

Az épületvilágítás szempontjai: a fény nem-vizuális hatásai

– Ann R. Webb –

Absztrakt

A fényt az elektromágneses spektrum azon részeként (380–780 nm) definiáljuk, amely látásérzetet kelt. Az épületeken belüli világítás – legyen az napfény, vagy mesterséges fény – megtervezése során a felhasználók megadott feladatok elvégzéséhez viszonyított szükségleteit veszik figyelembe, egy adott helyen. A napsugárzás és a spektrális teljesítmény függvényében azonban a mesterséges fény-sugárzásnak más élettani, és az emberi viselkedést befolyásoló hatásai is vannak. A kék fény hatással van a napi életritmusra, a hangulatra és a viselkedésre, rövidebb hullámhossz esetén, az ultraibolya (UV) tartományban a bőrt öregítő (photoaging) hatást és leégést ellensúlyozza a D-vitamin szintézisből származó nyereség.

2006 Elsevier B.V. All rights reserved.

Kulcsszavak: napfény; melatonin; cirkadián ritmus; ultraibolya, D vitamin; a bőr leégése.

1. Bevezetés

Az épületek, természetüknél fogva, mesterséges környezetet hoznak létre, amely eltérő a természetes, külső körülményektől. Védelmet biztosítanak a széltől és esőtől, a hideg és meleg szélsőségektől, továbbá gyakran képesek egy adott szinten tartani a hőmérsékletet és a páratartalmat is. Az épületekben világítást is találunk, ami pótolni igyekszik azt a fényt, amelyet az épület szerkezete fog el, és lehetővé teszi, hogy az épületet használók a nap bármely szakában végezhesék tevékenységeiket. Az épületek világításánál az elsődleges szempont általánosan a látás biztosítása, figyelembe véve a helyiség vagy épület funkcióját, használatát. Ugyanakkor a fénynek az egészségünkre, jólétünkre más hatásai is vannak, amelye-

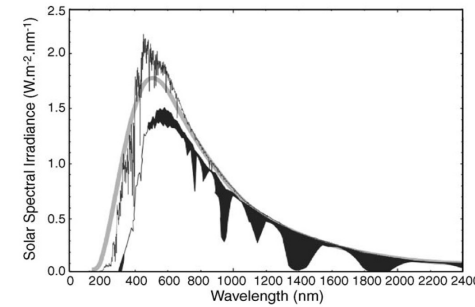
ket megérné figyelembe venni a napfény vagy épületvilágítás felhasználása során.

2. A napfény és a mesterséges megvilágítás spektrális jellemzői

A napfény forrása a Nap. A földön kívüli napsugárzás – amely az 5800 K színhőmérsékletű feketetest sugárzással közelíthető – módosul, ahogyan áthalad az atmoszférán, a legrövidebb hullámhosszú sugárzását elveszíti, így a Föld felszínén a spektrum az UVB-tartományban (280-315 nm) kezdődik. A többi hullámhossztartományban is van veszteség, különösen az infravörösben, amely a vízpára, a széndioxid és egyéb légköri összetevők jelenlétének következménye. Az 1. ábra egy tipikus felszíni napfény spektrumot mutat, amely az elektromágneses spektrum látható tartományban tetőzik (400-700 nm). Ez az a természetes sugárzó környezet, amelyben kifejlődöttünk, kifejlődött a látásunk, ami a leghatékonyabban a kék (400 nm) és vörös (700 nm) tartományok között működik, habár megfelelő körülmények fennállása esetén képes a rövidebb és a hosszabb infravörös sugarak érzékelésére is (2). A napsugárzás intenzitása és spektrális képe (különösen az UV) nagy változást mutat attól függően, hogy milyen tengerszint feletti magasságon, földrajzi koordinátán, évszakban vagy napszakban tapasztaljuk. A napsugárzás korántsem állandó, de a napfényes órák száma, valamint a napi eltérés az évszak és a földrajzi elhelyezkedés ismerete esetén jól behatárolható, előre jelezhető. Másodlagos hatótényezőként figyelembe kell vennünk az időjárást is, hiszen a felhők csökkentik a felszínt érő sugarak mennyiségét, jelleget ennek mértéke nem előre meghatározható és átmeneti.

Az épületvilágítás szempontjai: a fény nem-vizuális hatásai

A mesterséges fény sugárzása állandó, azt le- és felkapcsolhatjuk. Ugyanakkor jelentősen eltérő spektrális tulajdonságokkal rendelkezik, ha a napfényhez hasonlítjuk, hiszen létrehozásakor a jó vizuális teljesítmény és a gazdaságosság a mérvadó szempontok (3). A 2. ábra néhány tipikus beltéri fényforrás spektrumát mutatja: a wolfrámszálas izzólámpaé és a fénycsőé. Megfigyelhetjük, hogy az izzólámpa spektruma a vörös felé emelkedik, és jelentős infravörös teljesítményt ad le, míg a fénycső spektruma rövidebb hullámhosszon tetőzik, így az izzólámpa fényét lágyabbnak, sárgásabbnak érzékeljük, ha a fénycsőhöz hasonlítjuk.

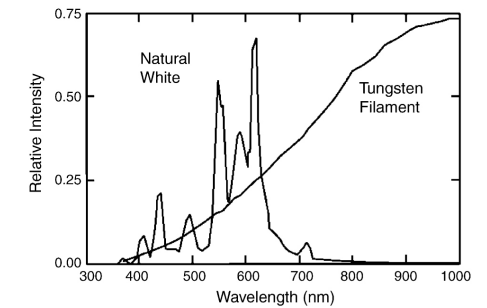


1. ábra: 5800K színhőmérsékletű hőmérsékleti sugárzás (szürke vonal), a föld légkörén kívüli napsugárzás (felső vonal) és földfelszíni napsugárzás derült égbolt esetén (alsó vonal). A kitöltött terület az atmoszférikus gázok elnyelését mutatja. Az intenzitás általános csökkenése a Rayleigh szórásnak köszönhető. Az adatok az [1] hivatkozásból származnak.

A fénycső spektrumát a lámpa belsejébe borító foszforvegyület összetételével lehet befolyásolni (4). Általában ezekkel a fényforrásokkal biztosítjuk a látáshoz szükséges fényt, és az elvégzendő feladatok ismeretében választhatunk közülük, vagy módosíthatjuk fényüket.

Ugyanakkor a fénynek vannak egyéb biológiai hatásai is, amelyek befolyásolják az emberi élettani folyamatokat, viselkedést és

hangulatot (5). A látásra optimalizált mesterséges fényforrások nincsenek tekintettel ezekre az egyéb, nem-vizuális hatásokra, habár a napfény jobb hasznosítása, vagy a természetes fény egyéb jótékony hatásainak elismerése jelentős jótéteményeket jelenthetne a felhasználók számára.



2. ábra: Wolfrámszálas izzólámpa és semleges fehér fénycső színképi teljesítményeloszlása. Az adatok a [4] hivatkozásból származnak.

3. A fény nem-vizuális hatásai

A mesterséges fényforrások alkalmazása előtti időkben az aktív munkavégzést nagyban meghatározta a napkelte és napnyugta ideje. A sötét periódusokat alváshoz használták, a világosakat pedig tevékenykedésre. A napi életfolyamataink nagy része még mindig ehhez a természetes világos-sötét ciklushoz igazodik. Ilyenek az alvás-ébrenlét, a hormonok termelődése, vagy a testhőmérsékletünk ingadozása. A szem az a kapu, amelyen át a fény belép a testbe, hogy a nem-vizuális hatásokat kiváltja, de nem a látvány továbbítására szolgáló rendszert használja a továbbjutásra (6). A nem-vizuális fény az SCN-eken (suprachiasmatic nuclei) keresztül fejt ki hatását, amelyek az agyalapi mirigyben helyezkednek el, és elsődlegesen felelősek a napi ritmus szabályozásáért. A központi idegrendszer nagy részével kapcsolatban állnak (7). Az egyik alapvető és sokat tanulmányozott terület az SCN és a tobozmirigy közötti összeköttetés. A tobozmirigy melatonint termel és bocsát ki, vála-

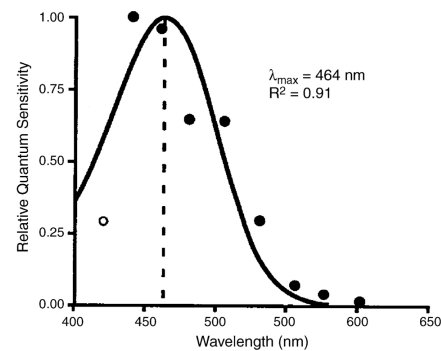
Az épületvilágítás szempontjai: a fény nem-vizuális hatásai

szul a külső fény és sötétség váltakozásra, sok melatonin termelve sötétben (éjjel) és keveset nappal (8). A melatonintermelés cirkadián ritmusa egy adott földrajzi elhelyezkedéshez alkalmazkodva állandósul. Jelentős változás a külső fény/sötétség ciklusban a cirkadián rendszer alkalmazkodását igényli, amely pár napot is igénybe vehet (egy általános példa erre a jet lag (hosszú repülőút esetén az időeltolódási probléma). Éjjel tapasztalt fény erőteljesen elnyomja a várt melatonintermelődést (9) mind emberek, mind más fajok esetében.

Mivel azt tapasztaljuk, hogy a fény jelentős nem-vizuális hatásokat vált ki, fontos megértenünk, hogy mely hullámhosszú fény felelős ezekért a hatásokért, valamint azt, hogy hogyan érzékeli ezeket a hullámhosszokat a szem – amely fotoreceptorokat használ erre. Elsőként a pálcikákra és csapokra gondolhatnánk, hiszen ezek aktívak a különféle fényérzékelési folyamatokban. A kutatások feltárták, hogy a pálcikákkal nem rendelkező egerek cirkadián ritmusa fennmaradt (10), később pedig, hogy a pálcikákkal és csapokkal sem rendelkező egerekre is hatással volt a fáziseltolódás, és el lehetett nyomni a melatonintermelésüket fény segítségével (11). Mi több, emberek esetében is elmarad a melatonintermelés, ha fénynek tesszük ki vakok (12) vagy színvakok szemét (13), amennyiben érintetlen az idegi kapcsolat a szemük és az SCN között. Ezek az eredmények azt sugallják, hogy a csapokon és pálcikákon kívül lennie kell még további fényérzékelő sejteknek az emberi szemben, a nem-vizuális ingerek számára. Új keletű kutatások beazonosították a melanopszint mint új fotoreceptort, egy fényérzékelő fehérjét (14-16), amely bizonyos retinális idegvégződésekben található rágcsálók, főemlősök és emberek rechehátyájában. Rágcsálók esetében a melanopszint tartalmazó ganglion sejtek reakciója a fényre megegyezett a melatonin-elnyomás és -alkalmazkodás folyamataival (17), valamint a sejtek saját hálózattal rendelkeztek, amelyek az SCN-ig terjedtek ki. Más

kutatások kimutatták, hogy a csapoknak és pálcikáknak is van hatása az SCN-re (18-19). Így a csapok, pálcikák és a melanopszint pontos hatása a cirkadián ciklusokra még további kérdéseket vet fel. Az új, nem vizuális fotoreceptor felfedezése azonban minden bizonnyal hozzájárul új világítási módszerek kidolgozásához, amelyek az egészségünket és jólétünket támogathatják.

Számos, a fény nem-vizuális hatásához kapcsolódó akció-spektrumot vizsgáltak mind emberi, mind állati kísérletekben. Valamennyi a 446 nm és 488 nm hullámhossz között tetőzött (6). A 3. ábra egy emberi akció-spektrumot mutat, amely képes a melatonin elnyomására. A csúcs 464 nm, a látható fény kék tartományában. Habár állatok és más cél esetén az akció-spektrum valamivel eltér ettől az értéktől, a kutatások abban megegyeznek, hogy a melanopszint leginkább a rövid hullámhosszú látható fényre érzékeny (6, 20). Ez azt sugallja, hogy a látásra optimalizált fény (a fotopos válasz tetőpontja 555 nm körül) nem feltétlenül hatásos nem-vizuális szempontokat figyelembe véve. Így a világítási környezetben való meghatározása, tehát a fényforrás színképi teljesítményeloszlásának súlyozása a fotopos körülmények közötti érzékenységi függvényrel – vagyis a vizuális hatások szerinti leírás – nem szolgáltat megfelelő eredményt a nem-vizuális hatások leírására.



3. ábra: A melatonin elnyomás hatásfüggvénye. Az adatok a [6] hivatkozásból származnak.

Az épületvilágítás szempontjai: a fény nem-vizuális hatásai

Nem biztos, hogy megfelelő a többi fényhatás tekintetében. Az emberi életfolyamatok és viselkedés fényvel történő befolyásolása még nem elsődleges szempont az általános épületvilágításban, de a modern élettel összefüggő speciális alkalmazások és betegségek kezelése érdekében kísérleteket folytattak ezzel.

4. A cirkadián ritmus eltolódásai

A több műszakban dolgozókat fenyegető egyik veszély a cirkadián ritmusuk összezavarodása, mind a valódi nappal-éjjel váltakozása, mind a folyton változó műszakokhoz való alkalmazkodás tekintetében. Az ipari országokban 20%-ra becsülik azon dolgozók számát, akik valamilyen módon érintettek a különböző műszakok alkalmazásában és ezek hátrányos hatását megtapasztalhatják (21). Ezek között szerepel bizonyítottan nagyobb esély balesetre, több szív-, és érrendszeri megbetegedés, emésztőszervi betegségek, valamint pszichológiai problémák. Azon nők között, akik éjjel fénynek vannak kitéve (köztük a több műszakban dolgozók), nagyobb a mell-, és vastagbél-rák kockázata is (22, 23). Számos kísérlet igazolta, hogy megtervezett időszakonként sugárzott fény és sötétség váltakozása segíthet az említett problémák fellépését megelőzni azáltal, hogy támogatja a dolgozók cirkadián rendszerét, így könnyebben alkalmazkodnak a műszakokhoz (24, 25). Ugyanakkor a megvilágítási fázisok alkalmazása nagyon összetett (26), a műszakok rendje, hossza és gyakorisága igen nagy eltérést mutat.

A „ragyogó” fény a legtöbb (27), de nem az összes (28) kísérletben élénkítő hatást keltett emberekben. Mind fiziológiai, mind viselkedésbeli változásokat megfigyeltek French és munkatársai (29), amikor 30 órás folyamatos műszakban dolgozó személyeket világítottak meg „ragyogó” fényvel (3000 lx, a szokásos 100 lx helyett). A szellemi és viselkedésbeli teljesítmények javultak és lényeges eltéréseket mértek a melatonin- és

kortizol-szintekben, valamint a testhőmérsékletben. Annak a kérdése, hogy a nappali teljesítmény is javul-e „ragyogó” megvilágítás esetén, már korábban megvizsgálásra került Noguchi és munkatársai által (30). Azt találták, hogy ha reggel 2 órán át és ebéd után 1 órán át „ragyogó” fényvel (2500 lx, 750 lx helyett) világítanak az irodában több héten keresztül, megnövekedett az éberség és jobb lett a hangulat, különösen a délutánok tekintetében. továbbá megnőtt az éjszakai melatonintermelés és lecsökkent az éjszakai testhőmérséklet, amely tényezők hozzájárulnak az alvás minőségének javításához.

Habár ez a munka kevés kísérleti személy bevonásával készült, így további vizsgálatok szükségesek, úgy tűnik, érdemes az irodai világítással kísérleteket folytatni a termelékenység és a dolgozók egészségének javítása érdekében. Érdemes megjegyeznünk: általában a napfényvel megvilágított munkahelyeken fordul elő, hogy a megvilágítás értéke időnként meghaladja a 2000 lx-ot (Nabil és Mardaljevic [31]). Ebből jól látható, hogy a napfényt érdemes felhasználni az épületek megvilágításában.

Sok ember – aki a munkája vagy szabadságának eltöltése végett utazik – tapasztalja meg az idő eltolódásból adódó kellemetlenségeket (jet lag). Az kontinensek közötti utazás esetén több időzóna rövid idő alatti átlépésekor a meglévő cirkadián ritmus felborul, amely az otthoni nappal és éjszaka váltakozásához alkalmazkodott. A testnek újra be kell állítani a biológiai órát. Ez a folyamat akár napokig is eltarthat, attól függően, hogy mennyi az idő különbség és milyen irányban mozdultunk el (a biológiai órát előre vagy hátra kell állítani) (32). Elméletben, ha megfelelő időben megvilágítjuk az utast, az segítheti az új helyhez való testi adaptációt. Az még vizsgálatok tárgya, hogy a gyakorlatban ezt hogyan lehet megvalósítani. Egy kísérlet során azt találták (33), hogy ha a Zürich és New York között utazókat 3 órán át kitétték „ragyogó” fehér fénynek (3000 lx) két es-

Az épületvilágítás szempontjai: a fény nem-vizuális hatásai

tén keresztül, a cirkadián ritmus adaptációja felgyorsult. Még nem bizonyított, hogy ezt az eljárást lehet-e általánosan is optimálisan használni. Sokkal különlegesebb kérdés az úrutazás során fellépő alvás-ébrenlét ritmus felborulása az asztronauták között. Hosszú távú úrutakon az éberség, koncentráció és teljesítmény csökkenése veszélyt jelenthet a repülés biztonságára nézve. Előzetes kísérletek a repülő és földi személyzet esetében is azt mutatták, hogy a fénykezelések segítettek a cirkadián alkalmazkodásában (34, 35). Napjainkban kutatások (36) folynak annak vizsgálatára, hogy hogyan lehet csökkenteni a cirkadián zavarokat az úrrepülések során a napfény felhasználásával, a lakóegységek megvilágítása, illetve az ablakok és árnyékolók használata által. A felmerülő problémák és talán a megoldás is nagyban hasonlítanak a több műszakban dolgozóknál tapasztaltakra.

5. A nappali fény évszakhoz kötött változásai

Az Egyenlítő-től távolodva a nappalok hossza nagymértékben változik az évszakok függvényében. A legszélsőségesebb példa: a sarkkörök tájékán vannak olyan időszakok, amikor a Nap nem kel fel hosszabb időn keresztül, illetve nyár derekán egyáltalán nem nyugszik le. Általánosságban nézve, a tél a hosszú éjszakák és a rövid nappalok időszaka, nyáron pedig a fordítottja jellemző. Ez azt jelenti, hogy a napi melatonin-ciklus az év során változik mind emberekben, mind pedig bizonyos állatokban: nyáron rövidebb ideig kerül kiválasztásra melatonin, mint télen (8, 37). A nappali világossággal összefüggő változó melatoninintermelést összefüggésbe hozzák a SAD rövidítésű depresszió-fajtaival, amely télen lép fel és nyáron megszűnik. A megfigyelések szerint a lakosság 0,4-9,7% közötti hányada mutatja a SAD tüneteit a hivatalosan kategorizált depressziósokon felül (38, 39). A betegség következő tünetekkel jár: rosszkedv, alacsony energiaszint, fáradtság, az érdeklődés és a kon-

centráció hiánya. Előfordul folyamatos alvási vagy főleg szénhidrátra irányuló evési vágy, amely súlyfelesleg kialakulásához vezet. A hosszabb éjszaka – mint kiváltó ok – indokolta a fényterápia alkalmazását a SAD esetében (37, 40). A kezelések hatásosnak bizonyultak, habár a mai napig nem tisztázott, hogy milyen módon. A kutatások tanúsága szerint a SAD esetén késés mutatkozik a melatoninintermelés beindulásában esténként, így azt feltételezik, hogy a cirkadián ciklus felborulása okozza a depressziót (41). Ha az érintettek reggel kaptak fényterápiát, a melatoninintermelés korábban indult be, ha este, akkor tovább nőtt a késés. E tapasztalatok alátámasztották a feltételezést (40, 42). A standard terápia során reggelként a páciens 30-60 percig 10000 lx megvilágításnak teszik ki fénycsöves világítással (42). A terápiára adott reakció személyenként változik, az időzítést szükséges személyre szabni. Különböző módszereket próbáltak ki a terápiára, például head set-eket és fénydobozokat alkalmaztak a megvilágításra.

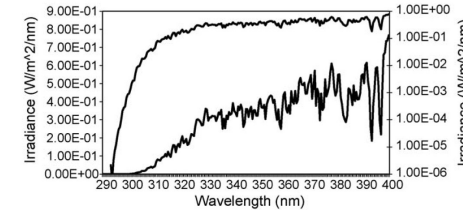
Az új fotoreceptor felfedezése és az akció-spektrum kékben való tetőzése azt sugallják, hogy a terápia sikeresebb lenne, ha kék fényt alkalmaznának. Egy friss klinikai vizsgálat (6) kék (468 nm) és piros (652 nm) LED-világítást hasonlított össze SAD-páciensek kezelése során. A depresszió 55%-ban javult a kék fény esetén, míg 31%-ban a pirosnál. A hullámhossz és a spektrum további módosítása tovább javíthatja az eredményeket, és a kékben gazdagabb fehér fény használata a normális látás biztosításával a kezelés alatt lehetővé tenné a napi tevékenységek végzését is a terápia során.

6. A látható fényen túl

Az 1. ábrán jól láthatjuk, hogy a napfény a látható tartományon kívüli sugárzást is tartalmaz. A napsugárzás körülbelül fele esik a látható tartományba. A többi ultraibolya (10%) és infravörös. Az infravörös sugárzást melegeként érzékeljük, értelmezhetjük a fény mellékhatásaként, különösen izzólámpák esetén (lásd

Az épületvilágítás szempontjai: a fény nem-vizuális hatásai

2. ábra). A fényt használják is fűtésre, például inkubátorokban vagy gyorsétermekben. Az ultraibolya felé eltolódva a sugárzás biológiai hatásai kevésbé jótékonyvá válnak. A naptól származó ultraibolya sugárzás az UVA- (315-400 nm) és az UVB- (280-315 nm) sugárzást jelenti. A légkörben található ózon kiszűri a rövidebb hullámhosszú sugarakat (4. ábra).

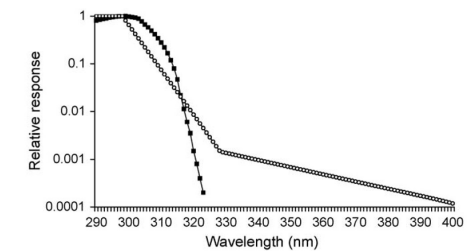


4. ábra: A napsugárzás színképi teljesítményeloszlása az UV tartományban egy szeptemberi napon délben, Dél-kelet Angliában. A jobb oldali skála és a felső görbe logaritmikus skála szerinti ábrázolás, a bal oldali skála és az alsó görbe lineáris skálázás szerint.

A túlzott UV-sugárzás legismertebb hatása a leégés (erythema). Ahogyan azt a CIE – leégéssel kapcsolatos – akció-spektrumán (43) láthatjuk (5. ábra), az UVB-sugarak ekkor a leghatékonyabbak a bőr károsításában, ugyanakkor az UVA-hullámhosszak is hozzájárulnak ehhez, és sokkal nagyobb arányban vannak jelen a napfényben, mint az UVB-sugarak. A leégés és a kumulatív napfénynek való kitettséget összefüggésbe hozzák a bőrrákokkal, beleértve a rosszindulatú malignantmelanomát is (44). Az UV-sugárzás egyéb, nemkívánatos hatásai a bőr öregítése, a DNS károsítása és a szem károsodásai, pl. szürkehályog (kumulatív hatás) vagy a hóvakság (45).

Ugyanakkor vannak az UV-sugárzásnak pozitív hatásai is. A legfontosabb a D-vitamin előállításában játszott szerepe (5. ábra) (46). Régóta ismert, hogy a D-vitamin nélkülözhetetlen a kalcium-metabolizmusunkhoz, így az egészséges csontozathoz is (47). Újabb kutatások megmutatták, hogy a D-vitaminnak más fontos szerepei is vannak: bizonyos rákfajták (vastag-

bél-, mell- és prosztata-) kialakulását gátolja (48-50), csökkenti a vérnyomást (51), és valószínűsíthető, hogy bizonyos autoimmun betegségek kialakulását is gátolja, például a sclerosis multiplexet (52) vagy az 1. típusú cukorbetegséget (53). A felsorakoztatott bizonyítékok alapján jelenleg folyik az ajánlott D-vitamin bevitel mértékének felülvizsgálata (54). Mivel a lakosság nagy része inkább a napfényből jut hozzá a D-vitaminhoz, és nem étrendkiegészítőkből, valószínűleg több időt lesz kívánatos a napon tölteni, mint eddig gondoltuk.



5. ábra: CIE bőr leégésre vonatkozó hatásfüggvény (nyitott körök) [42] és a D3 pre-vitamin képződésének hatásfüggvénye az emberi bőrben (négyzetek) [45] hivatkozás alapján és extrapolált értékek 315 nm felett.

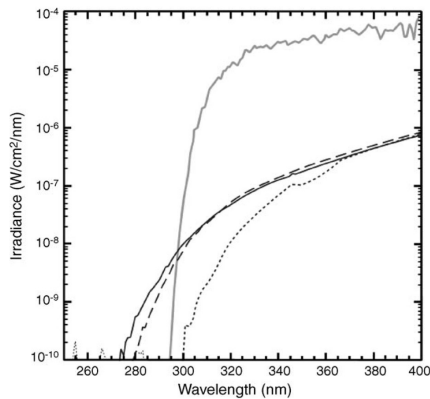
Az épületeken belüli természetes és mesterséges fény UV-tartalma elhanyagolható. A szokványos ablaküveg a látható fényt átterszti, de az UV-sugarakat sokkal kisebb mértékben, habár az áttersztés mértéke nagyban függ az üveg fajtájától és a rajta alkalmazott bevonatoktól. Ha közvetlenül az ablak előtt ülünk, valamennyi UVA-sugárzás érhet minket, de beljebb a szobákban már elhanyagolható ez a hatás. Általában az épületeken belül biztonságban vagyunk az UV-sugarak ellen.

A mesterséges fényforrások esetén ritkán gondolunk arra, hogy UV-sugárforrások lehetnek, azonban a 2. ábrán láthatjuk, hogy valamennyi UV-sugárzást kibocsátanak a szokványos fényforrások is. A kvarc-halogénlámpák esetén szükség van a fény szűrésére a káros sugarak távoltartása céljából (55, 56). Sayre és munkatársai (57) megvizsgálták egy sor – ház-

Az épületvilágítás szempontjai: a fény nem-vizuális hatásai

tartásban használt – fényforrást takarás nélkül, 20 cm távolságból (vagyis sokkal közelebről, mint amennyire azokat valójában megközelítjük) és kicsi, de mérhető mennyiségű UVA- és UVB- sugárzást mértek a legtöbb fényforrás esetében – beleértve az izzólámpákat és fénycsöveket (6. ábra), valamint a halogén izzólámpákat is. Néhány esetben a rövid hullámhosszú sugárzás erősebb volt, mint napfény esetén (7. ábra). A vizsgálatot xeroderma pigmentosum betegek körében végezték (rendkívül érzékenyek az UV-sugárzásra), számukra kerestek biztonságos fényforrásokat. A szerzők megállapítják, hogy bár a vizsgált csoportra kockázatot jelenthetnek a szokásos háztartási fényforrások, az átlag felhasználó számára nem veszélyesek. Valójában a közönséges fényforrások – megfelelő használat mellett – sem jótékony (D-vitamin), sem káros (leégés, bőrrák) hatással nem rendelkeznek az átlagos fogyasztóra.

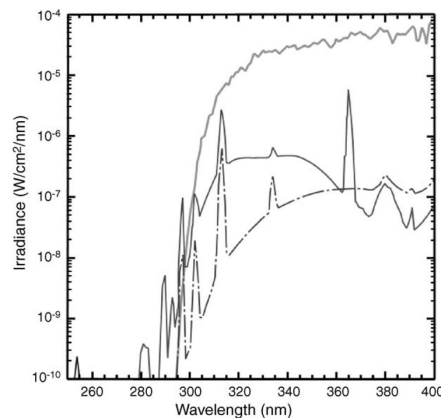
A 6. és 7. ábrán láthatjuk, hogy a 300 nm-nél nagyobb hullámhosszú napfény a lámpákhoz képest 2-3 nagyságrenddel nagyobb sugárzást jelent.



6. ábra: A napsugárzás és izzólámpák összehasonlítása. A referencia napsugárzás színeképi eloszlása (vastag szürke vonal), ASTM G173-03 AM 1.5; a lámpák típusa: 60W teljesítményű (—) Wal-Mart Great Value Soft White, (- -) GE crystal clear brilliant decorative és (. . .) GE Reveal. Az adatok az [56] hivatkozásból származnak.

Rövidebb hullámhossznál a sugárzás amúgy is nagyon gyenge, és szokásos használat mellett lényegesen kisebb is lenne, hiszen a lámpa és a bőr közötti távolság általában sokkal több a vizsgált 20 cm-nél.

Ha tekintetbe vesszük az UV-sugárzás pozitív és negatív hatásait, tanácsos a jelenlegi világítási megoldások használata. Az UVB-sugárzó lámpákat abban az esetben lehetne felhasználni, ha idős, helyhez kötött emberekről van szó, akik még a minimális napfényhez sem tudnak hozzájutni, amely szükséges a D-vitamin szintéziséhez. Kérdés, hogy ha általános világításként vezetnék ezt be az érintett pácienseknél, a világítás nem jelentene-e veszélyt az idősekre gondot viselő személyzetre vagy ápolókra.



7. ábra: A napsugárzás és fénycsövek összehasonlítása. A referencia napsugárzás színeképi eloszlása (vastag szürke vonal), ASTM G173-03 AM 1.5; a lámpák hatása 20 cm távolságból mérve, (—) Philips T8 F32T8/TL741 fénycső és (- -) Damar Energy Saving Daylight 6400 K kompakt fénycső. Az adatok az [56] hivatkozásból származnak.

A D-vitamin előállítása mesterséges fényvel nem csak az időseknek egy esetleges lehetőség, hanem a sarkkörökhöz közel élő lakosság számára is, ahol hó-

Az épületvilágítás szempontjai: a fény nem-vizuális hatásai

napokig nem jutnak hozzá a szükséges napfényhez, annak UVB-sugárzásához (58, 59). Ugyanakkor alaposan elő kell készíteni ezeket a kezeléseket azért, hogy a jótékony hatásokat maximalizáljuk, és a negatívokat minimalizáljuk. A napfény esetében igen kis idő elegendő a megfelelő időszakban a D-vitamin előállításához. Ez a dózis sokkal kisebb, mint ami bőrleégést okozhat (54, 60). Ugyanígy, a mesterséges fényenél is hasonló hatást kell elérni.

7. Összefoglalás

A napfénynek, napsugárzásnak számos hatása van az emberekre. A látás elősegítésén kívül befolyásolja a hormonkiválasztás cirkadián ritmusát, valamint a testhőmérséklet ingadozását, az alvás/ébredés függvényében. Hatással van az éberségre, a hangulatra és a viselkedésre is (részletek: pl. [6]l-ben). E ritmusok felborulásának tünetei az átmeneti jet lag-tól a súlyos depresszióig terjedhetnek. A látást és a cirkadián ciklust a szemben lévő három fotoreceptor mediálja. A bőrre szintén hatással van a sugárzás: D-vitamin előállításában játszik szerepet, amely nélkülözhetetlen a kalcium-metabolizmusunkhoz, az egészséges csontokhoz és egy sor egyéb szükségletünkhöz. A napfény túlzott bőroregedést is előidézhet, amelynek szélsőséges példája a leégés, vagy a bőrrákra való megnövekedett esély. A nem-vizuális hatások akció-spektruma különbözik a vizuálisokétól. A hangulatra leginkább a kék fény van hatással, a bőrre pedig az UV-sugárzás. Így az incidencia-spektrum fotopos súlyozással való alkalmazása a világítás megtervezése során (pl. megvilágításmérő használata) nem garantálja a nem-vizuális sugárzás hatékony kihasználását. A napfény természeténél fogva gazdag a rövid hullámhosszú sugárzásban (kék fény), amely szabályozza a cirkadián rendszert, tehát az épületek napfényvel való megvi-

lágítására való visszatérés energiahatékony módon biztosítaná a látás túlsúlyú világítási rendszerek kiegyensúlyozását. A napfény megnövelt használata mellett a gondosan megtervezett mesterséges világítás lehetőséget biztosíthatna mind az egészségmegőrzés, mind a biztonság és termelékenység növelésének területén. Ugyanakkor a környezetben előforduló sugárzás teljes spektrumát szükséges vizsgálni, valamint különbséget kell tenni klinikai-terápiás (például biológiailag hatásos UV-sugárzás használata) és az általános felhasználások között. Például a nappali világítással fokozható a munkavállalók munka közbeni ébersége, időközönkénti „ragyogó” megvilágítással, ugyanakkor ez nem gyógyítja a SAD tüneteit, hiszen a kezeléshez több fény és más időzítés szükséges.

Köszönetnyilvánítás

Szeretném köszönetemet kifejezni George Brainard professzornak, amiért hozzájárult munkáinak e cikkben történő kimerítő felhasználáshoz, különösen a [6] cikkért, valamint Jamie Druitt-nak a cikkben előforduló ábrák többségéért.

Köszönet illeti a CIE (International Lighting Commission) 6. divízióját, melynek 2004 szeptemberi Fény és Egészség Szimpóziuma jelen kézirat alapja.

School of Earth Atmospheric and Environmental Sciences, University of Manchester, Sackville Street Building, P.O. Box 88, Sackville Street, Manchester M60 1QD, UK