

CO NA TO VĚDA: Využití fotobiomodulace v péči o pokožku během letních měsíců

Po tisíce let lidé chápali, že sluneční světlo má důležitý a významný vliv na lidské zdraví a nemoci. Sluneční světlo se skládá ze tří hlavních vlnových délek: viditelného světla (vlnové délky 400–800 nm), UV záření (vlnová délka 100–400 nm) a infračerveného záření (vlnové délky > 800 nm). Vlnové délky UV záření se dále dělí do tří hlavních kategorií: UVA (315–400 nm) a UVB (280–315 nm), které tvoří 95 %, respektive 5 % UV záření, které dosahuje zemského povrchu; a UVC (100–280 nm), kterému v dosažení zemského povrchu brání ozonová vrstva [1]. UVA záření může proniknout mnohem hlouběji do epidermis než UVB záření, přičemž <10 % UVB záření dosáhne bazální germinální vrstvy ve srovnání s >20 % UVA záření [2]. Množství slunečního UV záření, které dosáhne zemského povrchu v daném místě a čase, je ovlivněno řadou faktorů, včetně: denní doba, roční období, zeměpisná šířka, nadmořská výška, oblačnost a typ povrchu [3].

Fotobiomodulace jako systémový buněčný štít během letních měsíců

Příprava kůže na sluneční záření pomocí fotobiomodulace, především pomocí blízkého infračerveného světla (NIR) je fascinující proces, který funguje na čistě buněčné a biochemické úrovni. Na rozdíl od klasických SPF krémů, které UV paprsky odrážejí nebo absorbují na povrchu kůže, infračervené světlo připravuje buňky zevnitř. Vytváří takzvaný systémový buněčný štít, který dramaticky zvyšuje přirozenou odolnost tkáně vůči následnému oxidačnímu stresu.

Cílená aplikace červeného (RED) a blízkého infračerveného (NIR) spektra představuje v letních měsících vysoce efektivní nástroj pro buněčnou protekci, udržení strukturální integrity kůže a urychlení systémové regenerace. Klíčovým pilířem je příprava kůže na solární zátěž a prevence UV poškození. Ranní expozice NIR záření funguje jako fotopreventivní štít, který v mitochondriích stimuluje expresi endogenních antioxidantů a proteinů tepelného šoku, čímž prokazatelně zvyšuje toleranci kůže vůči ultrafialovému záření a minimalizuje riziko erytému. V případě již vzniklého solárního stresu nastupuje fáze postexpoziční reparace (Photo-repair), kdy červené vlnové délky (cca 630–660 nm) aktivně tlumí zánětlivé kaskády, urychlují hojení erytému a zároveň inhibují destruktivní metaloproteinázy [4]. Tím efektivně potlačují fotoaging (předčasné stárnutí) vyvolaný UV zářením a stimuluji fibroblasty k syntéze nového kolagenu [5]. Bylo prokázáno, že využití netermální LED terapie (konkrétně 660 nm), stimuluje mitochondriální receptor cytochrom c oxidázu [6]. Což vede ke zvýšení ATP, normalizaci buněčné aktivity, zvýšení produkce kolagenu a snížení MMP-1 [7].

Klinickými výzkumy bylo prokázáno, že kombinace nízkourovňového červeného a blízkého infračerveného světla účinně stimuluje tvorbu kolagenu a elastinu, což přináší prokazatelné anti-ageing benefity. Ve studii publikované roku 2021 bylo zjištěno, že ošetření buněčných kultur lidských fibroblastů kombinací nízkého červeného a blízkého infračerveného světla významně zvyšuje expresi genů LOXL1, ELN a COL1A1 a COL3A1, stejně tak syntézu proteinů prokolagenu typu I a elastinu. Ošetření explantátů lidské kůže kombinací nízkého červeného a blízkého infračerveného světla podobně indukovalo významné zvýšení exprese stejných genů, tvorbu kolagenu typu III a elastických vláken a jejich zesíťování. Produkce ATP byla v lidských dermálních fibroblastech zvýšena po ošetření kombinací červeného a blízkého infračerveného světla [8].

Využití fotobiomodulace pro ošetření spálené pokožky

Klinické studie ukazují, že fotobiomodulace s využitím nízkourovňového červeného (600–700 nm) a blízkého infračerveného (700–1100 nm) světla urychluje hojení spálenin způsobené sluncem a popálenin tím, že snižuje zánět, poškození buněk a bolest. Zatímco při běžné regeneraci se červené a infračervené světlo kombinují, u čerstvého spálení je lepší s infračerveným světlem šetřit nebo ho dočasně vypnout. Blízké infračervené světlo proniká mnohem hlouběji (do svalů a kloubů) a mírně tkáň prohřívá. Spálená kůže je však už sama o sobě plná horkosti a v akutním tepelném šoku. V prvních hodinách po spálení je proto cílem kůži chladit a zklidňovat, čisté červené světlo (které teplo negeneruje) je v této fázi bezpečnější [9,10].

Červené světlo efektivně podporuje regeneraci pokožky prostřednictvím tří hlavních mechanismů. Prvním z nich je rychlé tlumení zánětu, kdy světlo působí v kožních buňkách, snižuje hladinu zánětlivých cytokinů a tím výrazně zmírňuje otok, horkost i pulzující bolest. Druhým klíčovým efektem je zrychlení buněčné opravy, při němž dochází ke stimulaci mitochondrií k vyšší produkci ATP, buňky tak získávají dostatek energie na okamžitou opravu poškozených struktur a DNA. V neposlední řadě červené světlo zajišťuje podporu tvorby kolagenu tím, že aktivuje fibroblasty k produkci nových kolagenových vláken, což účinně opravuje škody způsobené UV zářením, minimalizuje následné loupání kůže a pomáhá tkáni regenerovat bez vzniku jizev [4,11].

Při aplikaci fotobiomodulace na spálenou pokožku se doporučuje zvolit nastavení, které umožňuje zapnout výhradně červené spektrum (RED) bez blízkého infračerveného světla (NIR), čímž se zcela eliminuje riziko nežádoucích pigmentových změn vyvolaných teplem. Z hlediska vzdálenosti je vhodné udržovat mírný odstup od panelu, aby na kůži nebylo cítit žádné sálavé teplo, přičemž pro optimální buněčnou stimulaci bohatě stačí krátká, přesně cílená aplikace.

Podpora regenerace při letních sportech

Fotobiomodulace (PBMT) funguje u sportovců jako účinný nástroj s duálním efektem, který prostřednictvím specifických vlnových délek červeného (cca 660 nm) a blízkého infračerveného světla (cca 850 nm) přímo moduluje buněčnou bioenergetiku. Při aplikaci před výkonem dochází k absorpci fotonů enzymem cytochrom c oxidáza v mitochondriích, což stimuluje uvolňování oxidu dusnatého, rozšiřuje cévy a masivně zvyšuje produkci adenosintrifosfátu (ATP), tím se svaly optimálně okysličují, zvyšuje se čas do vyčerpání.

V potréinkové fázi naopak fotobiomodulace akceleruje regeneraci kosterního svalstva tím, že výrazně snižuje hladiny prozánětlivých cytokinů (např. IL-1 β , IL-6, TNF- α), čímž minimalizuje opožděnou svalovou bolest. Hluboká penetrace infračervených fotonů navíc stimuluje proliferaci buněk nezbytných pro reparaci mikrotraumat svalových vláken a urychluje odvádění metabolitů z tkání, včetně laktátu [12].

Závěr:

Fotobiomodulace je postup, který využívá světlo k modulaci buněčných funkcí a biologických procesů. V posledních desetiletích si fotobiomodulace získala značnou pozornost díky svému potenciálu v různých lékařských aplikacích díky své neinvazivní povaze a minimálním vedlejším účinkům. Využití fotobiomodulace během letních měsíců má obrovský význam, i když je venku slunce zdánlivě dostatek. Přirozené sluneční světlo a cílená fototerapie se totiž skvěle doplňují.

Ranní příprava kůže pomocí blízkého infračerveného světla (NIR) funguje jako biologický ochranný štít, který aktivuje hluboké buněčné mechanismy ještě před samotným dopadem UV záření. Absorbované fotony NIR světla pronikají do dermis i epidermis, kde v mitochondriích uvolňují enzym cytochrom c oxidázu z blokády oxidem dusnatým. Tento proces vede k rozšíření cév, zlepšení mikrocirkulace a především k masivní produkci buněčné energie ve formě ATP. Současně buňky reagují na NIR světlo lokální syntézou mitochondriálního melatoninu, jenž je extrémně silným antioxidantem připraveným neutralizovat budoucí volné radikály (ROS). Jemný, kontrolovaný mikrostress navíc stimuluje tvorbu proteinů tepelného šoku, které jako ochránci hlídají a opravují strukturu ostatních bílkovin, zatímco modulace transkripčního faktoru NF- κ B potlačuje budoucí zánětlivé reakce, čímž se předchází bolestivému zarudnutí a spálení pokožky.

Pokud již k expozici slunečnímu záření došlo, fotobiomodulace výrazně urychluje následné reparační procesy a minimalizuje škody na buněčné úrovni. Dodáním nárazové vlny ATP poskytuje světelná terapie buňkám potřebnou energii pro rychlou aktivaci opravných enzymů, které okamžitě zacelují trhliny v řetězcích DNA a předcházejí mutacím či odumírání buněk. PBM navíc účinně zastavuje takzvanou „oxidační bouři“ destruktivní temnou reakci volných radikálů, která v tkáni běžně pokračuje i hodiny po odchodu ze slunce. Stimulací antioxidantních enzymů, jako je superoxid dismutáza a potlačením aktivity prozánětlivého enzymu COX-2 dochází k rychlému ústupu otoku, napětí a bolesti poškozené pokožky.

V hlubších vrstvách kůže fotobiomodulace zásadním způsobem chrání dermální matrix před předčasným stárnutím a stimuluje celkovou regeneraci tkáně. Účinně tlumí aktivitu destruktivních enzymů MMP, které pod vlivem UV záření fungují jako nůžky stříhající kolagenová a elastinová vlákna. Zároveň vysílá přímý signál fibroblastům k resyntéze nového, zdravého kolagenu typu I, čímž kompenzuje ztráty způsobené sluncem a předchází tvorbě vrásek. Celý proces obnovy završuje pozitivní vliv na kožní kmenové buňky, které světelná stimulace podněcuje k rychlejšímu dělení a migraci do poškozených míst, díky čemuž se pokožka hojí až o polovinu rychleji a regeneruje se bez následného bolestivého loupání.

V neposlední řadě nachází PBM uplatnění při akceleraci zotavení po letních sportovních aktivitách. Hluboká penetrace NIR vlnových délek (cca 810–850 nm) do muskuloskeletálního aparátu prokazatelně stimuluje mikrocirkulaci, optimalizuje buněčný metabolismus, urychluje odbourávání metabolitů a významně redukuje pozátěžovou svalovou bolestivost prostřednictvím rychlé reparace mikrotraumat ve svalové tkáni.

Zdroje:

1. Van der Leun J.C. The ozone layer. *Photodermatol. Photoimmunol. Photomed.* 2004;20:159–162. doi: 10.1111/j.1600-0781.2004.00091.x. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15238092/>
2. Agar N.S., Halliday G.M., Barnetson R.S., Ananthaswamy H.N., Wheeler M., Jones A.M. The basal layer in human squamous tumors harbors more UVA than UVB fingerprint mutations: A role for UVA in human skin carcinogenesis. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2004;101:4954–4959. doi: 10.1073/pnas.0401141101. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15041750/>
3. Lucas R.M., Norval M., Neale R.E., Young A.R., de Gruijl F.R., Takizawa Y., van der Leun J.C. The consequences for human health of stratospheric ozone depletion in association with other environmental factors. *Photochem. Photobiol. Sci.* 2015;14:53–87. doi: 10.1039/C4PP90033B. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25383760/>
4. Hernández-Bule ML, Naharro-Rodríguez J, Bacci S, Fernández-Guarino M. Unlocking the Power of Light on the Skin: A Comprehensive Review on Photobiomodulation. *Int J Mol Sci.* 2024 Apr 19;25(8):4483. doi: 10.3390/ijms25084483. PMID: 38674067; PMCID: PMC11049838. Zdroj: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11049838/>
5. Wunsch A, Matuschka K. A controlled trial to determine the efficacy of red and near infrared light treatment in patient satisfaction, reduction of fine lines, wrinkles, skin roughness, and intradermal collagen density increase. *Photomed Laser Surg.* 2014 Feb;32(2):93-100. doi: 10.1089/pho.2013.3616. Epub 2013 Nov 28. PMID: 24286286; PMCID: PMC3926176. Zdroj: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3926176/>
6. Wong-Riley MT, Liang HL, Eells JT, Chance B, Henry MM, Buchmann E, Kane M, Whelan HT. Photobiomodulation directly benefits primary neurons functionally inactivated by toxins: role of cytochrome c oxidase. *J Biol Chem.* 2005 Feb 11;280(6):4761-71. doi: 10.1074/jbc.M409650200. Epub 2004 Nov 22. PMID: 15557336. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15557336/>
7. Barolet D, Roberge CJ, Auger FA, Boucher A, Germain L. Regulation of skin collagen metabolism in vitro using a pulsed 660 nm LED light source: clinical correlation with a single-blinded study. *J Invest Dermatol.* 2009 Dec;129(12):2751-9. doi: 10.1038/jid.2009.186. Epub 2009 Jul 9. PMID: 19587693. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19587693/>
8. Li WH, Seo I, Kim B, Fassih A, Southall MD, Parsa R. Low-level red plus near infrared lights combination induces expressions of collagen and elastin in human skin in vitro. *Int J Cosmet Sci.* 2021 Jun;43(3):311-320. doi: 10.1111/ics.12698. Epub 2021 May 25. PMID: 33594706. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33594706/>
9. Gaumond, S., Dreifus, E., Mittal, A. *et al.* Red and near-infrared photobiomodulation for burn, hypertrophic, and post-surgical scars: a scoping review of clinical trials. *Lasers Med Sci* 41, 80 (2026). Zdroj: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10103-026-04875-8>
10. Hamblin MR. Mechanisms and applications of the anti-inflammatory effects of photobiomodulation. *AIMS Biophys.* 2017;4(3):337-361. doi: 10.3934/biophy.2017.3.337. Epub 2017 May 19. PMID: 28748217; PMCID: PMC5523874. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28748217/>
11. Herrera MA, Ribas AP, da Costa PE and Baptista MS (2024) Red-light photons on skin cells and the mechanism of photobiomodulation. *Front. Photonics* 5:1460722. doi: 10.3389/fphot.2024.1460722. Zdroj: <https://www.frontiersin.org/journals/photonics/articles/10.3389/fphot.2024.1460722/full>
12. Ferraresi C, Huang YY, Hamblin MR. Photobiomodulation in human muscle tissue: an advantage in sports performance? *J Biophotonics.* 2016 Dec;9(11-12):1273-1299. doi: 10.1002/jbio.201600176. Epub 2016 Nov 22. PMID: 27874264; PMCID: PMC5167494. Zdroj: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5167494/>

bloominds[®]
energie pro tělo, klid pro mysl

Rybná 1066/15, Staré Město, 110 00 Praha 1

www.bloominds.cz