

## УПОТРЕБАТА НА СМАРТФОНИ И ВЛИЯНИЕТО ИМ ВЪРХУ ЗРЕНИЕТО

Тунджай Йозтюрк<sup>1</sup>, Калина Трифонова<sup>2</sup>, Валентин Стоянов<sup>3</sup>, Кирил Славейков<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Медицински Факултет, Тракийски Университет,  
катедра Офталмология и Оториноларингология, Стара Загора, Ген. Столетов 2,  
tuche\_1@yahoo.com

<sup>2</sup> Медицински Факултет, Тракийски Университет,  
катедра Офталмология и Оториноларингология, Стара Загора, Ген. Столетов 2,  
kalina.trifonova@trakia-uni.bg

<sup>3</sup> Медицински Факултет, Тракийски Университет,  
катедра Офталмология и Оториноларингология, Стара Загора, Ген. Столетов 2,  
drvstoyanov@abv.bg

<sup>4</sup> Медицински Факултет, Тракийски Университет,  
Катедра Вътрешни болести и обща медицина, Стара Загора,  
Армейска 11, kiril.slaveykov@trakia-uni.bg

**Резюме:** Проучването има за цел да оцени разпространението, рисковите фактори и влиянието на употребата на смартфони върху зрението в ерата на дигитализацията, както и да оформи препоръки за поведение при използване на мобилни цифрови устройства. Направен беше литературен обзор по темата с помощта на Google Scholar, Pubmed, CrossRef и свободно търсене. Резултатите показват, че когато се взираме в екрана на телефона, тъй като той е много по-малък в сравнение с компютъра, а екранът е на много по-близко разстояние, това води до по-голямо зрително натоварване и по-голямо налягане на акомодацията и конвергенцията. Технологията на смартфоните се основава на синя светлина и има голяма вероятност от увреждане на зрението поради по-късата дължина на вълната на светлината, когато се използва за дълъг период от време. В литературата са описвани очни проблеми, свързани с употребата на смартфони като напрежение в очите, двойно виждане, зачервяване, съзене и замъглено зрение. Тези смущения са наблюдавани най-вече при хора, използващи смартфони повече от 3-4 часа на ден без почивка. Съобщава се и за случаи на преходна загуба на зрение при пациенти, които са гледали за няколко минути мобилен телефон в тъмното. От повечето проучвания може да заключим, че е необходимо да поставим ограничения на времето пред екрана, както и по отношение на използване на мобилни устройства преди лягане.

**Ключови думи:** очни проблеми, синя светлина, зрителни смущения, мобилни телефони, препоръки

## THE USE OF SMARTPHONES AND THEIR INFLUENCE ON VISION

Tundzhay Yoztyurk<sup>1</sup>, Kalina Trifonova<sup>2</sup>, Valentin Stoyanov<sup>3</sup>, Kiril Slaveykov<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Medical Faculty, Trakia University,  
Department of Ophthalmology and Otorhinolaryngology, Stara Zagora, Gen. Stoletov 2,  
tuche\_1@yahoo.com

<sup>2</sup> Medical Faculty, Trakia University,  
Department of Ophthalmology and Otorhinolaryngology, Stara Zagora, Gen. Stoletov 2,  
kalina.trifonova@trakia-uni.bg

<sup>3</sup> Medical Faculty, Trakia University,

Department of Ophthalmology and Otorhinolaryngology, Stara Zagora, Gen. Stoletov 2,  
drvstoyanov@abv.bg

<sup>4</sup> Medical Faculty, Trakia University,  
Department of Internal Medicine and General Practice, Stara Zagora,  
Armeiska 11, kiril.slaveykov@trakia-uni.bg

**Abstract:** *The study aims to assess the prevalence, risk factors and impact of smartphone use on vision in the age of digitalization, and to formulate behavioral recommendations for using mobile digital devices. A literature review was conducted on the topic using Google Scholar, Pubmed, CrossRef and free search. The results show that when we stare at a phone screen, because it is much smaller compared to a computer and the screen is at a much closer distance, it results in a greater visual strain and a greater strain on accommodation and convergence. Smartphone technology is based on blue light and there is a high probability of vision damage due to the shorter wavelength of light when used for a long period of time. Eye problems associated with smartphone use such as eye strain, double vision, redness, tearing, and blurred vision have been described in the literature. These disturbances were mostly observed in people using smartphones for more than 3-4 hours a day without a break. Cases of transient vision loss have also been reported in patients who looked at a cell phone in the dark for several minutes. From most studies, we can conclude that we need to set limits on screen time and mobile device use before bed.*

**Keywords:** eye problems, blue light, visual disturbances, cell phones, recommendations

## 1. Въведение

Мобилните/ръчно преносимите телефони са мощно средство за комуникация, демонстрирани за първи път от Motorola през 1973 г. и пуснати в търговската мрежа през 1984 г. [1]. Използването на мобилни телефони се увеличава с всеки изминал ден. Проучване от 2012 г. показва, че почти 84% от хората не биха могли да живеят и един ден без мобилния си телефон [2]. В съвременния дигитален свят смартфонът се превръща в продължение на ръката ни, той е неразделна част от ежедневието ни, дотолкова, че страхът да бъдем разделени от телефона ни се превръща в нов термин "номофобия" [3]. През последните години повечето от световното население, особено ученици и студенти, използват смартфони, заради широката им гама от приложения. През 2020 г. е установено, че общият брой на потребителите на смартфони в световен мащаб е 3,5 милиарда, което показва, че около 45,12% от общото население на света притежава отделен смартфон [4]. Няколко скорошни големи проучвания съобщават за по-високо разпространение и количество на употребата на мобилни устройства сред подрастващите в сравнение с традиционните електронни устройства [5-7]. Това може да се дължи на полесното закупуване, преносимост, лесен достъп до интернет и множество други функции като социални мрежи, игри и предавания/видеоклипове [8]. Жените са по-склонни да увеличат прекомерната употреба на мобилен телефон, в сравнение с мъжете. Мъжете са изложени на по-малко социален стрес и по-рядко използват мобилните телефони за социални цели [9]. Възрастното население много по-рядко развива пристрастяващо поведение към мобилните телефони поради по-добра саморегулация [10].

Въпреки че са полезни по много начини, смартфоните имат недостатъци като намаляване на ефективността на работата, социална неадекватност и психологическа зависимост [11]. Част от признаците на пристрастяване към телефона са непрекъснатото му проверяване без причина, чувство за тревога или безпокойство при липсата му, събуждане посред нощ за проверка на актуализациите за мобилни и комуникационни услуги, забавяне на професионалните изяви в резултат на продължителни дейности с телефона и разсейване [12]. Прекомерната употреба на мобилни телефони може да

причини проблеми от страна на зрителния анализатор, слабост на палеца и китката, болка и скованост във врата, повишена честота на теносиновит, както и психологически проблеми като тактилни халюцинации, несигурност, делюзии, слухови нарушения, нарушения в съня, безсъние, ниско самочувствие и др [13]. В настоящият обзор ще се спрем само на проблемите от страна на зрителната система.

## **2. Цел, задачи и методи на проучването:**

Проучването има за цел да оцени разпространението, рисковите фактори и влиянието на употребата на смартфони върху зрението в ерата на дигитализацията, както и да оформи препоръки за поведение при използване на мобилни цифрови устройства. Направен беше литературен обзор по темата с помощта на Google Scholar, Pubmed, CrossRef и свободно търсене.

## **3. Резултати и обсъждане**

Когато се взираме в екрана на телефона, тъй като той е много по-малък в сравнение с компютъра, а екранът се поставя на много по-близко разстояние от очите, това води до по-значително зрително натоварване – по-голямо налягане на акомодацията и конвергенцията [14]. Lee и екипът му установили завишена честота на остра придобита конкомитентна езотропия при юноши, употребяващи смартфони за повече от 4 часа на ден. Отклоненията при тях значително намалели след намаляване на употребата на тези устройства [15]. Проучване върху 250 човека със средна възраст  $26 \pm 3,90$  показва очни проблеми, свързани с употребата на смартфони като напрежение в очите, двойно виждане, зачервяване, сълзене, замъгляване при 80% от изследваните. Зрителни смущения се наблюдавали най-вече при хора, използващи смартфони повече от 3-4 часа на ден без почивка [16]. Друго подобно проучване показва завишена честота на зрителни оплаквания при употреба на смартфони повече от 2 часа и за по-продължителен период от живота [17].

Golebiowski и екип правят експеримент, включващ 12 младежи, без предхождащи проблеми, като ги карат да четат книга на смартфон в продължение на 1 час. Оплакванията от зрителна умора и сухота в очите значително се увеличили [18]. Друг подобен експеримент, проведен от Long и екипът му, показва, че средното разстояние на четене на книга от смартфон е  $29.2 \pm 7.3$  cm, като разстоянието от което участниците четат постепенно се скъсявало, а зрителните оплаквания се увеличавали [19]. Симптомите на умора, дискомфорт в очите и замъгляване на зрението статистически значимо се увеличили в края на четенето.

Проучване върху студенти по медицина показва, че 83% от тях страдат от зрителен синдром, причинен от употребата на телефон [20]. Авторите въвеждат термина “cell phone vision syndrome”, като комплекс от зрителни оплаквания от употреба на клетъчни телефони. Машабно проучване, проведено в Саудитска Арабия, включващо 546 студента, показва че 66% от тях имат поне едно зрително оплакване след употреба на смартфон. На първо място сред оплакванията били болка и сухота в очите [21].

Проучване, включващо деца, страдащи от синдрома сухото око показва, че честотата и средното време на употреба на смартфони при тях е по-голяма [22]. Корейски екип сравнява зрителните оплаквания, както и състоянието на слъзния филм след употреба на смартфон, с тези след употреба на компютърен дисплей [23]. Субективните симптоми на астигматизъм като парене, умора и сухота, значително повече се увеличили при групата, изследвани след употреба на смартфон. Освен това била установена по-голяма нестабилност на слъзния филм и увеличен индекс на оксидативен стрес в сълзите и на очната повърхност.

Технологията на смартфоните се основава на синя светлина и има голяма вероятност от увреждане на зрението поради по-късата дължина на вълната на светлината, когато се използва за дълъг период от време [24]. Установено е, че повече синя светлина се абсорбира от младите хора в сравнение с възрастните, поради продължителното използване на смартфони, поддържане на по-късо разстояние между очите и екрана на телефона и поради използване на неправилно осветление [25]. Въпреки факта, че Ръководството на Международната комисия за защита от нейонизиращи лъчения се опита да разсея опасенията за вредата от мобилните телефони, спектралните пикове на смартфоните са много подобни на късовълновата синя видима светлина [26]. Счита се че рискът е нисък, но няма информация кога или дали се достига праг на увреда. Ако се сравнят естествените експозиции с разумно предвидимото излагане на оптично излъчване от мобилни телефони, действителното спектрално претеглено излъчване е по-ниско от естествените експозиции [27]. Проблемът е, че хората днес може да прекарват повече време в гледане на телефона, отколкото в естествена светлина. Проучване от 2016 г. показва, че електромагнитните вълни, излъчени от мобилните телефони, вероятно имат негативен ефект върху провеждането на зрителните евокирани потенциали [28]. Освен това изследвания върху плъхове показват, че те водят до увеличен оксидативен стрес в лещата и роговицата [29]. Установени са неблагоприятни ефекти върху епителните клетки на роговицата при хората [30]. Прекомерното излагане на синя светлина причинява влошаване на слъзния филм и повишени нива на възпалителни маркери и производство на реактивни кислородни радикали в очната повърхност на мишки [31]. Докладван е клиничен случай от Китай на 29-годишен мъж, пристрастен към телефона си, който прекарва 6-8 часа всяка нощ с него в леглото на тъмно. Неговото зрение било намалено до 40% и при изследване с оптична кохерентна томография се установили промени, подобни на соларна ретинопатия. След като намалил употребата на телефона само за разговори, зрението му се възстановило до 80% в рамките на три месеца [32].

През 2016 г. се съобщават два случая на преходна загуба на зрение (около 15 минути) при две пациентки, които са гледали за няколко минути мобилен телефон в тъмното. И в двата случая симптомите се появили на страната контралатерално на леглото. Лекарите предположили, че симптомите се дължат на диференцирано разграждане на фотопигмент при адаптираното към светлината око, а окото, блокирано от възглавницата, остава адаптирано към тъмно. В резултат на това при откриване на двете очи в тъмното, адаптираното към светлината око се възприема като „сляпо“ [33]. След този случай още много автори описват този феномен и е въведена нова диагноза „Transient smartphone blindness”- преходна слепота от употреба на смартфон. Опасността може да възникне от започване на неподходящо лечение след погрешна диагноза [34]. При някои от пациентите е имало съмнение за транзиторни исхемични атаки и са лекувани с аспирин и статини и е правена неврологична оценка от невроофтальмолог [35, 36]. Има описан и случай, при който на пациент е поставена диагноза мултипла склероза [37]. Ето защо е изключително важно офталмолозите и невролозите да включат в анамнезата си употребата на смартфон и ежедневните практики на пациентите преди диагнозата. Не само диференцираната адаптация към светлина между двете очи, а също и прекомерната яркост, на която е настроен телефона в тъмното, може да доведе до това състояние. Rondeau и екипът му описват пациентка с преходна загуба на зрението на двете очи, при която телефонът е бил на максимална яркост. Всеки път, когато ставала до тоалетната посред нощ, губела за малко зрението си [38]. Производителите на мобилни телефони трябва да снабдяват клиентите си с информация, предупреждаваща за възможни странични ефекти от използването на телефони в леглото и в лошо осветени стаи, особено настроени на висока яркост [39]. За да предотвратят транзиторната слепота

от употреба на мобилни телефони, те трябва да се използват в добре осветени помещения и в положение, при което светлината не влиза само в едното око.

Използването на смартфон в тъмното носи със себе си и други опасности по отношение на зрението. Проучване на Antona и колеги показва, че то води до повече обективни промени в очната повърхност, както и субективни зрителни оплаквания, отколкото при използването му на светло [40]. Ram и екипът му установяват, че употребата на смартфон преди заспиване води до недостатъчност на конвергенцията, очна умора и напрежение в очите, както и до нарушения в цикъла на съня [41].

В литературата се срещат и други негативни ефекти на мобилните устройства по отношение на зрителния анализатор. Lee и екипът му установяват слабо, но статистически значимо увеличение на вътреочното налягане след 30 минути гледане на филм на 30 см разстояние със смартфон [42]. Проучване от 2020 година също показва статистически значимо увеличение на вътреочното налягане при пациенти с глаукома, докато при здравите пациенти, не се наблюдавала значима разлика [43]. Според авторите това се дължи на електромагнитните лъчения, които водят до увеличение на пермеабилитета на съдовете и увеличение на производството на вътреочна течност. Други автори разглеждат прекомерната акомодация и конвергенция като вероятна причина [44].

В проучване, сравняващо поведението на деца с и без миопия, по отношение на смартфоните е установено, статистически значима по-голяма рефрактивна грешка, при използващите смартфони за по-продължително време [45]. Според Enthoven и екипът му епизодите от 20 минути непрекъсната употреба на смартфон са свързани с повече миопични рефракционни грешки, особено при подрастващите, които рядко излизат навън. Според авторите честите почивки трябва да станат препоръка за използване на смартфон при тийнейджъри [46]. Родителските правила и ограничения за употребата на мобилни телефони обаче могат да се различават от традиционните устройства. Може да има различни предизвикателства с оглед на по-голямата преносимост и широко разпространената употреба [47]. Wang и колегите му демонстрират, че комбинацията от почивка и изкуствени сълзи ефективно могат да облекчат оплаквания от продължителна употреба на смартфон [48].

Нови технологии по отношение качеството и защитата на екрана се въвеждат и разучават всеки ден. Една от възможностите е да се намалят вредните лъчения, на първо място, чрез употребата на син филтър. Някои производители на мобилни телефони използват технология за автоматично намаляване на синята светлина за определен период от време. За съжаление обаче, проучване върху 30 студента по медицина след използване на смартфон с и без защита със син филтър не показва статистически значима разлика по отношение на зрителната умора [49]. Други две проучвания също не показват никаква разлика в зрителните оплаквания при употреба на дигитални устройства, със или без син филтър [50, 51]. За сметка на това, проучване на Mou и екип показва, че замената на линейно поляризирана светлина с кръгово поляризирана светлина може да доведе до значително подобрене на сухотата в очите и зрителната умора [52]. Дисплеят с електронно мастило (eINK) е екран, проектиран да подобри условията на четене и да имитира максимално четенето на хартия. Установено е, че заместването на дисплеите с органичен светоизлъчващ диод, с този вид дисплей би допринесло за защитата на очната повърхност [53].

#### **4. Изводи**

Използването на мобилни телефони е рисков фактор за зрението и поради това трябва да се избягва прекомерната им употреба, особено от подрастващите. Препоръчва се употребата им при добра осветеност на помещението, с чести почивки и

продължителност не повече от два часа. Употребата им на тъмно, особено, настроени на висока яркост и преди лягане, трябва по възможност да се избягва. Новите технологии като кръгово поляризирана светлина и електронно мастило биха значително подобрили качеството на екрана по отношение на вредните му ефекти върху зрението.

## Библиография

1. [http://www.news.bbc.co.uk/2/hi/programmes/click\\_online/8639590.stm](http://www.news.bbc.co.uk/2/hi/programmes/click_online/8639590.stm)
2. Duerson M, We're addicted to our phones: 84% worldwide say they couldn't go a singledaywithouttheirmobile device in their hand. Daily News, 2020
3. Bragazzi N, Del Puente, G. (2014). A proposal for including nomophobia in the newDSM-V. *Psychology Research and Behavior Management*, 2014, 7:155
4. <https://www.statista.com/statistics/467163/forecast-of-smartphone-users-in-india>
5. Ofcom. Children and parents: Media use and attitudes report, 2017
6. Rideout V. The common sense census: media use by tweens and teens, 2015
7. Lauricella A, Cingel D, Blackwell C, Wartella E, Conway A. The mobile generation: youth and adolescent ownership and use of new media. *Comm Res Rep*. 2014;31(4):357–364
8. Lauricella A, Cingel D, Beaudoin-Ryan L, Robb M, Saphir M, Wartella E: The common sense census: plugged-in parents of tweens and teens. In. San Francisco, CA: common sense Media, 2016
9. Roberts JA, Yaya LH, Manolis C, The invisible addiction: Cell-phone activities and addiction among male and female college students. *J Behav Addict*, 2014, 3: 254-265
10. Van Deursen A, Bolle C, Hegner S, Kommers P, Modeling habitual and addictive smartphone behaviour: The role of smartphone usage types, emotional intelligence, social stress, self-regulation, age and gender. *Comput Human Behav*, 2015, 45: 411-420
11. Jeong H, Lee Y. Smartphone addiction and empathy among nursing students. *Adv Sci Technol Lett*. 2015;88:224–8
12. <http://www.bbc.com/news/world-asia-33130567>
13. Peraman R, Parasuraman S. Mobile phone mania: Arising global threat in public health. *J Nat Sci Biol Med*. 2016;7:198–200
14. Barker F, Effect of smartphones on vision and health of service members Military Health System, Communications Office, 2016
15. Lee H, Park S, Heo H. Acute acquired comitant esotropia related to excessive Smartphone use. *BMC Ophthalmol*. 2016;16:37 10.1186/s12886-016-0213-5
16. Rasheed, H., Rashid, M., Rashid, S., Ali, U., Chaudhry, S., Assessment of Causes of Eyestrain in Smartphone Users. *Lahore Garrison University Journal of Life Sciences*, 2020, 4(03), 227-239
17. Kim J, Hwang Y, Kang S, et al; Association between Exposure to Smartphones and Ocular Health in Adolescents. *Ophthalmic Epidemiol*. 2016 Aug;23(4):269-76
18. Golebiowski B, Long J, Harrison K, Lee A, Chidi-Egboka N, Asper L. Smartphone Use and Effects on Tear Film, Blinking and Binocular Vision. *Curr Eye Res*. 2020, 45(4):428-434
19. Long J, Cheung R, Duong S, Paynter R, Asper L. Viewing distance and eyestrain symptoms with prolonged viewing of smartphones. *Clin Exp Optom*. 2017, 100(2):133–137
20. Sadagopan, A., Manivel, R., Marimuthu, A. et al, Prevalence of smart phone users at risk for developing cell phone vision syndrome among college students. *J Psychol Psychother*, 2017, 7(299), 2161-0487
21. Issa L, Alqurashi K, Althomali T, Alzahrani T, Aljuaid A, Alharthi T. Smartphone Use and its Impact on Ocular Health among University Students in Saudi Arabia. *Int J Prev Med*. 2021, 12:149

22. Moon J, Kim K, Moon N. Smartphone use is a risk factor for pediatric dry eye disease according to region and age: a case control study. *BMC Ophthalmol.* 2016;16(1):188-10.1186/s12886-016-0364-4
23. Choi J, Li Y, Kim S, et al, The influences of smartphone use on the status of the tear film and ocular surface. *PLoS One.* 2018; 31;13(10):e0206541
24. Kang S, Hong J, Choi E, et al. : Blue-light induces the selective cell death of photoreceptors in mouse retina. *J Korean Ophthalmic Opt Soc,* 2016, 21: 69–76
25. Oner M, Measure of visual fatigue as a link between visual environment and visual and non-visual functions of VDT users *IEEE Access,* 2018
26. Clark A, Yang P, Khaderi K, Moshfeghi A. Ocular tolerance of contemporary electronic display devices. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina* 2018; 49:346–354
27. O’Hagan J, Khazova M, Price L. Low-energy light bulbs, computers, tablets and the blue light hazard. *Eye (Lond)* 2016; 30:230–233
28. Singh K. Acute effect of electromagnetic waves emitted from mobile phone on visual evoked potential in adult male: A preliminary study. *Indian J Physiol Pharmacol.* 2016;60:102–7
29. Balci M, Devrim E, Durak I. Effects of mobile phones on oxidant/antioxidant balance in cornea and lens of rats. *Curr Eye Res.* 2007; 32(1):21–25
30. Lee J, Kim S, Lee S, et al. Blue light-induced oxidative stress in human corneal epithelial cells: protective effects of ethanol extracts of various medicinal plant mixtures. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2014;55(7):4119–4127
31. Lee HS, Cui L, Li Y, et al. Influence of light emitting diode-derived blue light overexposure on mouse ocular surface. *PLoS One.* 2016;11(8):e0161041-10.1371/journal.pone.0161041
32. Huang, X., Gao, X., Gao, L., Ma, G., Zhang, J. Suspected macular light damage caused by excessive use of smartphone. *Chinese medical journal,* 2019, 132(16), 2013–2014
33. Alim-Marvasti, A., Mahroo, O., Barbur, J., Plant, G. "Transient smartphone blindness". *The New England journal of medicine,* 2016, 374(25), 2502-2504
34. Sathiamoorthi S, Wingerchuk D., Transient smartphone blindness:relevance to misdiagnosis in neurologic practice. *Neurology.* 2017;88:809–810
35. Irshad, F., Adhiyaman, V. Transient smartphone blindness. *Canadian Journal of Ophthalmology,* 2017, 52(3), e107-e108
36. Arunkumar, S., Sood, R. Transient Smartphone Blindness;“Jovial Darkness” *International Journal of Health Sciences and Research,* 2020, 10(7)130-131
37. Adhiyaman, V. Transient smartphone blindness. *TNOA Journal of Ophthalmic Science and Research,* 2017, 55(2), 15
38. Rondeau, M., Sagi, A.,Voetsch, B., Transient Smartphone Blindness: An Unusual Cause of Vision Loss in the 21st Century , 2019, P5. 3-068].
39. Hasan, C., Hasan, F., Shah, S., Transient smartphone blindness: precaution needed. *Cureus,* 2017, 9(10): e1796
40. Antona B, Barrio A, Gascó A, Pinar A, González-Pérez M, Puell M. Symptoms associated with reading from a smartphone in conditions of light and dark. *Appl Ergon.* 2018; 68:12–17
41. Ram M. Effect of smartphone activity over convergence insufficiency score before sleep. *J Peer Sci.* 2018;1:e1000002
42. Lee E, Kim H. Effect of Smartphone Use on Intraocular Pressure. *Sci Rep.* 2019; 9(1):18802
43. Shokoohi-Rad S, Ansari MR, Sabzi F, Saffari R, Rajaei P, Karimi F. Comparison of Intraocular Pressure Changes Due to Exposure to Mobile Phone Electromagnetics Radiations in Normal and Glaucoma Eye. *Middle East Afr J Ophthalmol.* 2020; 27(1):10-13

44. Yan L, Huibin L, Xuemin L. Accommodation-induced intraocular pressure changes in progressing myopes and emmetropes. *Eye (Lond)* 2014;28:1334–1340
45. McCrann S, Loughman J, Butler JS, Paudel N, Flitcroft DI. Smartphone use as a possible risk factor for myopia. *Clin Exp Optom*. 2020; doi: 10.1111/cxo.13092
46. Enthoven C, Polling J, Verzijden T, et al, Smartphone Use Associated with Refractive Error in Teenagers: The Myopia App Study. *Ophthalmology*. 2021 Dec;128(12):1681-1688
47. Robb MB, Bay W, Vennegaard T. The new normal: parents, teens, and digital devices in Japan. 2017
48. Wang, N., Min, J., Fan, X., et al, Proper rest during the long-time reading on smartphones may be a convenient and effective prevention strategy for DED and asthenopia, 2022
49. Wiryawan, A., Maharani, M., Kesoema, T., Prihatningtias, R., The Effect of Using Blue Light Filter Feature on Smartphones with Asthenopia Occurrence. *Diponegoro International Medical Journal*, 2021, 2(1), 30-35
50. Redondo B, Vera J, Ortega-Sánchez A, Molina R, Jiménez R. Effects of a blue-blocking screen filter on accommodative accuracy and visual discomfort. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2020 Nov;40(6):790-800
51. Palavets T, Rosenfield M. Blue-blocking Filters and Digital Eyestrain. *Optom Vis Sci*. 2019 Jan;96(1):48-54
52. Mou Y, Shen X, Yuan K, et al, Comparison of the influence of light between circularly polarized and linearly polarized smartphones on dry eye symptoms and asthenopia. *Clin Transl Sci*. 2022; 15(4):994-1002
53. Yuan K, Zhu H, Mou Y, et al, Effects on the Ocular Surface from Reading on Different Smartphone Screens: A Prospective Randomized Controlled Study. *Clin Transl Sci*. 2021, 14(3):829-836