

Systematická rešerše vlivu světelné expozice na lidský cirkadiánní rytmus

Světlo je pro život nezbytné a umělé světlo je nezbytnost v moderní společnosti. Poskytuje osvětlení, když přirozené světlo není k dispozici a umožňuje mnoho činností po setmění. Zlepšuje viditelnost pod střešou i mimo ni, a tak zvyšuje lidskou bezpečnost a komfort. **Záměrem užívání umělého světla je to, aby člověku přinášelo výhody, rostou však obavy z možných následků pro naše zdraví a životní prostředí - mnoho studií naznačuje, že špatné vystavení světlu narušuje cirkadiánní rytmus a může mít i další zdravotní důsledky.** Bylo aplikováno mnoho metod v mnoha individuálních experimentálních studiích o světlem vyvolaných dopadech na cirkadiánní rytmus.

Je třeba provést systematizovanou rešerši a sloučit výsledky jednotlivých studií. Co víc, průzkum vědeckých záznamů o dopadech světla na lidský rytmus je potřebný pro vypracování metody k vyhodnocování světelného znečištění - t. j. negativní dopady umělého osvětlení v posuzování životního cyklu. **Metoda posuzování životního cyklu (Life cycle assesment = LCA) je nástroj pro systematické vyhodnocování potenciálních dopadů - zahrnujících i dopady na lidské zdraví - jakéhokoli druhu produktového systému nebo procesu na životní prostředí.** Nicméně předcházející LCA lamp a osvětlení nezahrnovaly dopad světla, ale soustředily se na dopad jiných energetických a materiálních proudění způsobujících množství environmentálních problémů, jako třeba globální oteplování, narušování ozonové vrstvy, vyčerpávání zdrojů či toxicita. Protože současná praxe LCA postrádá metodu k vyhodnocení dopadů světelného znečištění uznalo se, že je třeba ji vyvinout. K tomu je potřeba vyhodnotit vědeckou evidenci o negativních dopadech umělého světla na životní prostředí. Dopady na lidské zdraví jsou velmi komplexní téma, ale existují předběžné náznaky souvislosti mezi vážnými zdravotními problémy a světelným znečištěním zejména prostřednictvím narušení cirkadiánního rytmu a ohrožení vylučování melatoninu jako jeho markeru. Doposud však nikdo žádnou systematickou rešerši vlivu světla na cirkadiánní rytmus neprovedl, proto vznikla tato literární rešerše.

U lidí je zrakem detekována nevizuální informace o světle. Nevizuální podnět je detekován fotocitlivými gangliovými buňkami (ipRGCs), které obsahují melanopsin, stejně jako polyptid aktivující hypofyzární adenylátcyklázu, a přenášen přímo do supraschiazmatického jádra (SCJ) hypotalamu. SCJ funguje jako cirkadiánní hodiny, které organizují denně se opakující fyziologické funkce, jako jsou sekrece hormonů (melatonin, kortizol) a tělesná teplota. Cirkadiánní hodiny jsou synchronizovány přechody světla a tmy vnímané očima, ale změnou ve vzorcích střídání světla a tmy způsobenou umělým osvětlením, zejména v noci, může dojít k jejich narušení. K detekci nevizuálního stimulu je třeba vyšší úroveň světla. Reakce na detekci nevizuálního světelného stimulu ovlivňují také intenzita, spektrum a doba trvání expozice.

Cirkadiánní rytmus lze určit měřením hladin melatoninu. Melatonin je hormon, který lidskému tělu říká, že přichází noc. Sekrece melatoninu je vysoká v noci (ve tmě) a nízká během dne. Úroveň sekrece melatoninu v noci není u všech lidí stejná, závisí na věku a pohlaví. Vystavení světlu večer a v noci může potlačit a zdržet normální sekreci melatoninu (posun fází). Vliv vystavení světlu na fáze cirkadiánního rytmu melatoninu je znázorněn křivkou PRC (phase-response curve) indikující magnitudu a směr fázového posunu.

Kromě sekrece melatoninu ovlivňuje vystavení světlu i cyklus spánku a bdělosti. To znamená, že tak jako je načasování REM (rapid eye movement) fáze spánku kontrolováno cirkadiánními hodinami, může být narušení cirkadiánního rytmu detekováno měřením parametrů REM spánku s EEG.

Tato literární rešerše byla prováděna pomocí konceptuální organizace, která rozdělila hledání do konceptů (namísto např. historické či metodologické organizace). **Dva hlavní koncepty, na které se rešerše zaměřuje jsou „světlo“ a „cirkadiánní rytmus“.** Hledané výrazy, vztahující se ke

světlu byly „světelná expozice“ a „umělé světlo“ a termíny vztahující se k cirkadiánnímu rytmu byly „cirkadiánní“, „melatonin“ a „REM spánek“. Tyto termíny byly vyhledávány v názvech, abstraktech a klíčových slovech. Prohledávaná literatura byla získávána ze 4 databází: PubMed, Scopus, ProQuest a Web of Science. Aby byla práce zařazena do rešerše musela splňovat určité podmínky. Vzhledem k velkému množství prací a jejich velké variabilitě stran kvality, metod a detailů světelné expozice byly zavedeny další kvalitativní kritéria, která vyseletovala práce nejvyšší kvality pro podrobnější analýzu. Tato kritéria byla následující: 1) minimální počet zúčastněných subjektů – 20; 2) uvedení spektrální charakteristiky světelné expozice; 3) uvedení úrovně světelné expozice v iluminanci, iradianci a hustotě fotonů. Tato kritéria vyseletovala 15 prací.

Práce nás ve výsledcích seznamuje s doplňkovými materiály. Právě tam se totiž nacházejí získaná data ze 128 prací. Sekreci melatoninu se věnuje 122 prací a REM spánku 13. Studie byly prováděny převážně na dospělých ve věku mezi 20-40 lety a jen velmi málo studií využívalo jako subjekty děti či starší osoby. Překvapivě mnoho studií bylo prováděno na velmi malém vzorku subjektů. Ze 128 studií pracovalo 39 s 10 a méně subjekty. Sebraná data ze všech 128 prací v doplňkových materiálech obsahují informace o množství, pohlaví a věku testovaných subjektů, intenzitu, trvání, spektrální charakteristiku a typ lampy světelné expozice, bod měření úrovně světla, lokaci, typ melatoninových vzorků a poskytnuté parametry REM spánku. Doplňkový materiál 1 (DM1) obsahuje 101 prací se specifickou záměrně vytvořenou světelnou expozicí probíhající většinou v kontrolovaném laboratorním prostředí. Doplňkový materiál 2 (DM2) uvádí soupis dat sebraných z 21 studií porovnávajících běžné světelné podmínky typické pro domácí či pracovní prostředí s těmi záměrně vytvořenými (DM1). Doplňkový materiál 3 (DM3) předkládá detaily 13 studií parametrů REM spánku. Článek obsahuje tabulku, která shrnuje detaily 15 prací, které byly vyselektovány kritérii kvality. Každá z prací je zde blíže představena i se svými hlavními výstupy:

- **Dvouhodinové vystavení modrému světlu (460nm) večer, potlačuje produkci melatoninu. Nejvyššího efektu potlačení melatoninu bylo dosaženo při nejkratších vlnách (424nm, fialové světlo). Hladina melatoninu se obnovila poměrně rychle, 15 minut po skončení expozice, což naznačuje krátkodobý nebo simultánní dopad světelné expozice na sekreci melatoninu. Sekrece u potlačení produkce melatoninu se s věkem snižovala, ale světlem indukovaný postup cirkadiánních fází s věkem narušen nebyl.**
- **Světelná expozice večer, v noci a ráno ovlivňovala cirkadiánní fáze hladiny melatoninu. Navíc, i ty nejdelší vlnové délky (631 nm, červené světlo) a přerušovaná světelná expozice vyvolaly cirkadiánní resetovací reakce a vystavení nízké světelné úrovni (5-10 lux) v noci při spánku vyvolalo cirkadiánní reakci.**
- **Abychom se vyhnuli nežádoucím změnám v cirkadiánních fázích či nočním spánku měla by být světelná expozice pod kontrolou, a to jak večer, v noci tak v ranních hodinách.**

Využitelné výstupy:

V současné sbírce dat byly identifikovány limity, to je dáno nekonzistentností uváděných informací ve zkoumaných studiích. Za prvé – informace o pozici subjektu v okamžiku odebrání vzorku melatoninu nebyla zaznamenávána. Za druhé – časové zasazení pokusů do průběhu roku také nebylo zapsáno. To může ovlivnit adaptaci subjektů na vyšší úrovně osvětlení, protože nebylo bráno v úvahu roční období a proměnlivost světla v průběhu ročních období ovlivňuje vzorek melatoninu v plasmatu. Za třetí – práce neobsahují ani informaci o menstruačních cyklech subjektů či užívání

antikoncepce, která zvyšuje množství melatoninu v noci. Za čtvrté – chybí informace o tom, v jakém časovém úseku studie probíhaly.

V závěru **autoři literární rešerši doporučují využít k tvorbě metodologie vyhodnocení světelného znečištění pro posuzování životního cyklu, a to v součinnosti s environmentálními dopady a dopady energetického a materiálního proudění, aby mohla být posouzena udržitelnost osvětlovacích produktů v širším kontextu.** Narušení cirkadiánního rytmu může mít následky na lidské zdraví a ty by měly být vyhodnoceny.

Zdroj: Tahkamo L., Partonen T., Pesonen A.-K. (2019) Systematic review of light exposure impact on human circadian rhythm, *Chronobiology International*, 36, 2. 151-170 pp.

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/07420528.2018.1527773>

Zadal: Alena Peltanová (překlad Božena Ševčíková)

URL zdroje: <http://forumochranyprirody.cz/systematicka-reserse-vlivu-svetelne-expozice-na-lidsky-cirkadianni-rytmus>