

Léčba laserovým a LED světlem je (jen obyčejná) fototerapie

Kendric C. Smith, Ph.D., emeritní profesor radiační onkologie (radiační biologie), Stanford University School of Medicine

Volný překlad textu „Laser and LED Therapy is Phototherapy“ na stránkách <http://www.pol-us.net/llli/phototherapy.html>

Až příliš často se v souvislosti s laserovou terapií (příp. LED diodovou terapií) vyskytují lidé nepovolání a nevzdělaní v základech fotobiologie, což vede k uplatňování nesprávných vědeckých postupů a k chybně prováděným klinickým experimentům s rozporuplnými výsledky. V celkovém důsledku taková situace snižuje věrohodnost celé disciplíny a oddaluje přijetí laserové (a LED diodové) fototerapie odbornou lékařskou veřejností.

Laser (a LED) fototerapie budou živořit na periférii zájmů odborné veřejnosti do té doby, dokud si autoři, recenzenti a publicisté neosvojí základy fotobiologie. Účelem tohoto článku je vysvětlit některé z jejich principů (1).

Základy fotobiologie

Existuje několik aspektů fotobiologie, které je třeba mít na paměti při provádění studií v oblasti fototerapie a bez kterých nelze dosáhnout validnosti studií a jejich akceptování vědeckou komunitou.

Základní pravidlo (*First Law*) fotochemie (a fotofyziky) stanoví: **aby bylo v systému dosaženo fotochemického efektu, musí v něm dojít k absorpci světla.** Jde o jednoduchý, ale zásadní princip, jehož respektování je nutné pro správné provádění experimentů v oblasti fotobiologie a fototerapie. Vzhledem k tomu, že účinnost fototerapie je přímo závislá na průběhu fotochemických (a fotofyzikálních) procesů, je lhostejné, jak dlouho a jakým světlem budeme systém exponovat, pokud v něm k absorpci světla nedojde. Řada experimentálních studií v oblasti laserové (a LED) fototerapie by vůbec nebyla publikována, kdyby si jejich autoři uvědomili svou chybu.

Schopnost absorpce světla, resp. pravděpodobnost, že světlo bude určitou látkou absorbováno, vyplývá z tzv. absorpčního spektra dané látky. Jeho vlastnosti závisí na přítomnosti konkrétních prvků ve sloučenině a na struktuře jejich elektronových drah. Každá chemická látka má své specifické absorpční spektrum, proto v ní bude světlo různých vlnových délek absorbováno rozdílně.

Z absorpčního spektra určité látky můžeme definovat optimální vlnovou délku exponovaného světla. Tento proces se nazývá stanovení akčního spektra. V ideálním případě by mělo být akční spektrum identické s absorpčním spektrem molekul biologického systému. Akční spektrum se u biologických systémů stanovuje za účelem dosažení maximálního účinku při minimální (energetické) dávce světla, a to s ohledem na dosažení požadovaného biologického účinku. Například, pokud chceme zničit bakterii, akční spektrum by mělo odpovídat absorpčnímu spektru DNA tvořící jeho životně důležitou složku.

Jednou z nutných podmínek pro napsání dobrého pojednání z oblasti fotobiologie a fototerapie je detailní popis vlastností použitého světla a způsobu jeho aplikace. Jedná se o parametry jako vlnová délka, světelný výkon, dávka, oblast expozice, doba aplikace, atd. Nežřídko se lze setkat s kvalitními studiemi s dobrou vědeckou metodologií, které ovšem neobsahují popis použitého světelného zdroje. V důsledku není možné tyto experimenty opakovat a nelze na ně navázat dalším výzkumem. Taková publikace je proto bezcenná.

Laser ve fototerapii

V souvislosti s používáním laserů se vyskytuje v publikacích množství různých pojmů a jejich zkratk. Jsou pro čtenáře matoucí a není snadné se v nich orientovat. Jde o pojmy jako např. „low level laser therapy“ (LLLT, nízko úroňové lasery), low-power laser irradiation (LPLI, lasery s nízkým vyzářeným výkonem), low power laser therapy (LPLT, nízko výkonové lasery), low-energy laser irradiation (LELI, lasery s nízkou energií), a další a další. Standardizace nomenklatury by v problematice laserové fototerapie byla velkým přínosem. Vzhledem k tomu, že laser je zdroj světla jako každý jiný, dovolím si apelovat v souvislosti s používáním laserů ve fototerapii na užívání jednoduchého a správného termínu, a to fototerapie (bez přídomků).

Ve studiích zabývajících se fototerapií za použití laserů musí být vždy uváděna vlnová délka jeho světla, a nikde v textu nelze tento údaj nahrazovat akronymem. Typ laseru, který je použit k léčebným účelům, by měl být zvolen s ohledem na jeho parametry, a nikoliv na základě jeho bezpečnosti nebo případně jeho komerční dosažitelnosti.

Laserová fototerapie používá světlené záření v rozsahu viditelného světla (400 – 700 nm) a v oblasti „near-infrared“ (700 – 1000 nm). [Pozn: někteří autoři uvádějí rozsah viditelného spektra 380 – 780 nm]. V okamžiku, kdy jsou fotony světelného záření absorbovány molekulou, jsou její elektrony uvedeny do vyššího energetického stavu. Takto excitovaná molekula se musí zbavit své nadbytečné energie, což může provést buď opětovným emitováním fotonu ve formě fluorescence nebo fosforescence, nebo přeměnou přebytečné energie na teplo, nebo může přebytek energie použít v rámci fotochemického procesu. Fotobiologické reakce jsou výsledkem fotochemických a/nebo fotofyzikálních změn v důsledku absorpce fotonů neionizujícího záření.

Karu (2) prokázala, že viditelné a near-infrared záření je absorbováno v dýchacím řetězci molekul v mitochondriích (např. cytochrom c oxidázy). To způsobuje zvýšení metabolismu s následným přenosem signálů do dalších částí buněk včetně buněčné membrány, až nakonec dojde k biologické odezvě (např. ke stimulaci růstu).

Pro dosažení širšího použití fototerapie by pomohlo, kdyby se i při aplikaci fototerapie v běžné klinické praxi používala akční spektra. Sebrané výsledky by po jejich zpracování posloužily jako podklad pro stanovení optimální vlnové délky a dávky, což by napomohlo procesu profesní standardizace. O fototerapii je třeba uvažovat stejným způsobem jako je tomu u léčiv. Je nutné určit, který lék je nejvhodnější, jaká je jeho optimální dávka a jaký je harmonogram léčby.

Ani při dodržení vhodné vlnové délky a dávky světelného záření nemusí být fototerapie účinná v každé situaci. Působení fototerapie je závislé na fyziologickém stavu buňky v době

aplikace. Například v důsledku zvýšené proliferace buněk je fototerapie jen málo účinná u experimentálně navozených čerstvých poranění, zatímco u starších poranění byly účinky zaznamenány (3). Světlem budou k proliferaci stimulovány pouze ty buňky, které v době aplikace světla rostou z nějakých důvodů nedostatečně. Pokud je buňka plně funkční, není co stimulovat a není dosahováno žádných terapeutických výsledků. Lze učinit určité srovnání s přínosem užívání vitamínů: pokud podáváme vitamíny v době, kdy jsme je již přijali jiným způsobem, nebude to mít žádný evidentní účinek.

Je nutné upozornit, že příliš vysoké dávky světelného záření mohou být škodlivé. Při nadměrných energetických dávkách může v buňce dojít k produkci singletového kyslíku, který je pro buňky škodlivý (3).

Lasery nejsou nic magického

Až příliš často jsou v literatuře zabývající se laserovou fototerapií popisovány jeho účinky jako něco nadpřirozeného. Lasery mohou navozovat zdání magičnosti pro jejich unikátní fyzikální vlastnosti: zhuštění světla do úzkého paprsku, vysoká intenzita, možnost generování ultrakrátkých impulsů, koherence (tj. světelné vlny jsou ve fázi) a monochromaticnost (přítomnost pouze jedné vlnové délky). Pokud si uvědomíme, že první čtyři uvedené vlastnosti nejsou z hlediska fototerapie nijak využitelné, není laser ničím jiným než velmi drahá žárovka, neboť světlo z libovolného světelného zdroje se řídí (kromě koherence) stejnými fyzikálními zákony a dosahuje stejných fotochemických účinků.

K mystičnosti pojmu laser vedlo i nesprávné používání termínů v souvislosti s lasery v odborných publikacích. Jsou používány pojmy jako např. „expozice He-Ne laserem“ nebo „léčba Argonovým laserem“, to vše bez toho, že by se autor obtěžoval zmínkou o vlnové délce laseru.

Neexistuje žádný podstatný rozdíl mezi dosahovanými výsledky při použití různých zdrojů světla. Světlo generované laserem má stejné fyziologické účinky jako nekoherentní světlo obyčejné žárovky, ze kterého byla vyfiltrována potřebná vlnová délka průchodem přes barevný optický filtr (2). Lasery nejsou ničím výjimečné. Je to světlo jako takové, které má biologické účinky.

V současné době se objevuje stále více a více publikací zabývajících se terapií za použití nekoherentního světla LED diod. Zařízení s LED diodami jsou levnější než obdobná laserová zařízení, a jak bylo uvedeno výše, ve fototerapii je důležitá pouze jeho vlnová délka světla a dávka. Také při provádění studií za použití zdroje světla s LED diodami je důležité, aby byly vždy dostatečně specifikovány všechny parametry, jinak bude taková studie nepoužitelná.

Závěry

Fototerapie může být přínosná v řadě klinických indikací od potlačení bolestivosti až po hojení ran, přičemž není podstatné, zda je červené nebo near-infrared světlo generováno laserem, LED diodami nebo jde o světlo obyčejné žárovky po průchodu přes optický filtr. Bohužel fototerapie není stále v medicíně dostatečně široce používána, a tak z ní pacienti nemohou mít prospěch, jaký by mohli mít.

Tento typ terapie dosud není plně akceptován širokou lékařskou odbornou veřejností. Je to způsobeno tím, že řada odborných studií byla prováděna bez řádného pochopení vlastností světla a jeho biologických účinků. Řada studií navíc nebyla provedena v souladu s vědeckou metodologií.

V každé studii musí být bezpodmínečně specifikovány parametry vlnová délka, ozařovaná oblast, energetická dávka záření (ať už vyzářená nebo absorbovaná), aplikační doba atd.

Tento dokument je apelem na všechny, kteří se zabývají fototerapií, ať už se jedná o pracovní a vědecké týmy nebo odborné časopisy. Jen pochopením základních principů fotobiologie lze povýšit současnou nedostatečnou úroveň publikací experimentálních a klinických studií v oblasti fototerapie tak, aby bylo dosaženo akceptování této metody odbornou lékařskou veřejností.

Reference

1. Upraveno z: Smith, K.C. (2005), Laser (and LED) Therapy Is Phototherapy, *Photomedicine and Laser Surgery*, 23, 78-80.
2. Karu T.I. (2003). Low-power laser therapy. In: *Biomedical Photonics Handbook* (T. VoDinh, ed.) CRC Press, Boca Raton, FL, 48, pp. 1-25.
3. Karu T. (1989). Photobiology of low-power laser effects. *Health Physics* 56, 691-704.

Volně přeložil Jaroslav Novák, 2010