodi. V budnem stanju korteks na te informacije odreagira, med REM spanjem pa jih ignorira, zato nastanejo sanje (Moorcroft, 2013).

Tudi glede funkcije, ki jo imajo sanje za naš organizem si avtorji niso povsem enotni. Pripadniki evlucijske teorije menijo, da s pomočjo sanj simuliramo odzive na nevarnost in preizkušamo učinkovita vedenja (Revonsuo, 2000; Revonsuo, Tuominen in Valli, 2015; Valli in Revonsuo, 2009; v: Stumbrys in Erlacher, 2017b). Nekateri avtorji menijo, da je naloga sanj predvsem konsolidacija spominov (Eiser, 2005). Spet drugi pa menijo, da sanje same po sebi nimajo nikakršnega posebnega namena, so le posebna vrsta procesiranja informacij (Carskadon, 1993; v: Moorcroft, 2013).

Morda je eden izmed ključnih razlogov, zaradi katerih se nam zdijo sanje tako zanimiv fenomen dejstvo, da jih pogosto spremljajo čustva. Že Aristotel je trdil, da je vsebina sanj prirejena čustvom, ki smo jih doživljali v stanju budnosti (Moorcroft, 2013). Kljub temu pa menimo, da povezava med čustvi in sanjami še ni dovolj raziskana.

V letih od odkritja REM spanja, je odstotek znanstvenih raziskav s področja sanj upadel (Pagel, 2010; v: Pagel in Pandi-Perumal, 2017). Proučevanje REM spanja je privedlo do mnogih odkritij s področja nevrofiziologije REM spanja, žal pa je malo doprineslo k razlagi sanj. Kognitivnih stanj med spanjem so se lotili v le redkih raziskavah zato menimo, da je na področju nevrobiološke podlage sanj še veliko prostora za nadaljnje raziskave (Pagel in Pandi-Perumal, 2017).

Zavedati se moramo tudi, da sanje ustvarjajo naši možgani. Zagotovo bomo delovanje možganov lahko v prihodnosti še bolje razumeli, vprašanje pa, ali jih bomo kdaj razumeli v celoti. Do neke mere bomo tako lahko razumeli tudi nastanek in funkcijo sanj, del njih pa bo po našem mnenju vedno ostal skrit.

8 LITERATURA IN VIRI

Benedetti, F., Poletti, S., Radaelli, D., Ranieri, R., Genduso, V., Cavallotti, S., ... D'Agostino, A. (2015). Right hemisphere neural activations in the recall of waking fantasies and of dreams. *Journal of Sleep Research*, 24, 576-582. doi: 10.1111/jsr.12299

Bokkon, I. in Mallick, B. N. (2012). Activation of retinopic visual areas is central to REM sleep associated dreams: Visual dreams and visual imagery possibly co-emerged in evolution. *Activitas Nervosa Superior*, 54(1-2), 10–25.

Curci, A. in Rime, B. (2008). Dreams, emotions, and social sharing of dreams. *Cognition and emotion*, 22(1), 155–167.

D'Agostino A., Castelnovo A. in Scarone S. (2013). Dreaming and the neurobiology of self: recent advances and implications for psychiatry. *Frontiers in psychology*, 4, 1-4.

Desseilles, M., Dang-Vu, T. T., Sterpenich, V. in Schwartz, S. (2011). Cognitive and emotional processes during dreaming: a neuroimaging view. *Consciousness and Cognition*, 20(4), 998–1008. doi: 10.1016/j.concog.2010.10.005

Doweiko, H. (1982). Neurobiology and dream theory: a rapprochement model. *Journal of Individual Psychology*, 38(1), 55-61.

Dresler, M., Wehrle, R., Spoormaker, V. I., Koch, S. P., Holsboer, F., Steiger, A., ... Czisch, M. (2012). Neural Correlates of Dream Lucidity Obtained from Contrasting Lucid versus Non-Lucid REM Sleep: A Combined EEG/fMRI Case Study. *Sleep*, 35(7), 1017-1020. doi: 10.5665/sleep.1974

Eiser, A. S. (2005). Physiology and psychology of dreams. *Seminars in Neurology*, 25(1), 97–105. doi: 10.1055/s-2005-867078

Filevich, E., Dresler, M., Brick, T. R. in Kuhn, S. (2015). Metacognitive mechanisms underlying lucid dreaming. *The Journal of Neuroscience*, 35(3), 1082–1088.

Glaskin, K. (2011). Dreams memory, and the ancestors: creativity, culture, and the science of sleep. *Journal of the Royal Anthropological Institute*, 17, 44–62.

Graveline, Y. M. in Wamsley E. J. (2015). Dreaming and waking cognition. *Transitional Issues in Psychological Science*, 1(1), 97–105.

Hawkins, R. in Boyd, R. L. (2017). Such Stuff as dreams are made on: dream language, LIWC norms, & personality correlates. *Dreaming*. Pridobljeno s https://www.researchgate.net/publication/316109197_Such_Stuff_as_Dreams_Are_Made_On_Dream_Language_LIWC_Norms_Personality_Correlates

Hobson, J. A. (2009). REM sleep and dreaming: towards a theory of protoconsciousness. *Nature Reviews in Neuroscience*, 10, 803–813.

Hobson, J. A., Pace-Schott, E. F. in Stickgold, R. (2000). Dreaming and the brain: toward a cognitive neuroscience of conscious states. *Behavioral and Brain Sciences*, 23, 793–1121.

Hobson, J. A., Pace-Schott, E. F., Stickgold, R. in Kahn, D. (1998). To dream or not to dream? Relevant data from new neuroimaging and electrophysiological studies. *Current Opinion in Neurobiology*, 8, 239–244.

Hoss, R. J. (2013). The neuropsychology of dreaming: Studies and observations dreaming and sleep states. Pridobljeno s <http://dreamscience.org/articles/NeuroPsychology%20of%20Dreaming%20-%20Studies%20and%20Observations.pdf>

Hurd, R. (2010). Allan Hobson and the Neuroscience of Dreams. Pridobljeno s <http://dreamstudies.org/2010/01/07/neuroscience-of-dreams/>

Janković, M., Svetel, M. in Kostić, V. (2015). Frequency of REM sleep behavior disorders in patients with Parkinson's disease. *Vojnosanitetski pregled*, 72(2), 442-446. doi: 10.2298/VSP130501006J

Kahn, D. in Gover T. (2010). Consciousness in dreams. *International review of neurobiology*, 92, 181–195. doi: 10.1016/S0074-7742(10)92009-6

Langlitz, N. (2017). Opaque models: Using drugs and dreams to explore the neurobiological basis of mental phenomena. *Progress in brain research*. Pridobljeno s http://www.nicolaslanglitz.de/nicolaslanglitz.de/Home_files/Langlitz%202017%20-%20OPAQUE%20MODELS.pdf

Laxhmi, C. S., Munch, M., Blatter, K., Knoblauch, V. in Cajohen, C. (2009). Does the circadian modulation of dream recall modify with age? *Sleep*, 32(9), 1201-1209.

Linden, D. J. (2007). *The accidental mind: How brain evolution has given us love, memory, dreams, and God*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.

McCarley, R. W. (2007). Neurobiology of REM and NREM sleep. *Sleep Medicine*, 8, 302–330.

Mahowald, M. W., Woods, S. R. in Schenck, C. H. (1998). Sleeping dreams, waking hallucinations, and the central nervous system. *Dreaming*, 8(2), 89–102.

Moorcroft, W. H. (2013). *Understanding Sleep and Dreaming*. New York: Springer.

Muzur, A., Pace-Schott, E. F. in Hobson, J. A. (2002). The prefrontal cortex in sleep. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(11), 475–481.

Nielsen, T. A. in Germain, A. (1998). Publication patterns in dream research: Trends in the medical and psychological literatures. *Dreaming*, 8(2), 47–58.

Nielsen, T. A. in Stenstrom, P. (2005). What are memory sources of dreaming? *Nature*, 437, 1286–1289.

Nir, Y. in Tononi, G. (2009). Dreaming and the brain: from phenomenology to neurophysiology. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(2), 88–100.

Pace-Schott, E. F. in Picchioni, D. (2010). Neurobiology of dreaming. V M. Kryger (ur), *Principles and Practices of Sleep Medicine* (str. 529-538). Amsterdam: Elsevier.

Pagel, J. F. in Pandi-Perumal, S. R. (2017). Dreaming and sleep disorder. V S. Chokroverty (ur.), *Sleep Disorders Medicine: Basic Science, Technical Considerations and Clinical Aspects* (str. 225-234). New York: Springer Science and Bussines Media.

Paulsson, G. (2009). Dr. William Thornton's views on sleep, dreams and resuscitation. *Journal of History and Neurosciences*, 18, 25–46.

Pinel, J. P. J. (2014). *Biopsychology*. Harlow: Pearson Education Limited.

Robert, G. in Zadra, A. (2014). Thematic and content analysis of idiopathic nightmares and bad dreams. *Sleep research Society*, 37(2), 409–417.

Salomo, S. (2017). Well-being in patients with sleep disorders: Does dreaming make a difference? (Diplomsko delo, Friedrich-Schiller-Universität Jena). Pridobljeno s https://www.researchgate.net/publication/313799046_Well-Being_in_Patients_with_Sleep_Disorders_Does_Dreaming_make_a_Difference_Master_Thesis

Scarpelli, S., D'Altri, A., Mangiaruga, A., Marzano, C., Gorgoni, M., Schiappa, C., Ferrara, M. in De Gennaro, L. (2017). Predicting dream recall: EEG activation during sleep or shared mechanisms with wakefulness? *Journal of cerebral function and dynamics*, 1, 1-10. doi: 10.1007/s10548-017-0563-1.

Schredl, M. in Goritz A. S. (2017). Dream recall frequency, attitude toward dreams and the Big five personality factors. *Dreaming*, 27(1), 49–58.

Schwartz, S. (2003). Are life episodes replayed during dreaming? *Trends in Cognitive Sciences*, 7(8), 325–327.

Schwartz, S. (2010). Life goes on in dreams. *Sleep*, 33(1), 15-16.

Shaw, B. (2016). Developments in the Neuroscience of dreams. *Activitas Nervosa Superior*, 58(1-2), 46.

Sikka, P., Revonsuo, A., Sandman, N., Tuominen, J. in Valli, K. (2017). Dream emotions: a comparison of home dream reports with laboratory early and late REM dream reports. *Journal of Sleep Research*. doi: 10.1111/jsr.12555 Pridobljeno s <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jsr.12555/full#references>

Soffer-Dudek, N. (2017). Arousal in nocturnal consciousness: How dream – and sleep – experiences may inform us of poor sleep quality, stress, and psychopathology. *Frontiers in Psychology*, 8, 1–10.

Speth, C. in Speth, J. (2017). A new measure of hallucinatory states and a discussion of REM sleep dreaming as a virtual laboratory for the rehearsal of embodied cognition. *Cognitive Science*. doi: 10.1111/cogs.12491. Pridobljeno s <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cogs.12491/abstract>

Stickgold, R. in Wamsley, E. J. (2010). Why we dream. V M. Kryger (ur.), *Principles and Practices of Sleep Medicine* (str. 509-514). Amsterdam: Elsevier.

Stumbrys, T. in Erlacher, D. (2017a). Inner ghosts: Encounters with threatening dream characters in lucid dreams. *Dreaming*, 27(1), 40–48.

Stumbrys, T. in Erlacher, D. (2017b). Mindfulness and lucid dream frequency predicts the ability to control lucid dreams. *Imagination, Cognition and Personality*, 36(3), 229–239.

Titone, A. (2002). Memories bound: the neuroscience of dreams. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(1), 4–5.

Usami, K., Matsumoto, R., Kobayashi, K., Hitomi, T., Matsuhashi, M., Shimotake, A., ... Ikeda, A. (2017). Phasic REM transiently approaches wakefulness in the human cortex – a single-pulse electrical stimulation study. *Sleep Research Society*, 1. Pridobljeno s <https://academic.oup.com/sleep/article-abstract/doi/10.1093/sleep/zsx077/3804412/Phasic-REM-transiently-approaches-wakefulness-in?redirectedFrom=fulltext>

Voss, U., Holzmann, R., Tuin, I. in Hobson, J. A. (2009). Lucid dreaming: A state of consciousness with features of both waking and non-lucid dreaming. *Sleep*, 39(9), 1191–1200.

Wamsley, E. J. (2013). Dreaming, waking conscious experience, and the resting brain: report of subjective experience as a tool in the cognitive neurosciences. *Frontiers in psychology*, 4, 1-7.

Windt, J. M., Nielsen, T. in Thompson, E. (2016). Does consciousness disappear in dreamless sleep? *Trends in Cognitive Sciences*, 20(12), 871–882.

Windt, J. M. in Noreika, V. (2011). How to integrate dreaming into a general theory of consciousness – a critical review of existing positions and suggestions for future research. *Consciousness and Cognition*, 20(4), 1091–1107.

Zadra, A. I. in Nielsen, T. A. (1998). Topographical EEG mapping in a case of recurrent sleep terrors. *Dreaming*, 8(2), 67–74.