

Durasi Penggunaan Gawai Sebelum Tidur sebagai Prediktor Kualitas Tidur Buruk pada Remaja di Manado

Claresta, Dennis Wuisantono, Andika, Lydia Wangke, David Soeliongan Waworuntu, Jeanette Christie Manoppo, Hesti Lestari
Departemen Kesehatan Anak Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Rumah Sakit Prof. Dr. R. D. Kandou, Manado

Latar belakang. Dalam beberapa dekade terakhir, penggunaan gawai sebelum tidur di kalangan remaja meningkat pesat yang dapat memengaruhi *sleep hygiene* dan kualitas tidur.

Tujuan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui durasi penggunaan gawai sebelum tidur yang dapat memengaruhi kualitas tidur pada remaja.

Metode. Penelitian observasional analitik dengan pendekatan *cross-sectional* yang dilakukan pada bulan Februari sampai Juli 2023 di dua Sekolah Menengah Pertama dan tiga Sekolah Menengah Atas di Manado. Kualitas tidur dinilai menggunakan kuesioner *Pittsburgh Sleep Quality Index*. Data dianalisis menggunakan analisis regresi logistik.

Hasil. Sebanyak 308 responden berusia 12-17 tahun dilibatkan dalam penelitian ini. Separuh responden (50,6%) memiliki durasi penggunaan gawai >1 jam sebelum tidur dan 83,3% di antaranya memiliki kualitas tidur yang buruk. Durasi penggunaan gawai sebelum tidur yang lebih lama merupakan prediktor terhadap kualitas tidur yang buruk, dimana responden dengan durasi penggunaan gawai >1 jam memiliki risiko 6,57 kali (OR=6,57; IK95%:2,66;16,25) dan 30-60 menit memiliki risiko 2,61 kali (OR=2,61; IK95%: 0,96; 7,01) lebih tinggi untuk mengalami kualitas tidur buruk.

Kesimpulan. Durasi penggunaan gawai lebih dari satu jam meningkatkan risiko tidur buruk secara signifikan, sementara durasi 30-60 menit menunjukkan tren peningkatan risiko meskipun tidak signifikan. Semakin lama durasi penggunaan gawai sebelum tidur, maka semakin tinggi pula risiko penurunan kualitas tidur. **Sari Pediatri** 2025;27(3):148-52

Kata kunci: gawai, kualitas, tidur, remaja

Duration of Gadget Use Before Bedtime and Its Impact on Sleep Quality Among Adolescents in Manado

Claresta, Dennis Wuisantono, Andika, Lydia Wangke, David Soeliongan Waworuntu, Jeanette Christie Manoppo, Hesti Lestari

Background. The use of gadgets before bedtime among adolescents has increased rapidly. This can disrupt sleep hygiene, which later alters sleep quality.

Objectives. This study aims to determine the duration of gadget use before bedtime that can alter adolescent sleep quality.

Methods. An analytic observational study with a cross-sectional approach was conducted from February to July 2023 in two middle schools and three high schools in Manado. The data were analyzed using Logistic Regression analysis.

Results. A total of 308 respondents aged 12-17 years were included in the study. Half of our respondents (50.6%) had >1 hour duration of gadget use before bedtime and 83.3% of them had poor sleep quality. Having a longer duration of gadget use before bedtime was a significant predictor of poor sleep quality, in which respondents with >1 hour and 30-60 minutes duration of gadget use had 6.57 times (OR=6.57; 95% CI [2.66;16.25]) and 2.61 times (OR=2.61; CI 95% [0.96; 7.01]) higher risk of having poor sleep quality, respectively.

Conclusion. Duration of gadget use before bedtime from 30 minutes to >1 hour can significantly alter sleep quality among adolescents. The longer the duration of gadget use before bedtime, the higher the risk of decreased sleep quality. **Sari Pediatri** 2025;27(3):148-52

Keywords: gadget, sleep, quality, adolescents

Alamat korespondensi: Claresta. Departemen Kesehatan Anak Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi / RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou, Manado, Indonesia. Jl. Raya Tanawangko No. 56, Malalayang, Manado 95115. Email: bikaftkunsrat@yahoo.com

Kemajuan teknologi pada abad terakhir telah menyebabkan peningkatan signifikan dalam perilaku sedentari, termasuk keterlibatan jangka panjang dalam aktivitas layar (misalnya menonton TV, menggunakan komputer, gawai, dan tablet).¹ Penggunaan gawai yang berlebihan telah dikaitkan dengan gangguan parameter tidur pada remaja,² seperti durasi tidur yang lebih pendek.³

American Academy of Child and Adolescent Psychiatry pada tahun 2022 merekomendasikan durasi *screen time* tidak lebih dari 2 jam per hari untuk usia 6-17 tahun, dengan tetap memprioritaskan aktivitas sekolah, aktivitas fisik, dan tidur. Sementara itu, untuk remaja dan dewasa usia di atas 18 tahun, durasi yang disarankan adalah 2-4 jam per hari disertai dengan jeda istirahat dan perbanyak aktivitas fisik.⁴

Prevalensi pengguna gawai di Indonesia menempati peringkat ke-4 di dunia, yaitu sebesar 69%, setelah Nigeria dengan prevalensi 81%, India 79%, dan Selatan Afrika 78%.⁵ Jumlah pengguna gawai di Indonesia meningkat pesat dari 64,8% pada tahun 2018 menjadi 73,7% pada tahun 2019.⁵ Berdasarkan survei Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) tahun 2023, jumlah pengguna internet di Indonesia mencapai 221.563.479 jiwa dengan penetrasi 78,19%. Mayoritas pengguna internet merupakan Generasi Z (kelahiran 1997-2012), yaitu sebanyak 34,4%, diikuti oleh generasi milenial (kelahiran 1981 -1996) sebanyak 30,62%.⁵ Tingginya penetrasi internet ini juga tercermin pada penggunaan gawai di kalangan remaja. Penelitian yang dilakukan Gradisar dkk⁶ melaporkan bahwa setidaknya 89% remaja memiliki satu telepon genggam di lingkungan tidur mereka, yang paling sering digunakan menjelang waktu tidur.

Masa remaja merupakan masa pertumbuhan dan perkembangan menuju dewasa. Pada fase ini, remaja membutuhkan tidur dengan kualitas dan kuantitas yang baik untuk mendukung proses tumbuh kembang dan prestasi akademik. Tidur yang tidak cukup atau berkualitas buruk dapat menimbulkan berbagai dampak negatif, seperti penurunan konsentrasi, penurunan aktivitas fisik, dan gangguan proses belajar akibat kantuk dan kelelahan.⁷ Penelitian lain menunjukkan dampak fisiologis, seperti kelelahan, lemas, gangguan mata, penurunan daya tahan tubuh, hingga sakit kepala yang sering.⁸ Secara umum, remaja membutuhkan waktu tidur normal berkisar antara 8 hingga 10 jam per malam untuk memperoleh istirahat yang optimal.

Penggunaan gawai dihipotesiskan berdampak buruk pada tidur melalui beberapa mekanisme.^{9,10} Pertama, gawai dapat mengusir, menunda, atau menyela waktu tidur. Kedua, konten yang disajikan dapat bersifat psikologis merangsang. Ketiga, memengaruhi cahaya biru (*blue light*) yang dipancarkan layar dari perangkat memengaruhi ritme sirkadian, tidur fisiologis, dan tingkat kewaspadaan.¹¹

Kecenderungan kecanduan remaja menggunakan gawai dapat menyebabkan kualitas tidur yang buruk akibat kebiasaan begadang dan durasi tidur yang lebih pendek.¹²

Durasi penggunaan gawai yang panjang, bahkan lebih dari 11 jam per hari, dilaporkan dapat meningkatkan latensi tidur (waktu yang dibutuhkan untuk tertidur), didorong oleh kecanggihan dan kenyamanan yang ditawarkan oleh perangkat tersebut.¹³ Berdasarkan uraian tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui durasi penggunaan gawai sebelum tidur yang memengaruhi kualitas tidur pada remaja.

Metode

Penelitian ini merupakan studi observasional analitik dengan pendekatan *cross-sectional*. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari hingga Juli 2023 di dua Sekolah Menengah Pertama (SMP) dan tiga Sekolah Menengah Atas (SMA) di Kota Manado. Populasi target penelitian ini adalah remaja berusia 12-17 tahun di sekolah-sekolah tersebut. Pemilihan sekolah dilakukan dengan metode *simple random sampling*. Pada setiap sekolah yang terpilih, pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *consecutive sampling*, di mana seluruh siswa dalam kelas yang memenuhi kriteria inklusi diikutsertakan dalam penelitian. Besar sampel yang terlibat sebanyak 308 responden.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah durasi penggunaan gawai sebelum tidur, yang dinilai menggunakan kuesioner khusus. Variabel terikat adalah kualitas tidur, yang diukur menggunakan kuesioner *Pittsburgh Sleep Quality Index* (PSQI). Skor total PSQI lebih dari 5 menunjukkan kualitas tidur yang buruk.

Data yang terkumpul dianalisis secara statistik. Analisis univariat dilakukan untuk mendeskripsikan karakteristik sampel dengan menghitung nilai rata-rata, frekuensi, dan persentase. Analisis bivariat digunakan

untuk melihat hubungan antara variabel bebas dan terikat. Selanjutnya, analisis regresi logistik dilakukan untuk menentukan *adjusted odds ratio* (OR) sebagai ukuran asosiasi utama. Penelitian telah disetujui komite etik RSUP Prof R. D. Kandou No. 245/EC/KEPK-KANDOU/XII/2024.

Hasil

Sebanyak 308 responden berusia 12 hingga 17 berpartisipasi dalam penelitian ini. Secara keseluruhan, prevalensi kualitas tidur buruk pada sampel penelitian ini adalah 68,5% (211 dari 308 responden). Separuh responden (50,6%) melaporkan durasi penggunaan gawai sebelum tidur lebih dari 1 jam, dan dari kelompok tersebut, 83,3% mengalami kualitas tidur buruk. Karakteristik sampel dari penelitian ini tertera pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, tidak ditemukan perbedaan usia yang signifikan antara kelompok kualitas tidur baik

Tabel 1. Karakteristik responden berdasarkan kualitas tidur

Variabel	Kualitas tidur	
	Buruk (n=211)	Baik (n=97)
Usia, rerata	14,33 (1,67)	14,22 (1,73)
Jenis kelamin		
Perempuan	135 (64,0)	41 (42,3)
Laki-laki	76 (36,0)	56 (57,7)
Status gizi		
Baik	138 (65,4)	80 (82,5)
Kurang	48 (22,7)	11 (11,3)
Overweight	25 (11,8)	6 (6,2)
Penghasilan orangtua		
Bawah upah minimum regional	53 (25,1)	28 (28,9)
Atas upah minimum regional	158 (74,9)	69 (71,1)
Pendidikan orang tua		
Menengah	10 (4,7)	3 (3,1)
Tinggi	201 (95,3)	94 (96,9)
Durasi penggunaan gawai		
<15 menit	16 (45,7)	19 (54,3)
15-30 menit	32 (46,3)	37 (53,7)
30-60 menit	33 (68,7)	15 (31,2)
>60 menit	130 (83,3)	26 (16,6)

dan buruk. Analisis lebih lanjut menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara jenis kelamin dan status gizi dengan kualitas tidur ($p < 0,05$). Sebaliknya, variabel penghasilan orang tua dan pendidikan orang tua tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan kualitas tidur ($p > 0,05$).

Tabel 2. Durasi penggunaan gawai dengan kualitas tidur

Variabel	<i>Adjusted</i> OR	p
	(IK95%)	
Durasi penggunaan gawai		
<15 menit	Referensi	
15-30 menit	1,03 (0,49 – 3,08)	0,949
30-60 menit	2,61 (0,96 – 7,01)	0,037
>60 menit	6,57 (2,66 – 16,25)	<0,001

Berdasarkan Tabel 2, durasi penggunaan gawai sebelum tidur yang lebih lama terbukti merupakan prediktor signifikan terhadap kualitas tidur buruk. Dibandingkan dengan kelompok referensi (penggunaan <15 menit), responden dengan durasi penggunaan 30-60 menit memiliki kecenderungan risiko 2,61 kali lebih tinggi ($aOR=2,61$; IK95% [0,96; 7,01]), meskipun hasil ini tidak signifikan secara statistik pada tingkat kepercayaan 95% (karena IK melewati angka 1). Sementara itu, responden yang menggunakan gawai lebih dari 1 jam sebelum tidur memiliki risiko mengalami kualitas tidur buruk 6,57 kali lebih tinggi secara signifikan ($aOR=6,57$; IK95% [2,66; 16,25]).

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proporsi kualitas tidur buruk pada remaja di Manado cukup tinggi, yaitu 68,5%. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan tingginya prevalensi gangguan tidur pada populasi remaja. Sebagai contoh, penelitian terbaru Li dkk¹⁴ pada 2346 anak sekolah menengah pertama di daerah rural China melaporkan prevalensi gangguan tidur sebesar 76,4%. Simsek dkk¹⁵ melaporkan bahwa 82,0% partisipan usia 12 sampai 20 tahun memiliki kualitas tidur yang buruk. Penelitian Hoefellman dkk¹⁶ di Brasil melaporkan peningkatan prevalensi kualitas tidur buruk dari 31,2%

pada 2001 menjadi 45,9% pada 2011. Gambaran ini mengindikasikan adanya tren peningkatan kualitas tidur buruk pada remaja.

Dalam penelitian ini, kualitas tidur buruk dilaporkan lebih sering terjadi pada remaja perempuan daripada laki-laki. Hasil ini sejalan dengan temuan Li dkk¹⁴ yang melaporkan bahwa remaja perempuan memiliki kecenderungan lebih tinggi mengalami gangguan tidur dibandingkan laki-laki. Konsistensi temuan ini juga diamati dalam penelitian lain di China dan Taiwan.^{17,18} Perbedaan ini diduga kuat dipengaruhi oleh faktor biologis, di mana fluktuasi hormon, seperti estrogen dan progesteron pada remaja perempuan dapat berkontribusi terhadap gangguan tidur.¹⁹

Temuan kunci penelitian ini membuktikan bahwa durasi penggunaan *gawai* sebelum tidur merupakan prediktor signifikan terhadap kualitas tidur buruk. Temuan ini selaras dengan hasil penelitian Rahma dkk²⁰ yang juga menemukan hubungan signifikan antara penggunaan *gawai* dan kualitas tidur. Dukungan lebih lanjut datang dari penelitian Pandoh²¹ yang mengonfirmasi hubungan antara durasi penggunaan *gawai* dan kejadian *insomnia*.

Mekanisme yang mendasari hubungan ini dapat dijelaskan melalui beberapa jalur.^{9,10,22} Pertama, penggunaan *gawai* pada malam hari dapat menggeser dan menunda jadwal tidur. Kedua, paparan cahaya biru (*blue light*) yang dipancarkan layar *gawai* menghambat produksi melatonin, hormon yang mengatur siklus tidur-bangun. Cahaya biru ini menipu otak seolah-olah masih berada dalam kondisi siang hari, sehingga membuat individu tetap terjaga dan waspada, yang pada akhirnya menyulitkan proses tertidur.^{11,23}

Bukti empiris dari penelitian Harvard menunjukkan bahwa paparan cahaya biru selama 6,5 jam menekan produksi melatonin dua kali lebih kuat dan menggeser ritme sirkadian dua kali lebih besar dibandingkan dengan paparan cahaya hijau dengan intensitas yang sama.²⁴ Penelitian lain di Universitas Toronto memperkuat temuan ini dengan menunjukkan bahwa level melatonin pada individu yang terpapar cahaya terang tetapi menggunakan kacamata penyaring cahaya biru sama dengan level melatonin mereka yang terpapar cahaya redup.²⁵ Temuan ini membuktikan efektivitas cahaya biru dalam menekan melatonin.

Selain efek cahaya biru, konten yang secara psikologis merangsang dari penggunaan *gawai* juga dapat

meningkatkan kewaspadaan dan produksi hormon seperti adrenalin, yang selanjutnya menghambat timbulnya rasa kantuk.²²

Meskipun hubungannya signifikan, penting untuk dicatat bahwa 16,7% responden dengan durasi penggunaan >1 jam masih memiliki kualitas tidur yang baik. Anomali ini dapat dijelaskan oleh adanya faktor-faktor lain yang berperan, seperti disiplin dalam menjaga jam tidur yang konsisten meskipun menggunakan *gawai*, atau adanya faktor resiliensi individu terhadap dampak cahaya biru. Temuan ini menggarisbawahi bahwa penggunaan *gawai* hanyalah salah satu faktor dari banyak faktor yang memengaruhi kualitas tidur.

Meskipun menghasilkan penelitian yang menarik, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Salah satu di antaranya adalah penilaian subjektif terhadap kualitas dan waktu tidur, bukan menggunakan metode yang lebih akurat, misalnya seperti polisomnografi. Namun, kami menyoroti kesulitan dan tingginya biaya dalam menggunakan metodologi ini dalam studi epidemiologi dengan jumlah besar sampel yang diteliti. Kedua, faktor-faktor lain yang dapat memengaruhi kualitas tidur, seperti pola makan, aktivitas fisik, dan kondisi kesehatan mental, mungkin juga berperan dalam hasil yang diamati. Ketiga, pada penelitian ini lingkungan tidur dan faktor-faktor sosial yang dapat memengaruhi tidur mungkin tidak sepenuhnya terkontrol, yang dapat memengaruhi interpretasi hasil. Oleh karena itu, sementara penelitian ini memberikan pemahaman awal yang penting, diperlukan penelitian lebih lanjut dengan desain yang lebih cermat dan mengontrol berbagai variabel yang mungkin memengaruhi hasil.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, durasi penggunaan *gawai* sebelum tidur merupakan prediktor signifikan kualitas tidur buruk pada remaja di Manado, dengan risiko yang meningkat seiring lamanya penggunaan. Penggunaan lebih dari 1 jam meningkatkan risiko secara signifikan, sedangkan durasi 30-60 menit menunjukkan tren peningkatan risiko. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya intervensi kesehatan masyarakat melalui edukasi sleep hygiene, khususnya pembatasan durasi penggunaan *gawai* sebelum tidur, untuk meningkatkan kualitas tidur remaja.

Daftar pustaka

1. Trott M, Driscoll R, Iraldo E, Pardhan S. Changes and correlates of screen time in adults and children during the COVID-19 pandemic: A systematic review and meta-analysis. *EClinicalMedicine* 2022;48. Doi: 10.1016/j.eclinm.2022.101452.
2. Felden EPG, Filipin D, Barbosa DG, Andrade RD, Meyer C, Louzada FM. Factors associated with short sleep duration in adolescents. *Rev. Paul Pediatr* 2016; 34: 64-70. Doi: 10.1016/j.rppede.2015.10.007.
3. Sanz-Martín D, Ubago-Jiménez JL, Ruiz-Tendero G, Zurita-Ortega F, Melguizo-Ibáñez E, Puertas-Molero P. The relationships between physical activity, screen time and sleep time according to the adolescents' sex and the day of the week. *Healthcare* 2022; 10; 1955. Doi: 10.3390/healthcare10101955.
4. American Academy of Child and Adolescent Psychiatry. Children and watching TV. Washington, DC: American Academy of Child and Adolescent Psychiatry; updated June 2025 [cited 2025 Sep 22]. Didapat dari: https://www.aacap.org/AACAP/Families_and_Youth/Facts_for_Families/FFF-Guide/Children-And-Watching-TV-054.aspx
5. Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia. Penetrasi dan perilaku pengguna internet Indonesia 2023; 2023.
6. Gradisar M, Wolfson AR, Harvey AG, Hale L, Rosenberg R, Czeisler CA. The sleep and technology use of Americans: findings from the National Sleep Foundation's 2011 Sleep in America Poll. *J Clin Sleep Med* 2013;9:1291-9. Doi: 10.5664/jcsm.3272.
7. Nilifda H, Nadjmir, Hardisman. Hubungan kualitas tidur dengan prestasi akademik mahasiswa program studi pendidikan dokter angkatan 2010 FK Universitas Andalas. *Jurnal Kesehatan Andalas* 2016;4:243-9. Doi:10.25077/jka.v5i1.477.
8. Sari IM, Prajayanti ED. Peningkatan pengetahuan siswa SMP tentang dampak negatif game online bagi kesehatan. *Gemassika*. 2017;1:31-9. Doi:10.30787/gemassika.v1i1.216.
9. Cain N, Gradisar M. Electronic media use and sleep in school-aged children and adolescents: a review. *Sleep Med* 2010;11:735-42. Doi: 10.1016/j.sleep.2010.02.006
10. Hale L, Guan S. Screen time and sleep among school-aged children and adolescents: a systematic literature review. *Sleep Med Rev*. 2015;21:50-8. Doi: 10.1016/j.smrv.2014.07.007
11. Chang AM, Aeschbach D, Duffy JF, Czeisler CA. Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2015;112:1232-7. Doi: 10.1073/pnas.1418490112
12. Keswara, Umi, Syuhada, Novrita, Wahyudi, Wahid. Perilaku penggunaan gadget dengan kualitas tidur pada remaja. *Holistik Jurnal Kesehatan* 2019;13:233-9.
13. Ivama I, Murniati M, Putri NRIAT. The relationship between gadget usage and adolescent sleep quality. *J Pub Health TropCoastal Reg* 2021;4(1):23-7. Doi: 10.14710/jphtrcr.v4i1.10776.
14. Li DL, Nie XY, Li J, Tao YJ, Zhao CH, Zhong H, Pan CW. Factors associated with sleep disorders among adolescent students in rural areas of China. *Front Public Health* 2023;11:1152151. Doi: 10.3389/fpubh.2023.1152151.
15. Şimşek Y, Tekgül N. Sleep quality in adolescents in relation to age and sleep-related habitual and environmental factors. *Adolescence* 2019;2:5-7. Doi: 10.4274/jpr.galenos.2019.86619.
16. Hoefelmann LP, Lopes AS, Silva KS, Mortiz P, Nahas MV. Sociodemographic factors associated with sleep quality and sleep duration in adolescents from Santa Catarina, Brazil: what changed between 2001 and 2011. *Sleep Med* 2013;14:1017-23. Doi: 10.1016/j.sleep.2013.05.015.
17. Ouyang F, Lu BS, Wang B, dkk. Sleep patterns among rural Chinese twin adolescents. *Sleep Med* 2009;10:479-89. Doi: 10.1016/j.sleep.2008.04.011
18. Lin LN, Chang LY, Hurng BS, Wu CC, Yen LL, Chang HY. Sex differences in sleep patterns and changes in 7th to 12th graders: a longitudinal follow-up study in Taiwan. *Sleep* 2018;41. Doi: 10.1093/sleep/zsx211
19. Campbell IG, Grimm KJ, Bie E, Feinberg I. Sex, puberty, and the timing of sleep EEG measured adolescent brain maturation. *Proc Natl Acad Sci USA* 2012;109:5740-3. Doi: 10.1073/pnas.1120860109.
20. Rahma KD, Anjaswarni T, Sulastyawati, Wiyono J. Hubungan penggunaan gadget dengan kualitas tidur pada remaja kelas VII di SMP Negeri 1 Blitar. *Jurnal Pendidikan Kesehatan* 2023;12:163-71. Doi: <https://doi.org/10.31290/jpk.v12i2.3945>.
21. Pandoh EM. Relationship between duration of gadget use and insomnia incidence in adolescents at junior high school Betzata ABD Leilem. *Int J Health Med* 2024;1:31-42. Doi: <https://doi.org/10.62951/ijhm.v1i4.75>.
22. Keswara UR, Syuhada N, Wahyudi WT. Perilaku penggunaan gadget dengan kualitas tidur pada remaja. *Holistik Jurnal Kesehatan* 2019;13:233-9. Doi:10.33024/hjk.v13i3.1599.
23. West KE, Jablonski MR, Warfield B, dkk. Blue light from light-emitting diodes elicits a dose-dependent suppression of melatonin in humans. *J Appl Physiol* 2011;110:619-26. Doi: 10.1152/jappphysiol.01413.2009.
24. Lockley SW, Brainard GC, Czeisler CA. High sensitivity of the human circadian melatonin rhythm to resetting by short wavelength light. *J Clin Endocrinol Metab* 2003;88:4502-5. Doi: 10.1210/jc.2003-030570.
25. Rahman SA, Shapiro CM, Wang F, Ainlay H, Kazmi S, Brown TJ, Casper RF. Effects of filtering visual short wavelengths during nocturnal shiftwork on sleep and performance. *Chronobiol Int* 2013;30:951-62. Doi: 10.3109/07420528.2013.789894.