

## REGULACIJA BUDNOSTI I SPAVANJA U ADOLESCENCIJI: BIOLOŠKI, BIHEVIORALNI I SOCIJALNI ASPEKTI

Adrijana Košćec

Biserka Radošević-Vidaček

Marija Bakotić

Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada

Ksaverska c. 2, p.p. 291, 10 001 Zagreb

E-mail: akoscec@imi.hr

### Sažetak

Rezultati istraživanja provedenih diljem svijeta pokazali su da u periodu adolescencije dolazi do značajnih promjena u karakteristikama spavanja: što su stariji, adolescenti imaju sve veću tendenciju odlaziti na spavanje kasnije i buditi se kasnije. Ovakve karakteristike spavanja posljedica su promjena u biološkim mehanizmima regulacije budnosti i spavanja – pomaka u fazi endogenih cirkadijurnih ritmova prema kasnijim satima i sporije akumulacije homeostatskog pritiska spavanja tijekom dana. Na karakteristike spavanja adolescenata djeluju i različiti vanjski čimbenici, od kojih je izuzetno značajan raspored nastave. Adolescenti u velikom broju zemalja pohađaju školu s početkom nastave ujutro. Stoga je u školskom tjednu njihovo vrijeme buđenja određeno ranim jutarnjim početkom nastave. Zbog toga u dane nastave spavaju kraće nego što im je potrebno. Kako bi nadoknadili izgubljeno spavanje i ostvarili potrebno trajanje spavanja, vikendom i praznicima spavaju duže nego u školskom tjednu. Pokazalo se da se nedovoljno spavanje tijekom školskog tjedna negativno odražava na njihovo dnevno funkcioniranje, slabiji školski uspjeh i probleme u ponašanju. Ispitivanja karakteristika spavanja hrvatskih adolescenata koji pohađaju nastavu jedan tjedan ujutro, a drugi poslijepodne, upozorila su na neke prednosti dvosmjenke organizacije nastave glede trajanja spavanja i dnevnog funkcioniranja adolescenata.

**Ključne riječi:** budnost, spavanje, biološki mehanizmi, cirkadijurni ritam, homeostatski pritisak

### UVOD

Interes psihologa i sociologa za razvojno razdoblje adolescencije dugi se niz godina koncentrirao isključivo na ispitivanje međusobne povezanosti različitih ka-

---

\* Ovaj je rad izrađen u okviru projekta Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa RH broj 022-0222411-2659, pod nazivom: "Problem pospanosti: sociokulturalni, bihevioralni i psihofiziološki aspekti", voditeljice dr. sc. Biserke Radošević-Vidaček.

rakteristika ponašanja i funkcioniranja adolescenata tijekom dana. Pri tome se potpuno zanemarilo pitanje karakteristika njihova spavanja i moguća uzajamna veza ponašanja, spavanja i dnevnog funkcioniranja. Primjerice, količina vremena koju provode u gledanju televizije, druženju s vršnjacima, školskim i izvanškolskim aktivnostima povezivala se sa školskim uspjehom i sklonošću devijantnom ponašanju (Dornbusch, 2002). Međutim, ispitivanja povezanosti karakteristika spavanja adolescenata s njihovim svakodnevnim funkcioniranjem pokazala su da adolescenti koji nedovoljno spavaju imaju općenito više problema u ponašanju, slabiji školski uspjeh, više problema s održavanjem budnosti tijekom dana, veći rezultat na skalama anksioznosti i depresije, skloniji su zlouporabi alkohola i droga te imaju niže samopoštovanje i slabiju motivaciju za postignućem (npr. Dahl i Lewin, 2002; Fredriksen, Rhodes, Reddy i Way, 2004; Gianotti i Cortesi, 2002; Laberge, Petit, Simard, Vitaro, Tremblay i Montplaisir, 2001; Liu i Zhou, 2002; Meijer, Habekothé i Van Den Wittenboer, 2000; Tynjälä, Kannas i Välimaa, 1993; Wolfson i Carskadon, 1998).

Sustavna ispitivanja karakteristika spavanja adolescenata započela su sredinom 1970-ih na Sveučilištu Stanford u SAD-u. Devetnaestoro djevojčica i dječaka u dobi od 10 do 12 godina dolazilo je jedanput godišnje tijekom pet ili šest godina u laboratorij za ispitivanje spavanja na tri dana. Tjedan dana prije svakog trodnevnog ispitivanja držali su se unaprijed dogovorenog rasporeda spavanja i budnosti kako bi rezultati ispitivanja u laboratoriju bili što manje pod utjecajem prethodno akumuliranog duga u spavanju (engl. sleep debt). Svrha istraživanja bila je ispitati smanjuje li se zaista u adolescenciji potreba za spavanjem kao što se pretpostavljalo (Carskadon, Wolfson, Acebo, Tzischinsky i Seifer, 1980). Adolescenti su svake noći imali priliku spavati 10 sati. Rezultati su pokazali da se ukupno trajanje spavanja nije skraćivalo s dobi i pubertetskim razvojem, već su adolescenti spavali između 9 i 10 sati, što se smatra dokazom da se sama potreba za spavanjem u adolescenciji ne smanjuje iako u uvjetima svakodnevnog života adolescenti spavaju značajno kraće nego mlađa djeca (Carskadon, 1999). Na osnovi rezultata ovih istraživanja smatra se da potrebno trajanje spavanja adolescenata iznosi između 8,50 i 9,25 sati (National Sleep Foundation, 2000).

Drugi važan nalaz ovih longitudinalnih ispitivanja odnosio se na promjene u dnevnoj pospanosti s obzirom na pubertetski razvoj. Svakog dana boravka u laboratoriju adolescenti su bili podvrgnuti Višekratnom testu latencije uspavljivanja (MSLT – Multiple Sleep Latency Test). Mjera dnevne pospanosti u MSLT-u prosječno je vrijeme (latencija) uspavljivanja kroz četiri mjerenja tijekom dana, pri čemu kraća latencija upućuje na veću fiziološku pospanost. Iako se ukupno trajanje noćnog spavanja adolescenata u ispitivanju nije mijenjalo s pubertetskim razvojem, dnevna pospanost mjerena MSLT-om bila je značajno izraženija kod starijih nego mlađih adolescenata, pri čemu je latencija uspavljivanja starijih adolescenata bila kraća u poslijepodnevnom nego večernjim satima (Carskadon, Wolfson, Acebo, Tzischinsky i Seifer, 1980).

Stanfordska ispitivanja spavanja adolescenata nastavila su se na Sveučilištu Brown, gdje je M. Carskadon osnovala prvi laboratorij za ispitivanje spavanja djece i adolescenata. Publicirani radovi oživili su interes za to područje istraživanja i u mnogim drugim zemljama te su provedena brojna laboratorijska, dnevnička, aktigrafska i anketna ispitivanja karakteristika spavanja adolescenata u tridesetak zemalja svijeta na svim kontinentima (npr. Arakawa i sur., 2001; Fukuda i Ishihara, 2001; Gaina, Sekine, Chen, Hamanishi i Kagamimori, 2004; Gau i Soong, 1995; Giannotti i Cortesi, 2002; Laberge, Petit, Simard, Vitaro, Tremblay i Montplaisir, 2001; Louzada i Menna-Barreto, 2003; Mantz, Muzet i Winter, 2000; Reid, Maldonado i Baker, 2002; Strauch i Meier, 1988; Szymczak, Jasinska, Pawlak i Zwierzykowska, 1993; Yang, Kim, Patel i Lee, 2005). Rezultati sustavno pokazuju da u razdoblju adolescencije dolazi do pomaka u vremenu odlaska na spavanje i vremenu buđenja prema kasnijim satima, da se ukupno trajanje spavanja skraćuje, da su dobne razlike u rasporedu i trajanju spavanja izraženije u dane nastave nego vikendom i praznicima te da se s dobi adolescenata povećava razlika u rasporedu i trajanju spavanja između dana nastave i slobodnih dana.

#### Biološka regulacija budnosti i spavanja: Dvoprocetni model

Alexander Borbély 1982. godine postavio je model kojim se objašnjava elektrofiziološka struktura spavanja te raspored budnosti i spavanja unutar 24 sata. Osnovna postavka modela jest da spavanje reguliraju dva glavna fiziološka procesa: homeostatski proces (proces S) i cirkadijurni proces (proces C). Homeostatski proces očituje se u progresivnoj akumulaciji tzv. pritiska spavanja, koja počinje odmah po buđenju, dostiže maksimum u večernjim satima, počinje slabjeti s početkom spavanja te potpuno nestaje do trenutka buđenja. Porast i opadanje pritiska spavanja odvijaju se eksponencijalno, s tim da se akumulacija pritiska spavanja odvija sporije nego njegovo opadanje. Fiziološki je pokazatelj homeostatskog procesa sporovalno spavanje u rasponu frekvencija od 0,5 do 4,5 Hz, što najvećim dijelom odgovara delta aktivnosti (Borbély i Achermann, 2000). Homeostatski proces ovisan je o trajanju prethodne budnosti, pa će pritisak spavanja biti to jači što je trajanje prethodne budnosti bilo duže. Cirkadijurni proces odnosi se na ritmičke varijacije različitih psihofizioloških funkcija koje sudjeluju u održavanju budnosti i koje regulira cirkadijurni oscilator u suprahijazmatskim jezgrama hipotalamusa. Cirkadijurni proces relativno je neovisan o trajanju prethodne budnosti (Borbély i Achermann, 2000). Prema Borbélyjevom modelu spavanje će započeti u trenutku u kojem je homeostatski pritisak najjači, a cirkadijurne funkcije u opadanju, dok će do buđenja doći kad homeostatski pritisak potpuno oslabi, a cirkadijurne funkcije počnu ponovo jačati.

## Promjene u cirkadijurnom sustavu u adolescenciji

Ispitivanja preferirane cirkadijurne faze adolescenata pokazala su da što su stariji, adolescenti imaju sve izraženije večernje preferencije mjerene upitnikom jutarnjosti-večernjosti (Carskadon, Vieira i Acebo, 1993; Gau i Soong, 2003; Kim, Dueker, Hasher i Goldstein, 2002; Park, Matsumoto, Seo i Shinkoda, 1999). Slično kao i kod odraslih, izraženije večernje preferencije adolescenata povezane su s kasnijim odlaskom na spavanje i kasnijim buđenjem. Večernje su preferencije povezane i s kraćim trajanjem spavanja u dane kad početak nastave ograničava tendenciju kasnijeg buđenja te s većom razlikom u trajanju spavanja između školskog tjedna i vikenda (Andrade, Benedito-Silva i Menna-Barreto, 1992; Giannotti, Cortesi, Sebastiani i Ottaviano, 2002; Park, Seo i Shinkoda, 1999).

Carskadon, Vieira i Acebo (1993) usporedile su preferencije cirkadijurne faze u dvije skupine adolescenata izjednačene po dobi, od kojih je jedna skupina pohađala završni razred osnovne, a druga skupina prvi razred srednje škole, pri čemu se uzeo u obzir i redoslijed rođenja. Rezultati su pokazali da preferencije kasnijeg odlaska na spavanje nisu posljedica oponašanja starijih školskih drugova ili braće i sestara, već su povezane s većom samoprocijenjenom tjelesnom zrelošću. Djevojke koje su izvještavale o izraženijim tjelesnim promjenama imale su izraženije večernje preferencije. Kod dječaka je nađen isti trend, ali korelacija nije bila statistički značajna. I djevojčice i dječaci koji su se procjenjivali tjelesno zrelijima odlazili su kasnije na spavanje tijekom školskog tjedna. Uz prethodni nalaz o izraženijoj tendenciji kasnijeg uspjavanja starijih adolescenata tijekom dana, ovaj je nalaz dodatno upozorio na važnost bioloških mehanizama u regulaciji spavanja adolescenata.

Kako bi se preciznije ispitalo do kakvih promjena dolazi u cirkadijurnom sustavu tijekom adolescencije, Carskadon je sa suradnicima provela više laboratorijskih ispitivanja, koristeći pri tome protokol nametnute desinkronizacije. Protokol nametnute desinkronizacije zasniva se na višednevnom izoliranju ispitanika od vanjskih oznaka vremena, pri čemu se nameće raspored budnosti i spavanja koji rezultira "danom" koji je nekoliko sati dulji ili kraći od 24 sata, npr. traje 20 ili 28 sati. U takvim strogo kontroliranim laboratorijskim uvjetima cirkadijurni ritmovi različitih funkcija odvijaju se slobodno, prema vlastitom intrinzičnom cirkadijurnom periodu i nisu usklađeni s izmjenom budnosti i spavanja kao inače, pa je na taj način moguće nezavisno ispitivati homeostatske i cirkadijurne mehanizme regulacije spavanja.

Laboratorijska ispitivanja pokazala su da s pubertetskim sazrijevanjem dolazi do promjena u unutrašnjem cirkadijurnom sustavu. Carskadon, Acebo, Richardson, Tate i Seifer (1997) pokazali su da faza završetka izlučivanja melatonina značajno korelira s dobi adolescenata i njihovim pubertetskim razvojem, upućujući na pomak u fazi cirkadijurnih ritmova. U laboratorijskom ispitivanju skupine adolescenata koji su ispitani u završnom razredu osnovne i prvom razredu srednje škole Carskadon, Wolfson, Acebo, Tzischinsky i Seifer (1998) našli su 40-minutni pomak u fazi početka izlučivanja melatonina prema kasnijim satima kod istih ispitanika kad su

prešli u stariji razred. U tom se ispitivanju pokazalo da se kod onih adolescenata koji su imali kasniju fazu početka izlučivanja melatonina u 20-minutnom Višekratnom testu latencije uspavljivanja već javljaju i REM epizode, čija pojava na početku spavanja može upućivati na izrazitu pospanost.

S ulaskom u pubertet dolazi i do smanjivanja ukupne noćne razine melatonina u odnosu na mlađu dob (Klein, 1984 i Kolata, 1984, prema Carskadon, Acebo i Jeni, 2004). Acebo i suradnice (2003, prema Carskadon, Acebo i Jeni, 2004) potvrđuju ovaj nalaz u istraživanju provedenom na adolescentima različitog stupnja pubertetskog razvoja, gdje se pokazalo da razina melatonina ovisi prvenstveno o pubertetskom razvoju, iako su individualne razlike u izlučivanju melatonina bile velike.

Carskadon, Labyak, Acebo i Seifer (1999) ispitivali su dužinu perioda cirkadijurnih ritmova adolescenata pod pretpostavkom da bi pomak u fazi prema kasnijim satima mogao biti posljedica produljivanja perioda intrinzičnih cirkadijurnih ritmova. Rezultati su uputili na moguću ispravnost ove hipoteze s obzirom na to da su periodi ispitivanih ritmova (tjelesne temperature te početka i završetka izlučivanja melatonina) zaista bili duži od 24 sata. U daljnjim ispitivanjima povećali su broj ispitanih adolescenata, ali nisu uspjeli pokazati da s dobi dolazi do statistički značajnog produljivanja cirkadijurnog perioda (Carskadon, Acebo i Jeni, 2004). Grupa je postavila i hipotezu o mogućoj povećanoj osjetljivosti adolescenata na izlaganje večernjem svjetlu ili smanjenoj osjetljivosti na izlaganje jutarnjem svjetlu, što bi moglo biti povezano s opaženim pomakom u fazi cirkadijurnih ritmova. Preliminarni rezultati pokazali su da između skupine adolescenata u kojoj su pubertetske promjene tek započele i skupine adolescenata na kraju pubertetskog razvoja nema razlike u osjetljivosti na izlaganje večernjem svjetlu, ali je kod starijih adolescenata nađena smanjena osjetljivost na izlaganje jutarnjem svjetlu.

### Promjene u homeostatskom procesu u adolescenciji

Longitudinalno ispitivanje Carskadon, Harvey, Duke, Anders, Litt i Dement (1980) ukazalo je i na važne promjene u polisomnografskoj strukturi spavanja tijekom adolescencije. U dobi od 10. do 16. godine uočeno je značajno smanjenje ukupne količine spavanja tijekom noći za otprilike 40%, uz istovremeni porast udjela stadija 2 spavanja (Carskadon, Harvey, Duke, Anders, Litt i Dement, 1980). I Gaudreau, Carrier i Montplaisir (2001), koji su ispitivali karakteristike spavanja ispitanika u rasponu dobi od 6 do 60 godina, našli su značajne promjene spavalne aktivnosti kod adolescenata. Udio stadija 3 i 4 spavanja kod adolescenata je bio manji nego kod mlađe djece, ali veći nego kod odraslih.

Jenni i Carskadon (2004) usporedili su polisomnografsku strukturu i spektralne karakteristike spavanja kod pretpubertetne djece i tjelesno zrelih adolescenata. Rezultati su potvrdili smanjenje udjela spavalnog spavanja kod tjelesno zrelih adolescenata u odnosu na mlađu djecu, ali nisu nađene razlike u dinamici NREM

spavanja tijekom noći između dviju ispitanih skupina. Autori ističu da tijekom noći homeostatski pritisak spavanja u adolescenata ne slabi u usporedbi s pretpubertetnom djecom, ali ostavljaju mogućnost da dolazi do promjena u homeostatskom procesu tijekom razdoblja budnosti.

Taylor, Jenni, Acebo i Carskadon (2005) analizirali su rezultate prethodno provedenih ispitivanja s eksperimentalnom paradigmom produljene budnosti tijekom 36 sati (tzv. constant routine protocol) kako bi ispitali je li homeostatski pritisak spavanja u vrijeme početka spavanja u starijih adolescenata slabiji nego u mladima. Pretpostavka je bila da će razlika u brzini uspavlivanja tijekom razdoblja produljene budnosti uputiti na moguće dobne razlike u akumulaciji homeostatskog pritiska spavanja između pretpubertetne djece i tjelesno zrelih adolescenata. Sudionici su se tijekom najmanje 10 dana prije laboratorijskog ispitivanja držali dogovorenog rasporeda budnosti i spavanja i boravili u krevetu između 22 i 8 sati. Tijekom 36 sati laboratorijskog ispitivanja svaka 2 sata bili su podvrgnuti Višekratnom testu latencije uspavlivanja. Nađena je značajna razlika u brzini uspavlivanja starijih adolescenata u odnosu na pretpubertetnu djecu, ali samo u testovima u 22.30, 24.30 i 2.30 sati. Stariji adolescenti su nakon 14,5, 16,5 i 18,5 sati budnosti značajno teže zaspali nego pretpubertetna djeca, pri čemu su individualne razlike u fazi endogenih cirkadijurnih ritmova bile kontrolirane. U testu latencije uspavlivanja u 20.30 sati nisu nađene razlike u brzini uspavlivanja između dviju skupina. Bolja tolerancija starijih adolescenata na uvjete produljene budnosti interpretirana je kao posljedica sporije akumulacije homeostatskog pritiska spavanja tijekom dana.

Jenni, Achermann i Carskadon (2005) analizirali su karakteristike spavanja u noći oporavka koja je slijedila nakon 36-satne deprivacije spavanja, kako bi dodatno provjerili prethodne nalaze o brzini akumulacije homeostatskog pritiska spavanja u mladima i starijih adolescenata. Nađene su tipične razlike u karakteristikama spavanja u noći oporavka u usporedbi s početnom situacijom. U obje skupine sudionika latencija uspavlivanja bila je kraća, ukupno trajanje spavanja duže, efikasnost spavanja veća, udio stadija 1 spavanja manji, a stadija 4 spavanja veći nego u noći prije deprivacije. Dvije skupine nisu se međusobno razlikovale u razini subjektivnih procjena pospanosti. Međutim, analiza NREM spavanja u noći oporavka nakon deprivacije pokazala je da je sporovalna aktivnost porasla značajno više kod tjelesno zrelih adolescenata (39%) nego kod pretpubertetne djece (18%). Nadalje, rezultati su uspoređeni s matematičkim simulacijama u okviru dvoprocesnog modela spavanja i rezultati tih analiza dodatno su potvrdili hipotezu o sporijoj akumulaciji homeostatskog pritiska spavanja, ali ne i sporijem opadanju tog pritiska kod starijih adolescenata. Autori pretpostavljaju da sporija akumulacija homeostatskog pritiska spavanja u razdoblju adolescencije ima funkciju pripreme na životni stil odraslih osoba, koji između ostalog podrazumijeva i učinkovito funkcioniranje u uvjetima produljene budnosti.

## Ponašanja vezana uz karakteristike spavanja adolescenata

Neki noviji modeli regulacije budnosti i spavanja uz važnost homeostatskih i cirkadijurnih procesa naglašavaju također i važnost kognitivnih i bihevioralnih čimbenika za vremensku organizaciju budnosti i spavanja (npr. Broughton, 1994; Johns, 1998; Webb, 1988; 1994). Raspored i vrsta svakodnevnih aktivnosti, okolišni uvjeti, životne navike, različita stanja organizma te konzumiranje lijekova, alkohola i droga u velikoj mjeri utječu na karakteristike ritma budnost-spavanje određujući početak i završetak spavanja, a time i njegovo trajanje. Ljudi vlastitom odlukom mogu produljiti vrijeme budnosti i skratiti vrijeme spavanja te se na razne načine suprotstaviti djelovanju homeostatskih i cirkadijurnih mehanizama.

Rezultati ispitivanja djelovanja homeostatskih i cirkadijurnih mehanizama regulacije spavanja u adolescenciji govore da je kasniji odlazak na spavanje u adolescenciji rezultat međudjelovanja pomaka u fazi endogenih cirkadijurnih ritmova i sporije akumulacije homeostatskog pritiska spavanja. Biološke promjene u adolescenciji omogućavaju da se adolescenti u večernjim satima bave aktivnostima svojstvenim odraslima, poput gledanja noćnih televizijskih programa te izlazaka i druženja s vršnjacima. S druge strane, bavljenje različitim aktivnostima do kasnih noćnih sati, posebice izlaganje umjetnom svjetlu, može povratno djelovati na biološke mehanizme suprimirajući izlučivanje melatonina, čime se faza cirkadijurnih ritmova može dodatno pomaknuti prema kasnijim satima (Jenni i O'Connor, 2005).

Na karakteristike spavanja adolescenata utječe i široki raspon različitih psihosocijalnih činitelja. Roditeljska kontrola vremena odlaska na spavanje u adolescenciji se smanjuje i postupno gubi (Gianotti i Cortesi, 2002; Takeuchi i sur., 2001; Wolfson i Carskadon, 1998). Neka su anketna ispitivanja (npr. Gianotti i Cortesi, 2002; Wolfson i Carskadon, 1998) pokazala da je tijekom školskog tjedna glavni razlog odlaska na spavanje adolescenata pospanost, a ostali razlozi koji se često navode su završetak domaće zadaće, televizijskih programa ili druženja s društvom. Vikendom adolescenti najčešće kao glavni razlog odlaska na spavanje navode završetak druženja s društvom ili gledanja televizijskih programa.

U suvremenim društvima, adolescentima je dostupan širok raspon uređaja koji omogućavaju bavljenje stimulativnim aktivnostima, poput gledanja brojnih televizijskih programa, video i DVD filmova, igranja videoigara te korištenja interneta i mobilnih telefona (Dahl i Lewin, 2002). Lakoća komunikacije i dostupnost različitih komunikacijskih sredstava u razdoblju intenziviranja društvenih odnosa s vršnjacima na osobit način mogu djelovati na spavanje adolescenata. Kako ne bi propustili pozive i poruke, adolescenti ostavljaju mobitele uključanima tijekom noći. Van den Bulck (2003) navodi kako je u anketnom ispitivanju provedenom na 2546 belgijskih adolescenata 27% trinaestogodišnjaka i 43% šesnaestogodišnjaka navelo kako ih je noću probudio poziv ili poruka na mobitelu, od nekoliko puta mjesečno do redovito svake noći.

Ispitivanje Owensove i suradnika (1999) pokazalo je da gledanje večernjih i noćnih televizijskih programa djece u dobi od 10 do 14 godina glavni razlog pomaka vremena početka spavanja te da utječe na skraćivanje trajanja spavanja. U anketnom ispitivanju belgijskih adolescenata Van den Bulck (2004) je našao da nestrukturirano provođenje slobodnog vremena, poput gledanja televizijskih programa, korištenja računala i izlazaka s društvom, utječe na raspored i trajanje spavanja adolescenta. Adolescenti koji su u spavaćoj sobi imali televizor odlazili su na spavanje kasnije i tijekom školskog tjedna i vikendom. Tijekom školskog tjedna spavali su kraće, a vikendom se budili kasnije nego oni koji nisu imali televizor u spavaćoj sobi. Slično je nađeno i za adolescente koji su u spavaćoj sobi imali računalo. Adolescenti koji su provodili više vremena gledajući televizijske programe i koristeći računalo u večernjim satima općenito su kasnije odlazili na spavanje nego oni koji su u tim aktivnostima provodili manje vremena. Za razliku od toga, bavljenje strukturiranim slobodnim aktivnostima, poput organiziranih sportskih aktivnosti, nije bilo povezano s karakteristikama spavanja ispitanih adolescenata.

Jedan od kulturalno specifičnih činitelja koji utječe na spavanje adolescenata je povremeno zapošljavanje na nekvalificiranim poslovima. Prema statističkim podacima Ministarstva rada SAD-a iz 1996. godine oko 43% srednjoškolaca u dobi od 16 do 19 godina radi tijekom školske godine (Wolfson, 2002). Pokazalo se da glavni razlog zapošljavanja nije ni stjecanje radnog iskustva i navika, ni ušteda za daljnje obrazovanje, ni pomoć obiteljskom budžetu, već neposredno omogućavanje vlastitih zadovoljstava (Steinberg i Dornbusch, 1996, prema Carskadon, 2002). Carskadon (2002) navodi rezultate istraživanja prema kojem su srednjoškolci koji su radili 20 i više sati tjedno kasnije odlazili na spavanje, kraće spavali i češće zaspali na nastavi nego učenici koji su radili manje od 20 sati tjedno ili uopće nisu radili. Negativna ponašanja poput izostajanja s nastave, kašnjenja na nastavu, povećane konzumacije alkohola, nikotina i marihuane te slabijeg školskog uspjeha, nađena kod učenika koji rade više od 20 sati tjedno, dijelom se mogu objasniti i nedovoljnim spavanjem (Wolfson, 2002).

Za razliku od njihovih vršnjaka u SAD-u, brazilski srednjoškolski adolescenti zapošljavaju se iz ekonomske potrebe. Istraživanje brazilskog Ministarstva obrazovanja iz 2003. godine pokazalo je da preko 80% srednjoškolaca radi ili je radilo na plaćenim poslovima, od čega je njih 75% radilo više od 20 sati tjedno (Teixeira, Fischer, Nagai i Turte, 2004). Ispitivanja su pokazala da su se adolescenti koji su radili i pohađali nastavu tijekom radnog/školskog tjedna ranije i teže budili te spavali kraće i lošije od onih koji nisu radili, dok su vikendom odlazili na spavanje ranije i duže su spavali kako bi nadoknadili akumulirani dug u spavanju (Vinha, Cavalcante i Andrade, 2002; Teixeira, Fischer, Nagai i Turte, 2004; Teixeira, Fischer, de Andrade, Louzada i Nagai, 2004).



## Raspored nastave i spavanje

Za većinu adolescenata karakteristično je da pohađaju školu te karakteristike njihova spavanja ovise i o rasporedu nastave. Raspored nastave, slično kao raspored radnog vremena u odrasloj populaciji, glavna je aktivnost koja strukturira 24-satno vrijeme adolescenata. U većini zemalja nastava započinje u jutarnjim satima pa je stoga u školskom tjednu trajanje spavanja velikim dijelom određeno vremenom početka nastave (Andrade i Menna-Barreto, 2002; Giannotti i Cortesi, 2002; Park, Matsumoto, Seo i Shinkoda, 1999; Wolfson i Carskadon, 1998). Rani jutarnji početak nastave i rano buđenje u suprotnosti su s cirkadijurnim biološkim promjenama u adolescenciji, jer se od adolescenata zahtijeva da su budni, koncentrirani i aktivni u vrijeme u koje je njihov organizam daleko od optimalne razine funkcioniranja. Hansen, Janssen, Schiff, Zee i Dubocovich (2005) našli su da se trajanje spavanja adolescenata u školskom tjednu na početku školske godine skratilo za dva sata u odnosu na njihovo trajanje spavanja tijekom praznika. Istovremeno se trajanje spavanja vikendom produžilo za tridesetak minuta, vjerojatno kao posljedica duga na spavanju. U ispitivanju spavanja adolescenata u 10 europskih zemalja i Izraelu, Tynjälä, Kannas i Välimaa (1993) su našli da izraelski adolescenti spavaju najkraće, iako se njihovo vrijeme odlaska na spavanje nije statistički značajno razlikovalo od vremena odlaska na spavanje adolescenata drugih zemalja. S obzirom na to da u nekim školama u Izraelu nastava započinje prije 8 sati ("nulti sat") i to različiti broj dana u tjednu, izraelski su istraživači pretpostavili da bi se nađena razlika mogla pripisati različitom vremenu buđenja izraelskih adolescenata u odnosu na adolescente u drugim zemljama. Epstein, Chillag i Lavie (1998) usporedili su dvije skupine izraelskih učenika u dobi 10-12 godina, od kojih je jednim nastavu počinjala uvijek u 8 sati, a drugi su barem dva dana u tjednu imali "nulti" sat koji počinje u 7,15 sati ili ranije. Autori su našli da su učenici koji su barem dva puta tjedno imali "nulti" sat u prosjeku spavali kraće u školskom tjednu nego učenici kojima je nastava uvijek počinjala u 8 sati, te da su se više žalili na umor, pospanost, probleme s pažnjom i koncentracijom.

U SAD-u je prijelaz iz osnovne u srednju školu dodatno obilježen i znatno ranijim početkom nastave nego u osnovnim školama. Centar za primijenjena istraživanja i unapređenje obrazovanja savezne države Minnesota proveo je program pod nazivom School Start Time Study. Program je započeo školske godine 1997/98., a završio 2000/2001. Sedam srednjih škola u Minnesoti pomaknulo je nastavu s vremena od 7.15 do 13.45 sati na vrijeme od 8.40 do 15.20 sati. Karakteristike spavanja i dnevnog funkcioniranja učenika ispitane su na početku i kraju programa pomoću School Sleep Habits Survey (Wolfson i Carskadon, 1998). Rezultati usporedbe pokazali su da je promjena vremenskog rasporeda nastave pozitivno utjecala na redovitost pohađanja nastave i trajanje spavanja učenika (Wahlstrom, 2002). Usprkos određenim strahovanjima roditelja da će učenici još više pomaknuti svoje vrijeme odlaska na spavanje zbog prilike da ujutro spavaju duže, to se nije dogodilo. Vrijeme odlaska na spavanje nije se promijenilo ni u školskom tjednu ni vikendom. Zbog

kasnijeg početka nastave učenici su se budili kasnije, što je dovelo do produljivanja trajanja spavanja. Ovi su učenici imali i manje problema s pospanošću i depresivnim raspoloženjima nego učenici kojima je nastava počinjala ranije.

S obzirom na vezu između rasporeda nastave i karakteristika spavanja adolescenata te specifičnost sustava organizacije nastave u Hrvatskoj, u Institutu za medicinska istraživanja i medicinu rada Zagrebu 2001. godine započela su ispitivanja karakteristika spavanja i dnevnog funkcioniranja adolescenata koji pohađaju nastavu u dvije smjene.

Anketno ispitivanje učenika provedeno je na uzorku 12 zagrebačkih osnovnih i 12 srednjih škola, a obuhvatilo je ukupno 2363 učenika u dobi od 11 do 18 godina. Škole i učenici koji su sudjelovali u ispitivanju odabrani su metodom stupnjevitog uzorkovanja. Škole su bile izabrane po slučaju unutar skupina koje su reprezentirale tri različita dijela grada (osnovne škole), odnosno skupina koje su reprezentirale tri vrste obrazovnih programa (srednje škole). U svakoj osnovnoj školi za ispitivanje je izabran po jedan razred od petog do osmog, a u svakoj srednjoj školi po jedan razred od prvog do četvrtog. Ispitani su oni učenici koji su imali roditeljsku suglasnost i koji su bili na nastavi u vrijeme provođenja ispitivanja. Za potrebe ispitivanja preveden je School Sleep Habits Survey (Wolfson i Carskadon, 1998) i prilagođen dvosmjenskom sustavu nastave.

Rezultati ispitivanja pokazali su očekivanu razliku u rasporedu i trajanju spavanja između radnog tjedna i vikenda, kao i sve izraženiju razliku u karakteristikama spavanja što su adolescenti stariji (Radošević-Vidaček i Košćec, 2003). Adolescenti u dobi od 11 do 18 godina odlazili su na spavanje sve kasnije i spavali sve kraće i u jutarnjoj smjeni i u poslijepodnevnoj smjeni i vikendom. Najranije su odlazili na spavanje i najranije se budili kad je nastava bila u jutarnjoj smjeni, nešto kasnije kad je nastava bila u poslijepodnevnoj smjeni, a najkasnije vikendom. Prosječno trajanje spavanja u jutarnjoj smjeni progresivno se skraćivalo s 9,02 sati kod 11-godišnjaka na 6,86 sati kod 18-godišnjaka, u poslijepodnevnoj smjeni s 10,07 sati u najmlađoj skupini na 8,71 sati u najstarijoj, a vikendom s 10,50 sati kod 11-godišnjaka na 8,15 sati kod 18-godišnjaka.

Iako se u Hrvatskoj vrijeme početka nastave obično ne razlikuje između osnovnih i srednjih škola, srednjoškolski adolescenti bude se ranije kad je nastava ujutro nego osnovnoškolski. To se može objasniti prosječno dužim vremenom putovanja srednjoškolaca od kuće do škole. U poslijepodnevnoj smjeni i vikendom stariji adolescenti bude se kasnije nego mlađi. Što su stariji, adolescenti pokazuju i sve veće razlike u rasporedu i trajanju spavanja između radnog tjedna i vikenda. U svim dobnim skupinama razlike u rasporedu i trajanju spavanja između jutarnje smjene i vikenda općenito su veće nego između poslijepodnevne smjene i vikenda. To upućuje na veću akumulaciju duga u spavanju tijekom tjedna s jutarnjim rasporedom nastave nego tijekom tjedna s poslijepodnevnim rasporedom. Kraće spavanje u jutarnjoj smjeni i veća neregularnost u vremenu odlaska na spavanje vikendom u odnosu na

jutarnju smjenu bili su povezani s većom pospanošću, većim brojem ozljeda u proteklih 6 mjeseci i nižim prosjekom ocjena (Radošević-Vidaček i Košćec, 2004a).

U ispitanoj skupini pronađene su i karakteristične promjene u preferencijama na dimenziji jutarnjosti-večernjosti s obzirom na dob (Košćec i Radošević-Vidaček, 2004). Što su stariji, adolescenti pokazuju sve izraženije večernje preferencije. Nađene su razlike u karakteristikama spavanja jutarnjih, neutralnih i večernjih "tipova" u različitim situacijama (Košćec i Radošević-Vidaček, 2004). Adolescenti izraženijih večernjih preferencija odlaze na spavanje najkasnije i bude se najkasnije te pokazuju najizraženiju neregularnost spavanja. Nadalje, večernji "tipovi" spavaju značajno kraće kad je nastava ujutro, a vikendom nešto duže od neutralnih i jutarnjih "tipova". Kad je nastava poslijepodne sve tri skupine uspijevaju ostvariti preporučenih 9 sati spavanja. Preferencije cirkadijurne faze pokazale su se i najvažnijim prediktorom dnevnog funkcioniranja adolescenata koji pohađaju nastavu u smjenama (Radošević-Vidaček i Košćec, 2004a). Adolescenti izraženijih večernjih preferencija imali su veće rezultate na skalama pospanosti i skali depresivnih raspoloženja, više ozljeda u prethodnih 6 mjeseci i slabije ocjene.

Analizirana je i povezanost karakteristika spavanja učenika koji pohađaju nastavu u smjenama s radnim vremenom roditelja (Radošević-Vidaček i Košćec, 2004b). Utvrđeno je da se uključenost roditelja u smjenski rad negativno odražava na karakteristike spavanja srednjoškolskih adolescenata. Adolescenti čiji roditelji rade u smjenama bude se nešto ranije i spavaju kraće kad je nastava ujutro, vikendom odlaze na spavanje kasnije te imaju veću razliku između vremena odlaska na spavanje vikendom i u dane nastave nego adolescenti čiji roditelji rade danju.

Provedeno je i dnevničko ispitivanje spavanja na manjem uzorku od 97 zagrebačkih adolescenata u dobi od 15 do 17 godina (Košćec, 2006; Košćec, Radošević-Vidaček i Bakotić, 2006). Učenici su kroz dva tjedna svakodnevno vodili dnevnik spavanja i budnosti prije odlaska u krevet i nakon buđenja. Rezultati ovog ispitivanja također su pokazali da su u danima nastave u jutarnjoj smjeni adolescenti odlazili na spavanje ranije, budili se ranije i spavali kraće nego u danima nastave u poslijepodnevnoj smjeni. Vikendima nakon oba turnusa odlazili su na spavanje i budili se kasnije nego u danima kad su imali nastavu. Prve noći vikenda nakon nastave u jutarnjoj smjeni učenici su produljivali svoje spavanje u odnosu na školske noći jutarnje smjene. Trajanje spavanja u dane s nastavom u poslijepodnevnoj smjeni nije se razlikovalo značajno od trajanja spavanja vikendom koji je slijedio. Ispitivanje je pokazalo da u jednom dvotjednom ciklusu izmjene jutarnje i poslijepodnevne nastave učenici u 9 dana uspijevaju ostvariti preporučeno trajanje spavanja od barem 8,50 sati. Pospanost u danima s nastavom u jutarnjoj smjeni općenito je bila veća nego u danima s nastavom u poslijepodnevnoj smjeni i dane vikenda. Razlika u razini pospanosti između dana kad je nastava bila u poslijepodnevnoj smjeni i dana vikenda nije nađena. Rezultati ovog istraživanja upozorili su na prednost poslijepodnevne smjene glede trajanja spavanja i razine pospanosti adolescenata, kao

i na važnost prve vikend noći u nadoknadi duga na spavanju akumuliranog tijekom školskih dana jutarnje smjene.

### Praktična primjena rezultata istraživanja problema pospanosti adolescenata

Zbog izraženosti problema pospanosti adolescenata, različite organizacije u svijetu, kao što su Svjetska zdravstvena organizacija i Nacionalni institut za zdravlje SAD-a, potiču nova istraživanja problema neispavanosti i pospanosti adolescenata te vožnje u stanju pospanosti kako bi se identificirali činitelji koji dovode do prekomjerne dnevne pospanosti u ovoj populaciji. Dosadašnje spoznaje o načelima zdravog spavanja koriste se u edukativnim programima prevencije pospanosti adolescenata, na primjer u programu koji je 1997. godine u SAD započeo National Heart, Lung and Blood Institute (NHLBI) pod nazivom Awake at the Wheel (<http://www.nhlbi.nih.gov/health/public/sleep/aaw/awake.htm>). U SAD-u je proveden i već spomenuti javnozdravstveni program School Start Time Study. Posljednjih godina NHLBI usmjerava edukaciju na sve mlađu djecu (primjerice Sleep Well. Do Well. Star Sleeper Campaign, <http://www.nhlbi.nih.gov/health/public/sleep/starslp/>) kako bi se prepoznala važnost zdravog spavanja za uspješno svakodnevno funkcioniranje i započelo usvajanje navika zdravog spavanja u što ranijoj dobi.

U Hrvatskoj je edukaciji adolescenata o zdravom spavanju i “zdravoj budnosti” posvećeno do sada malo pažnje. U okviru anketnih ispitivanja karakteristika spavanja zagrebačkih adolescenata koji pohađaju nastavu u dvije smjene, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada proveo je i edukaciju osnovnoškolskih adolescenata koji su sudjelovali u ispitivanju o načelima zdravog spavanja putem edukativnog plakata te srednjoškolskih adolescenata putem edukativnog letka. Ravnateljima škola koje su sudjelovale u ispitivanju, kao i Zavodu za školstvo Republike Hrvatske, dostavljeni su istraživački izvještaji s načelima i preporukama za zdravo spavanje adolescenata. Na osnovi rezultata do sada provedenih ispitivanja karakteristika spavanja i dnevne pospanosti adolescenata mogu se oblikovati edukativni programi i intervencije usmjereni na adolescente, njihove roditelje i nastavnike. Ciljevi takvih edukativnih programa bili bi prevencija prekomjerne dnevne pospanosti, edukacija o povezanosti spavanja i uspješnosti u svakodnevnim aktivnostima, poticanje usvajanja zdravih navika spavanja te upozoravanje na povezanost nedovoljnog spavanja sa smanjenom sigurnošću u prometu.

U Republici Hrvatskoj 74% osnovnih i 76% srednjih škola izvodi nastavu u smjenama. U okviru Plana razvoja sustava odgoja i obrazovanja u Republici Hrvatskoj 2005.-2010. godine, Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa planira smanjivanje broja škola koje nastavu izvode u smjenama. Također se razmatra i mogućnost pomaka vremena početka nastave na nešto kasnije sate u školama u kojima će se nastava odvijati samo u jutarnjoj smjeni. Rasprave o kasnijem vremenu početka nastave vode se već neko vrijeme u javnosti i stručnim krugovima zemalja Europske

unije. Pri tome roditelji, nastavnici pa i sami učenici često govore o problemima organizacije slobodnog vremena, izvanškolskih aktivnosti kao i obiteljskog vremena koji bi mogli nastati ako bi došlo do značajnijeg pomaka početka nastave.

Iako ostvaruju dovoljno dugo spavanje u dane s nastavom u poslijepodnevnoj smjeni, hrvatski srednjoškolci često izjavljuju da im je jutarnja smjena draža zbog slobodnog vremena koje im ostaje na raspolaganju nakon završetka nastave. Moguće je da iz pozicije tjedne izmjene smjena i brze nadoknade duga u spavanju učenicima nije lako pretpostaviti kako bi funkcionirali u uvjetima kontinuirane nastave u jutarnjoj smjeni. Rezultati dosadašnjih istraživanja spavanja hrvatskih adolescenata upućuju na prednosti poslijepodnevne smjene u odnosu na jutarnju smjenu glede ostvarivanja dovoljnog trajanja spavanja i nižih razina dnevne pospanosti adolescenata.

## LITERATURA

- Andrade, M.M., Menna-Barreto, L. (2002). Sleep patterns of high school students living in Sao Paulo, Brazil. U: M.A. Carskadon (ur.), *Adolescent Sleep Patterns: Biological, Social and Psychological Influences*, 118-131. Cambridge: Cambridge University Press.
- Andrade, M.M., Benedito-Silva, A.A., Menna-Barreto, L. (1992). Correlations between morningness-eveningness character, sleep habits and temperature rhythm in adolescents. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 25, 835-839.
- Arakawa, M., Taira, K., Tanaka H., Yamakawa, K., Toguchi, H., Kadekaru, H., Yamamoto, Y., Uezu, E., Shirakawa, S. (2001). A survey of junior high school students' sleep habit and lifestyle in Okinawa. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 55, 211-212.
- Borbély, A.A. (1982). Two process model of sleep regulation. *Human Neurobiology*, 1, 195-204.
- Borbély, A.A., Achermann, P. (2000). Sleep homeostasis and models of sleep regulation. U: N.H. Kryger, T. Roth, W.C. Dement (ur.), *Principles and Practice of Sleep Medicine*, 377-390. Philadelphia: Sanders Co.
- Broughton, R. (1994). Important and underemphasized aspects of sleep onset. U: R.D. Ogilvie, J.R. Harsh (ur.), *Sleep Onset: Normal and Abnormal Processes*, 19-35. Washington, DC: American Psychological Association.
- Carskadon, M.A. (1999). When worlds collide – Adolescent need for sleep versus societal demands. *Phi Delta Kappan*, 80, 348-353.
- Carskadon, M.A. (2002). Factors influencing sleep patterns of adolescents. U: M. Carskadon (ur.), *Adolescent Sleep Patterns: Biological, Social and Psychological Influences*, 4-26. Cambridge: Cambridge University Press.
- Carskadon, M.A., Acebo, C., Richardson, G.S., Tate, B.A., Seifer, R. (1997). An approach to studying circadian rhythms of adolescent humans. *Journal of Biological Rhythms*, 12, 278-289.
- Carskadon, M.A., Acebo, C., Jeni, O.G. (2004). Regulation of adolescent sleep: Implications for behavior. *Annals of the New York Academy of Science*, 1021, 276-291.

- Carskadon, M.A., Harvey, K., Duke, P., Anders, T.F., Litt, I.F., Dement, W.C. (1980). Pubertal changes in daytime sleepiness. *Sleep*, 2, 453-460.
- Carskadon, M.A., Labyak, S.E., Acebo, C., Seifer, R. (1999). Intrinsic circadian period of adolescent humans measured in conditions of forced desynchrony. *Neuroscience Letters*, 260, 129-32.
- Carskadon, M.A., Vieira, C., Acebo, C. (1993). Association between puberty and delayed phase preference. *Sleep*, 16, 258-62.
- Carskadon, M.A., Wolfson, A.R., Acebo, C., Tzischinsky, O., Seifer, R. (1998). Adolescent sleep patterns, circadian timing, and sleepiness at a transition to early school days. *Sleep*, 21, 871-81.
- Dahl, R.E., Lewin, D.S. (2002). Pathways to adolescent health: sleep regulation and behavior. *Journal of Adolescent Health*, 31, 175-184.
- Dornbusch, S.M. (2002). Sleep and adolescence: A social psychologist's perspective. U: M. Carskadon (ur.), *Adolescent Sleep Patterns: Biological, Social and Psychological Influences*, 1-3. Cambridge: Cambridge University Press.
- Epstein, R., Chillag, N., Lavie, P. (1998). Starting times of school: effects on daytime functioning of fifth-grade children in Israel. *Sleep*, 21, 250-256.
- Fredriksen, K., Rhodes, J., Reddy, R., Way, N. (2004). Sleepless in Chicago: Tracking the effects of adolescent sleep loss during the middle school years. *Child Development*, 75, 84-95.
- Fukuda, K., Ishihara K. (2001). Age-related changes of sleeping pattern during adolescence. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 55, 231-232.
- Gaina, A., Sekine, M., Chen, X., Hamanishi, S., Kagamimori, S. (2004). Validity of child sleep diary questionnaire among junior high school children. *Journal of Epidemiology*, 14, 1-4.
- Gau, S.F., Soong, W.T. (1995). Sleep problems of junior high school students in Taipei. *Sleep*, 18, 667-673.
- Gau, S.F., Soong, W.T. (2003). The transition of sleep-wake patterns in early adolescence. *Sleep*, 26, 449-454.
- Gaudreau, H., Carrier, J., Montplaisir, J. (2001). Age-related modifications of NREM sleep EEG: from childhood to middle age. *Journal of Sleep Research*, 10, 165-172.
- Giannotti, F., Cortesi, F. (2002). Sleep patterns and daytime functioning in adolescence: An epidemiological survey of an Italian high school student sample. U: M. Carskadon (ur.), *Adolescent Sleep Patterns: Biological, Social and Psychological Influences*, 132-147. Cambridge: Cambridge University Press.
- Giannotti, F., Cortesi, F., Sebastiani, T., Ottaviano, S. (2002). Circadian preference, sleep and daytime behaviour in adolescence. *Journal of Sleep Research*, 11, 191-199.
- Hansen, M., Janssen, I., Schiff, A., Zee, P.C., Dubocovich, M.L. (2005). The impact of school daily schedule on adolescent sleep. *Pediatrics*, 115, 1555-1561.
- Jenni, O.G., Carskadon, M.A. (2004). Spectral analysis of the sleep electroencephalogram during adolescence. *Sleep*, 27, 774-783.
- Jenni, O.G., Achermann, P., Carskadon, M.A. (2005). Homeostatic sleep regulation in adolescents. *Sleep*, 28, 1446-1454.

- Jenni, O.G., O'Connor, B.B. (2005). Children's sleep: an interplay between culture and biology. *Pediatrics*, 115, 204-216.
- Johns, M. (1998). Rethinking the assessment of sleepiness. *Sleep Medicine Reviews*, 2, 3-15.
- Kim, S., Dueker, G.L., Hasher, L., Goldstein, D. (2002). Children's time of day preference: age, gender and ethnic differences. *Personality and Individual Differences*, 33, 1083-1090.
- Košćec, A. (2006). *Karakteristike spavanja i dnevna pospanost adolescenata*. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb: Filozofski fakultet.
- Košćec, A., Radošević-Vidaček, B. (2004). Phase preferences and sleep patterns of adolescents attending school in two shifts. *Journal of Sleep Research*, 13, 410.
- Košćec A, Radošević-Vidaček B., Bakotić M. (2006). Sleep patterns and sleepiness of adolescents attending school in shifts. *Journal of Sleep Research*, 15, 123.
- Laberge, L., Petit, D., Simard, C., Vitaro, F., Tremblay, R. E. i Montplaisir, J. (2001). Development of sleep patterns in early adolescence. *Journal of Sleep Research*, 10, 59-67.
- Liu, X., Zhou, H. (2002). Sleep duration insomnia and behavioral problems among Chinese adolescents. *Psychiatry Research*, 111, 75-85.
- Louzada, F., Menna-Barreto, L. (2003). Sleep-wake cycle expression in adolescence: influences of social context. *Biological Rhythm Research*, 34, 129-136.
- Mantz, J., Muzet, A., Winter, A.S. (2000). The characteristics of sleep-wake rhythm in adolescents aged 15-20 years: a survey made at school during ten consecutive days. *Archives De Pediatrie*, 7, 256-262.
- Meijer, A.M., Habekoth, H.T., Van Den Wittenboer, G.L. (2000). Time in bed, quality of sleep and school functioning of children. *Journal of Sleep Research*, 9, 145-153.
- National Sleep Foundation (2000). *Adolescent Sleep Needs and Patterns Research Report and Resource Guide*. Washington DC: National Sleep Foundation.
- Owens, J., Maxim, R., McGuinn, M., Nobile, C., Msall, M., Alario, A. (1999). Television-viewing habits and sleep disturbance in school children. *Pediatrics*, 104, A1-A8.
- Park, Y.M., Matsumoto, K., Seo, Y.J., Shinkoda, H. (1999). Sleep and chronotype for children in Japan. *Perceptual and Motor Skills*, 88, 1315-1329.
- Radošević-Vidaček, B., Koščec, A. (2003). Sleep patterns of adolescents attending classes in two shifts. *Shiftwork International Newsletter*, 20, 154.
- Radošević-Vidaček, B., Koščec, A. (2004a), Effects of sleep preferences and sleep patterns on daytime functioning of adolescents attending school in two shifts. *Journal of Sleep Research*, 13, 595.
- Radošević-Vidaček, B., Koščec, A. (2004b). Shiftworking families: Parents' working schedule and sleep patterns of adolescents attending school in two shifts. *Revista de Saude Publica*, 38, 38-46.
- Reid, A., Maldonado, C.C., Baker, F.C. (2002). Sleep behavior of South African adolescents. *Sleep*, 25, 423-427.
- Strauch I., Meier, B. (1988). Sleep need in adolescents: a longitudinal approach. *Sleep*, 11, 378-86.
- Szymczak, J.T., Jasinska, M., Pawlak, E., Zwierzykowska, M. (1993). Annual and weekly changes in the sleep-wake rhythm of school children. *Sleep*, 16, 433-435.

- Takeuchi, H., Inoue, M., Watanabe, N., Yamashita, Y., Hamada, M., Kadota, G., Harada, T. (2001). Parental enforcement of bedtime during childhood modulates preference of Japanese junior high school students for eveningness chronotype. *Chronobiology International*, 18, 823-829.
- Taylor, D.J., Jenni, O.G., Acebo, C., Carskadon, M.A. (2005). Sleep tendency during extended wakefulness: insights into adolescent sleep regulation and behavior. *Journal of Sleep Research*, 14, 239-244.
- Teixeira, L.R., Fischer, F.M., Nagai, R., Turte, S.L. (2004a). Teen at work: The burden of a double shift on daily activities. *Chronobiology International*, 21, 845-858.
- Teixeira, L.R., Fischer, F.M., de Andrade, M.M., Louzada, F.M., Nagai, R. (2004b). Sleep patterns of day-working, evening high-schooled adolescents of Sao Paulo, Brazil. *Chronobiology International*, 21, 239-252.
- Tynjälä, J., Kannas, L., Välimaa, R. (1993). How young Europeans sleep. *Health Education Research*, 8, 69-80.
- Van den Bulck, J. (2003). Text messaging as a cause of sleep interruption in adolescents, evidence from a cross-sectional study. *Journal of Sleep Research*, 12, 263.
- Van den Bulck, J. (2004). Television viewing, computer game playing, and internet use and self-reported time to bed and time out of bed in secondary-school children. *Sleep*, 27, 101-104.
- Vinha, D., Cavalcante, J.A., Andrade, M.M.M. (2002). Sleep-wake patterns of student workers and non-workers. *Biological Rhythm Research*, 33, 417-426.
- Wahlstrom, K. (2002). Changing times: Findings from the first longitudinal study of later high school start times. *NASSP Bulletin*, 86, 3-21.
- Webb, W.B. (1988). An objective behavioral model of sleep. *Sleep*, 11, 488-496.
- Webb, W.B. (1994). Prediction of sleep onset. U: R.D. Oglivie, J. R. Harsh (ur.), *Sleep Onset: Normal and Abnormal Processes*, 53-72. Washington, DC: American Psychological Association.
- Wolfson, A.R. (2002). Bridging the gap between research and practice: What will adolescents' sleep-wake patterns look like in the 21st century? U: M. Carskadon (ur.), *Adolescent Sleep Patterns: Biological, Social and Psychological Influences*, 198-219. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wolfson, A.R., Carskadon, M.A. (1998). Sleep schedules and daytime functioning in adolescents. *Child Development*, 69, 875-887.
- Yang, C.K., Kim, J.K., Patel, S.R., Lee, J.H. (2005). Age-related changes in sleep/wake patterns among Korean teenagers. *Pediatrics*, 115, 250-256.



## REGULATION OF WAKEFULNESS AND SLEEP IN ADOLESCENCE: BIOLOGICAL, BEHAVIOURAL AND SOCIAL ASPECTS

### Summary

The results of studies throughout the world showed significant changes in sleep characteristics in adolescents: as they get older, they manifest a greater tendency towards later bedtimes and later wake-up times. Those sleep characteristics are a consequence of changes in biological mechanisms of sleep-wakefulness regulation – a shift in the phase of endogenous circadian rhythms towards later hours and a slower accumulation of sleep pressure during the day. Various external factors also influence sleep characteristics of adolescents, among which school schedule is one of the most important. In many countries adolescents attend classes which start in the morning. Therefore, throughout the school week their wake-up time is determined by early school start time. For that reason, they sleep less than needed during the school week. To compensate for sleep loss and achieve necessary sleep duration, adolescents prolong their sleep during weekends and other days off. It has been shown that insufficient sleep during school days has a negative impact on daily functioning, academic performance and behaviour. The studies examining Croatian adolescents who attend school one week in the morning and the other in the afternoon indicated some advantages of double-shift school scheduling regarding sleep duration and daily functioning of adolescents.

**Key words:** wakefulness, sleep, biological mechanisms, circadian rhythms, homeostatic pressure

Primljeno: 17. 06. 2008.