

Spanje nam lahko pomaga izboljšati učni uspeh



Katja Rus, dijakinja Gimnazije Bežigrad
Mentor dr. Andrej Rus

Zveni zelo nenavadno, vendar je res. Spanje in naš učni uspeh sta tesno povezana med sabo. Za boljše ocene zato ni pomembno samo to, koliko se učimo, temveč tudi, koliko in kako spimo. Če hočemo imeti boljše ocene, bo mnogo bolje, da se učimo od štirih popoldne do desetih zvečer, kot pa od štirih popoldne do treh zjutraj. Vendar, zakaj je temu tako?

Uvod

Pomanjkanje spanja je eden največjih problemov sodobne družbe. Zelo pogosto namreč ljudje v želji, da bi opravili vse stvari v dnevu, ter v upanju, da to ne bo imelo nobenih posledic, žrtvujejo ravno nočni spanec. A žal izkušnje in raziskave kažejo, da temu ni tako. Pomanjkanje spanja ima različne negativne posledice, kot na primer poslabšanje splošnega počutja, slabšo imunost ter upad kognitivnih in motoričnih sposobnosti.

Zmanjšanje sposobnosti zaradi pomanjkanja spanja je sicer nekaj, kar iz lastne izkušnje zelo dobro pozna vsak človek. Med znanstveniki poteka razprava, v kolikšni meri spanec vpliva na učenje in spomin, razi-

skave pa kažejo, da ima spanje pomembno vlogo pri procesu učenja in utrjevanju spomina. Različne študije so ugotovile, da pomanjkanje spanja povzroči poslabšane sposobnosti učenja in pomnjenja.

To pomeni, da za boljše ocene v šoli ni pomembno samo, koliko se učite, ampak tudi, koliko in kako spite: da imate dovolj ur spanca; da ni prevelike spremenljivosti pri urah, ko hodite spat; da ne greste spat prepozno ponoči itd.

Spanec ni nekakšna izguba časa, kot to menijo nekateri ljudje, ki zato poskušajo spati čim manj. Spanec je namreč v resnici zelo pomemben za regeneracijo organizma in še posebej možganov.



Kvalitetni spanec vam lahko pomaga izboljšati učni uspeh.

V spanju se dogajajo mnogi zelo koristni in pomembni procesi, ki jih običajen človek sicer ne pozna, saj se o njih nikjer ne uči. A to nikakor ne zmanjšuje izredno koristnega pomena nočnega dogajanja v telesu, še posebej tistega v možganih. Zato je dobro vsaj površno poznati te procese in razumeti, zakaj čas spanja ni izgubljeni čas v dnevu, temveč priprava za bolj uspešno aktivnost.

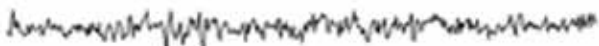
Dve glavni fazi spanja

Verjetno bi si mislili, da je spanje enovito in brez različnih faz. A v resnici ni tako. Spanje namreč

Budnost



REM



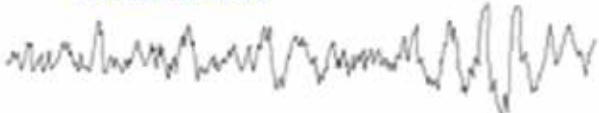
NREM 1. faza



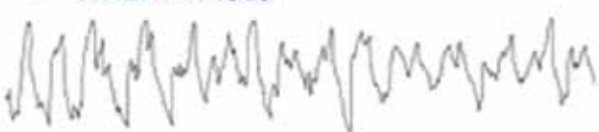
NREM 2. faza



NREM 3. faza



NREM 4. faza



Tipični EEG valovi za različne faze spanja. Vidimo podobnost EEG valov med budnostjo in REM spanjem.

poteka v redni izmenjavi dveh popolnoma različnih glavnih faz. Imenujemo ju spanje REM (s hitrim premikanjem oči) in spanje NREM (brez hitrega premikanja oči).

Med spanjem REM je aktivnost možganske skorje zelo podobna kot v času dnevne budnosti. Ker se v fazi REM možgani zdijo budni, a človek očitno spi, zato REM stanje včasih imenujemo 'paradoksalno spanje'.

Faza REM je povezana z doživljanjem, ki ga imenujemo sanjanje, v katerem človek tekom spanja izkuša namišljeno, iluzorno dogajanje. V tem stanju človek pod zaprtimi vekami premika oči in ravno po tem pojavu je to stanje tudi poimenovano REM (**R**apid **E**ye **M**ovement). Na začetku so znanstveniki domnevali, da človek v spanju z očmi spremlja iluzorno sanjsko dogajanje, kar potem povzroči gibanje oči pod zaprtimi vekami, vendar pa obstajajo tudi druge razlage.

V fazi REM se poveča aktivnost v različnih delih možganov, ki so odgovorni za vidno zaznavanje, gibanje, čustva in avtobiografski spomin. Posamezni deli možganov so lahko med spanjem REM tudi do 30 % aktivnejši kot v času budnosti (amigdala in trak tkiva nad amigdalo – oba sta odgovorna za ustvarjanje in predelovanje čustev).

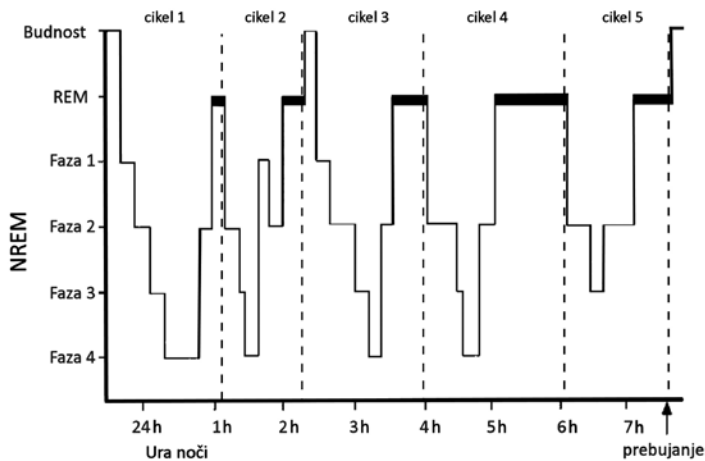
V fazi NREM pa se EEG valovi začnejo upočasnjevati (njihova frekvenca se torej zmanjšuje). V 3. fazi NREM se začnejo pojavljati najpočasnejši t. i. 'delta' EEG valovi, ki so podobni tistim, ki se pojavijo v anesteziji ali pa v komi. V 4. fazi je delež teh valov že več kot 50 % in človek je takrat v stanju zelo globokega počitka brez zavedanja.

Spanje REM in NREM se v nočnem spancu izmenjujeta ciklično približno na vsakih 90 minut. V prvem delu nočnega spanca v teh ciklih prevladuje NREM spanec. V drugi polovici nočnega spanca pa se razmerje obrne in v ciklih prevladuje faza REM. Proti jutru je spanca NREM samo še malo ali pa celo sploh nič več.

Znanstveniki še ne vedo povsem, zakaj spanje poteka v tem cikličnem vzorcu. Nekateri znanstveniki domnevajo, da je ključna naloga faze NREM (ki prevladuje v prvem delu noči), da počisti nepotrebne nevronske povezave (spomine), kot na primer barva avta, za katerim smo stali v prometnem zastoju, ko smo se zjutraj vozili v službo. Faza spanja REM, ki prevladuje pozneje ponoči, pa pomaga pri utrjevanju pomembnejših nevronskih povezav (spominov), na primer datum pomembnega sestanka ali pa kakšno pomembno dejstvo, ki smo se ga v šoli naučili za test. Vsekakor pa obstajajo tudi druge hipoteze o pomenu

spanja REM. Dolgotrajno pomanjkanje REM sicer povzroči resne psihološke, kognitivne in vedenjske težave.

Obe vrsti spanca sta zelo pomembni in zato je slabo, če izpustimo spanje NREM ali pa REM. V praksi pa to pomeni, da sta za dobro delovanje kognitivnih sposobnosti zelo pomembna tako večerni kot jutranji spanec.



Približni prikaz različnih faz spanja. Na sliki vidimo prehod iz budnosti najprej v fazo REM in nato preko treh NREM faz do najglobljega spanja (NREM faza 4). Sledi vrnitev v bolj plitvo REM fazo in nato ponovno poglobljanje spanca. Ti cikli se nenehno ponavljajo do jutra, a v vsakem naslednjem ciklu je manj NREM in vedno več REM faze.

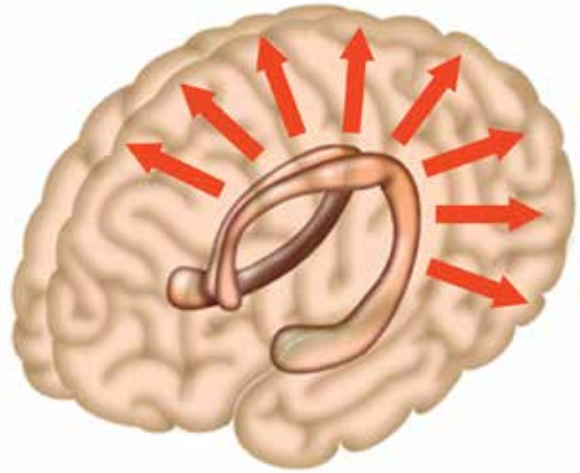
Kako spanje pred učenjem izboljša spomin

Kadar smo budni, možgani ves čas prejemajo nove informacije. Informacije, ki si jih želimo zapomniti, se shranjujejo v delu možganov, ki se imenuje hipokampus. Hipokampus med sabo poveže podrobnosti in je namenjen kratkoročnemu shranjevanju spominov. Je nekakšno začasno skladišče novih spominov, ki ima omejen prostor za shranjevanje.

Če presežemo zmogljivosti hipokampusa in dodamo preveč novih informacij, se te ne morejo več shranjevati ali pa se prepišejo ena čez drugo. Ta pojav ni najbolj zaželen, imenujemo pa ga interferenčno pozabljanje. Če bi bil torej človek ves čas buden, bi se vedno težje učil, saj bi se njegov kratkoročni spomin postopoma povsem zapolnil.

Spanje pa prenese informacije iz hipokampusa v možgansko skorjo, ki omogoča dolgoročneje skladiščenje spominov. Podobno kot računalnik prenese podatke iz delovnega (in po velikosti

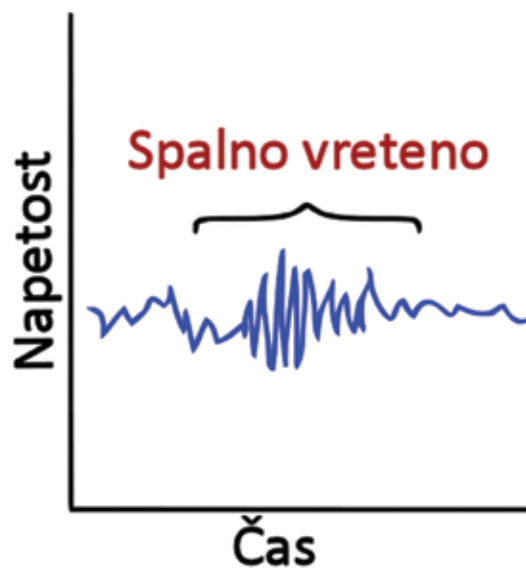
omejenega) spomina RAM na disk, ki ima mnogo večjo kapaciteto in pa sposobnost trajnega shranjevanja podatkov.



Rdeče puščice kažejo prenos informacij iz hipokampusa v možgansko skorjo.

Zato spanje pred učenjem osveži sposobnost ustvarjanja novih spominov. S prenosom podatkov iz hipokampusa v možgansko skorjo spanec obnovi našo sposobnost za učenje, saj sprosti kratkoročno spominsko skladišče in ustvari prostor za učenje novih podatkov.

Ta osvežitev spominskega prostora je povezana z rahlo, t. j. 2. fazo spanja NREM in še posebej s kratkimi nočnimi izbruhi električne dejavnosti, ki se imenujejo *spalna vretena*.



Primer 'spalnega vretena' v EEG zapisu med spanjem.

Znanstveniki so ugotovili, da več kot je v spanju spalnih vreten, bolje se obnovi sposobnost učenja novih podatkov. Pri pojavljanju spalnih vreten se dogaja električna izmenjava podatkov. Ta prenese spomine iz hipokampusa v možgansko skorjo (ki je del za shranjevanje dolgoročnih spominov). Zato so po spanju udeleženci imeli osveženo sposobnost učenja novih informacij, saj so v spanju izpraznili hipokampus in tako naredili prostor za nove podatke.

Zanimivo je, da starejši ljudje, stari med 60 in 80 let, težje ustvarjajo spalna vretena in jih imajo za kar 40 % manj. Ker nočni spanec pri njih slabo izprazni skladišče kratkoročnega spomina, si zato starejši ljudje naslednji dan težje zapomnijo nove podatke.

Kako spanje po učenju izboljša spomin

Ena od najstarejših domnevnih nalog spanja je, da pomaga pri shranjevanju spominov po učenju in prepreči pozabljanje. Temu pravimo konsolidacija spomina. Spanje poveča ohranitev spominov za kar 20–40 % v primerjavi z enakim časom budnosti. Če se učite za izpit, je to zelo pomemben podatek: pove vam, da se je morda na neki točki učenja boljše ustaviti ter iti spat kot pa nadaljevati z učenjem!

Znanstvenike je zanimalo, katera vrsta spanja bolj utrdi tisto, kar smo si čez dan vtisnili v spomin. Je to spanje REM ali spanje NREM? Ugotovili so, da se utrjevanje spominov dogaja predvsem v spancu NREM, ki prevladuje v prvem delu noči. Več, ko je v spancu faze NREM, več naučenih informacij se naslednji dan lahko človek spomni.

Meritve možganske aktivnosti, ki so jih opravili z metodo magnetne resonance, so pokazale, da pred in po spanju prikličemo informacije iz dveh

povsem drugačnih delov možganov. Pred spanjem spomine jemljemo iz kratkoročnega skladišča hipokampusa, po spanju pa iz možganske skorje – dolgoročnega skladišča.

Zato celo spanje podnevi – če vsebuje dovolj spanca NREM – lahko pripomore pri utrjevanju naučenih informacij.

Še eno stvar morda poznate iz lastne izkušnje: po celonočnem spanju včasih lahko prikličemo spomine ali podatke, ki se jih pred spanjem nismo mogli spomniti. Spanec je namreč popravil okvarjene zapise v spominu, podobno kot računalnik lahko popravi poškodovane podatke na trdem disku.

Spanec in pozabljanje

Doslej smo predstavili moč spanja, da prepreči pozabljanje. Vendar, ali nam spanje lahko pomaga tudi pri pozabljanju, torej pri čiščenju nepotrebnih ali morda bolečih spominov?

Seveda. Spanje je zelo pomembno za pozabljanje: na ta način se namreč znebimo spominov, ki jih ne potrebujemo več in naredimo prostor za tiste, ki jih potrebujemo.

Na to temo je bila izvedena zanimiva raziskava. Udeležencem poskusa so na zaslonu predvajali različne besede. Po prikazu vsake besede se je na zaslonu pokazala zelena črka Z (zapomni si) ali pa rdeča črka P (pozabi). To je bilo navodilo, ali naj si človek prikazano besedo ali zapomni ali pa naj jo pozabi. Namen poskusa je bil, da si oseba **selektivno zapomni** čim več besed, ki so po prikazu dobile oznako Z (zapomni) ter **pozabi** besede z oznako P (pozabi).

Po učenju je nato ena skupina odšla spat za 90 minut, druga skupina pa je ostala budna. Rezultati so bili zelo zanimivi: skupina, ki je po ogledu besed spala 90 minut, si je zapomnila več besed označenih z Z (zapomni) ter manj besed, označenih s P (pozabi), kot skupina, ki ni spala.

Pri skupini, ki po ogledu besed ni šla spat, pa ni bilo bistvene razlike v pomnjenju besed, označenih s P ali Z.

Izsledki te raziskave morda ne zvenijo najbolj zanimivo ali uporabno, pa vendar so. Že v šoli namreč lahko vidimo, da si bomo poskusili zapomniti čim bolj le tiste podatke, za katere učitelj reče, da bodo na testu; po drugi strani pa kaj hitro pozabimo podatke, ki jih navrže mimogrede in poleg tega še omeni, da se nam jih ni treba naučiti. Spanec torej pomaga utrditi pomembne informacije ter pozabiti nepomembne, ki po nepotrebnem obremenjujejo spomin.

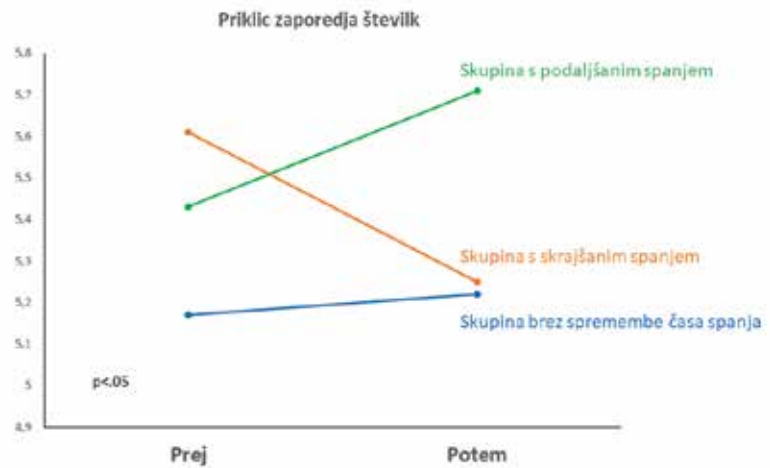


Za dober učni uspeh ni pomembno le, koliko se učimo, temveč tudi, koliko spimo.

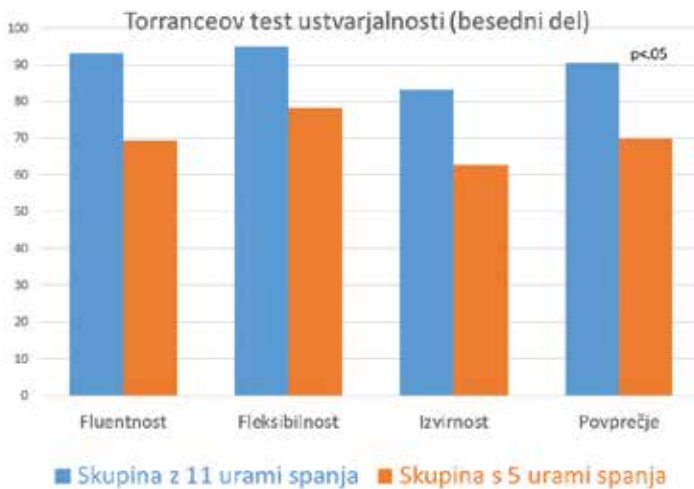
Kako spanje izboljša sposobnosti

Najstarejša študija, ki je preučevala učinek pomanjkanja spanja na motorične sposobnosti pri študentih, je bila opravljena leta 1972. Ugotovila je, da se je že po samo 18 urah budnosti poslabšal reakcijski čas. Po 34 urah brez spanja se je zmanjšala vzdržljivost; po 42 urah brez spanja so upadli gibčnost, ravnotežje in moč; po 50 urah pomanjkanja spanja pa se je zmanjšala hitrost.

Prva raziskava, ki je poizkušala direktno meriti sposobnost učenja po pomanjkanju spanja, je otroke, stare 10–14 let, naključno razdelila v dve skupini. Prva skupina je spala 11 ur, druga pa samo 5 ur. Naslednji dan so pri skupini, ki je spala le 5 ur, ugotovili poslabšano govorno ustvarjalnost, slabše abstraktno mišljenje ter težave pri učenju novih abstraktnih konceptov.



Rezultati sposobnosti priklica zaporedja števil. Pri skupini, ki je spala manj, so se rezultati poslabšali. Pri skupini, ki je spala več, pa so se rezultati izboljšali.



Slabše kognitivne sposobnosti pri skupini, ki je eno noč spala manj.

Te ugotovitve je potrdila tudi nadaljnja študija istih raziskovalcev. Skupini otrok, starih 10–14 let, so za tri noči skrajšali spanec na 7 ur ter pri njih ugotovili poslabšanje besedne fluidnosti in ustvarjalnosti. Presenetljivo pa ni bilo nikakršnih poslabšanj pri izvrševanju nalog, ki zahtevajo delovni spomin, natančnost računanja in sposobnosti načrtovanja. To kaže, da blago zmanjšanje spanja poslabša samo višje kognitivne funkcije.

Močan učinek podaljšanja ali skrajšanja časa spanja je pokazala tudi druga zanimiva raziskava. V njej so za tri noči eni skupini podaljšali, drugi skupini pa skrajšali spanje. Povprečno zmanjšanje spanja v prvi skupini je bilo 41 minut, povprečno podaljšanje spanja v drugi skupini pa 35 minut.

Ta minimalna sprememba časa spanja je povzročila opazne učinke na uspešnost delovanja obeh skupin. V skupini, ki je čas spanja podaljšala, so se izboljšali budnost, pozornost in spomin (glede na skupino, ki je čas spanja skrajšala).

Po mnenju avtorjev imajo ti izsledki pomembne posledice za učenje in uspešnost pri pouku, saj so budnost, pozornost in spomin močno povezani s pozornostjo pri pouku in dosežkih na testih.

Raziskave o učinkih pomanjkanja spanja

Videli smo, da spanje zelo dobro vpliva na spomin, saj lahko pred učenjem možgane pripravi na ustvarjanje novih spominov, po učenju pa utrdi spomine in prepreči pozabljanje. Znano je, da sta sposobnost učenja in pomnjenja zelo pomembna za dober šolski oz. učni uspeh. V zadnjem stoletju so različne študije pokazale blagodejne učinke spanja na delovanje spomina pri živalih in ljudeh.

V možganih pa poleg spomina, ki ga uporabljamo za pomnjenje dejstev, obstajajo tudi druge kognitivne funkcije, na katere spanje prav tako dobro vpliva. Spanje npr. pripomore k boljši ustvarjalnosti. Speči možgani namreč združijo povsem različna znanja in s tem spodbudijo neverjetne sposobnosti reševanja problemov, ki se jih budni možgani nikoli ne bi lotili. K ustvarjalnosti pripomore predvsem spanje REM.

Raziskovalca J. Pilcher in A. Huffcut sta v svoji klasični meta-analizi primerjala izsledke 19 raziskav, ki so vključevale vsega skupaj 1.932 poskusnih oseb ter 143 raziskovalnih koeficientov. Ugotovila sta, da so osebe s pomanjkanjem spanja povprečno funkcionirale na tako nizki ravni kot 9 % oseb z najslabšimi rezultati v skupini brez pomanjkanja spanja!



Shematični prikaz distribucije rezultatov za obe skupini: povprečne sposobnosti oseb iz skupine s premalo spanja so bile tako slabe, kot so jih imele osebe v najslabših 9 % v skupini, ki je spala dovolj.

Druga dva raziskovalca pa sta pri 3.000 študentih primerjala vzorce spanja z ocenami. Ugotovila sta, da so študentje z višjimi ocenami spali več in šli bolj zgodaj spat kot študentje s slabšimi ocenami. To so potrdile tudi druge študije, ki so pokazale, da imajo študentje, ki spijo manj, več težav s koncentracijo in fokusiranjem pozornosti ter zaspanostjo v šoli.

Tudi raziskava, opravljena na študentih 1. letnika, je ugotovila, da so študentje s slabšimi ocenami hodili pozno spat vse dni v tednu. Ugotovili so, da bi z vsako dodatno uro spanja lahko svoje povprečje ocen dvignili za kar 0,13 (v primeru 5-stopenjske ocenjevalne lestvice).

Na Finskem so naredili raziskavo, ki je vključevala 5.813 zdravih finskih otrok. Kar 17,8 % jih je povedalo, da imajo težave s spanjem (npr. težko so zaspali, se ponoči zbujali). Težave s spanjem so bile v veliki korelaciji s težavami v šoli in slabšim učnim uspehom.



Raziskave kažejo, da sta nezadostno spanje ter slab učni uspeh povezana.

Tudi druga raziskava je pokazala, da so tisti, ki so spali manj kot 6 ur na noč, imeli nižje povprečje ocen (2,74). Povprečje ocen tistih, ki so spali več kot 9 ur na noč, pa je bilo 3,24.

Raziskava, opravljena na vzorcu 6.632 italijanskih adolescentov, je ugotovila, da tisti dijaki, ki so imeli težave s pozornostjo pri pouku in slabšim učnim uspehom, hodijo spat ob nerednih urah in zato spijo bistveno manj.

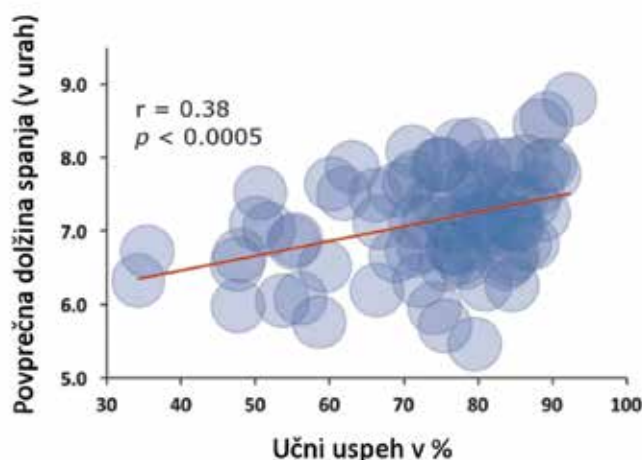
V študiji, ki je bila izvedena na 3.871 dijakih v Seulu, se je prav tako izkazalo, da nezadostna količina spanja močno vpliva na povečanje dnevne zaspanosti. Ta je sicer močno povezana z upadom dinamične intelektualne ter kognitivne zmogljivosti.

Šport ali spanje?

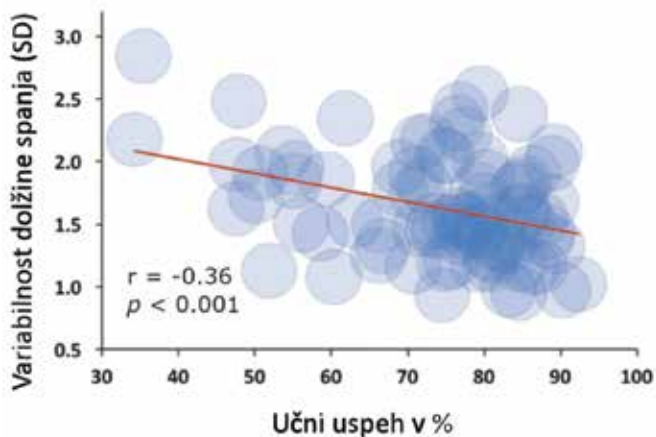
Nekateri raje telovadijo, kot spijo, saj menijo, da bodo svoje možgane razbistriti s športom. A kaže, da to ni čisto res. V raziskavi, ki so jo leta 2019 opravili na univerzi MIT, so prvotno želeli ugotoviti, ali dodatna telesna aktivnost izboljša učni uspeh. Za namen raziskave so 100 študentom dali pametne zapestnice, ki so 24 ur na dan merile in beležile vso njihovo aktivnost. Ta merjenja so opravljali en cel semester.

Četrtnina teh študentov se je poleg rednega študija udeleževala še posebnega fitnes programa. A v nasprotju s pričakovanji raziskovalcev po enem semestru ni bilo nobene razlike v učnem uspehu med tistimi, ki so se dodatno ukvarjali s fitnessom, in tistimi, ki se niso. To je bilo veliko presenečenje za raziskovalce, ki so pričakovali, da bo športna aktivnost izboljšala učni uspeh.

Šele ko so analizirali vse ostale podatke, ki so jih pametne zapestnice merile ves semester, so povsem nepričakovano opazili nekaj drugega: namreč, zelo



Povprečne dolžine spanja posameznih študentov glede na njihov povprečni učni uspeh v semestru.



Standardna deviacija od povprečnih ur spanja za posamezne študente (variabilnost njihovih ur spanja) glede na njihov povprečni učni uspeh v semestru.

očitno povezavo med vzorcem spanja ter ucnim uspehom. Ugotovili so, da so študenti, ki so spali več, imeli boljši učni uspeh. Študentje, ki so spali samo 6,5 ur na noč, so namreč imeli za kar 50 % slabši učni uspeh od tistih, ki so spali eno uro več!

Vendar pa količina spanja ni bila edini dejavnik, ki je vplival na boljši učni uspeh. Prav tako sta namreč bili pomembni kvaliteta spanja ter ura, ob kateri so študentje šli spat. Tisti študentje, ki so šli spat pred 2. uro ponoči, so namreč imeli mnogo boljše ocene kot pa tisti, ki so šli spat po 2. uri.

K boljšim ocenam prav tako ni pripomoglo, da so si študenti privoščili večjo oz. zadostno količino spanja samo en dan pred testom oz. izpitom. Ta ugotovitev je bila povsem v nasprotju s tem, kar se običajno svetuje: »Pojdi zgodaj spat, kajti jutri te čaka pomemben dan.«

Izkazalo se je, da je bil za boljši uspeh pomemben tudi konsistenten ter urejen ritem spanja. Namreč tisti, ki so imeli samo 0,5 ure večjo variacijo ur, ob katerih so hodili spat, so imeli za kar 45 % slabši učni uspeh od tistih, pri katerih so bile te variacije manjše!

Spanje je pomembnejše, kot se morda zdi

V današnjem času, ko v družbi prevladuje aktivnost, počitek pa se vedno bolj zanemarja, se spanje velikokrat zdi kot izguba dragocenega časa, ki bi ga lahko namenili učenju ali pa ostalim aktivnostim. Vendar pa tako znanstvene raziskave kot naše izkušnje kažejo, da je spanje izjemno pomemben in nujen čas priprave na uspešno aktivnost, ne pa nekakšna nekoristna potrata časa.



Spanje je priprava na uspešno aktivnost.

Veliko ljudi misli, da je spanje le odsotnost budnosti in zato odsotnost produktivnega časa. A ti ljudje ne razumejo, da se v spanju dogaja mnogo koristnih in zelo pomembnih procesov. Če želite doseči več, si zato zapomnite: že samo ena ura dodatnega kvalitetnega spanca vam bo zelo izboljšala počutje in uspeh.

Viri

- Chandler, D. L. (2019, 1. oktober). *Study: Better sleep habits lead to better college grades*. <https://news.mit.edu/2019/better-sleep-better-grades-1001>
- Curcio, A., et al. (2006). Sleep loss, learning capacity and academic performance. *Sleep Medicine Reviews*, 10(5), 323–337.
- Okano, K., et al. (2019). Sleep quality, duration, and consistency are associated with better academic performance in college students. *npj Science of Learning*, 4(1), 16.
- Pilcher, J., Huffcutt, A. I. (1996). Effects of Sleep Deprivation on Performance: A Meta-Analysis. *Sleep*, 19(4), 318–326.
- Randazzo, A.C., Schweitzer P.K. (1998). Cognitive Function Following Acute Sleep Restriction in Children Ages 10–14. *Sleep*, 21(8), 861–868.
- Sadeh, A., et al. (2003). The Effects of Sleep Restriction and Extension on School-Age Children: What a Difference an Hour Makes. *Child Development*, 74(2), 444–455.
- Walker, M. (2019). *Zakaj spimo: moč spanja in sanj*. Založba Mladinska knjiga.
- Slika 1: Gregory Pappas, unsplash.com
- Slika 2: Stiller, J.W., Postolache, T. (2005). Sleep-wake and Other Biological Rhythms: Functional Neuroanatomy. *Clinics in Sports Medicine*, 24(2), 205–235.
- Slika 3: Sinton, C.M., McCarley R.W. (2004). Neurophysiological Mechanisms of Sleep and Wakefulness: A Question of Balance. *Seminars in neurology*, 24(3), 211–223.
- Slika 4: Salk Institute for Biological Studies, 2014
- Slika 5: <https://en.wikipedia.org/wiki/K-complex>
- Slika 6: Elliott Reyna, unsplash.com
- Slika 7: Randazzo, A.C., Schweitzer, P.K. (1998). Cognitive Function Following Acute Sleep Restriction in Children Ages 10–14. *Sleep*, 21(8), 861–868.
- Slika 8: Sadeh, A. et al. (2003). The Effects of Sleep Restriction and Extension on School-Age Children: What a Difference an Hour Makes. *Child Development*, 74(2), 444–455.
- Slika 9: Pilcher J., Huffcutt A. I. (1996). Effects of Sleep Deprivation on Performance: A Meta-Analysis. *Sleep*, 19(4), 318–326.
- Slika 10: Joshua Hoehne, unsplash.com
- Slika 11: Okano K. et al. (2019). Sleep quality, duration, and consistency are associated with better academic performance in college students. *npj Science of Learning*, 4(1), 16
- Slika 12: Okano K. et al. (2019). Sleep quality, duration, and consistency are associated with better academic performance in college students. *npj Science of Learning*, 4(1), 16
- Slika 13: Eugene Chystiakov, unsplash.com