

LASER PARTNER



Oficiální orgán
Společnosti pro využití
laseru v medicíně CLS JEP



Official paper
of the Czech Society for
the Use of Laser in Medicine



Vydáváno s oficiální odbornou podporou EMLA



Edited under official scientific support of EMLA

www.laserpartner.cz
On-line česká verze: ISSN 1213-1156

www.laserpartner.org
On-line English version: ISSN 1213-3027

Clinixperience - všechny ročníky
2003 

67. Vliv nízkovýkonového laseru na stimulaci kosti - teoretický model účinku (15.7.2003)

Vliv nízkovýkonového laseru na stimulaci kosti - teoretický model účinku

Philip Gable, Austrálie, Jan Tunér, Švédsko

Abstrakt

"Zaručené informace" i výzkumem podložené důkazy o účincích nízkovýkonové laserové terapie (Low Level Laser Therapy - LLLT) na stimulaci kostí se objevují už více než 20 let. Jde o působení lokální i celkové, včetně účinků na kontralaterálních, přímo laserem neošetřovaných končetinách. Zprávy o stimulaci vřetenní kosti u králíků a kosti stehenní u krys se datují do roku 1986 a 1987, ozařované kosti se hojily rychleji než kontrolní skupiny a podobně i kontralaterální neošetřované fraktury vykazovaly kratší dobu hojení. Během uplynulé jeden a půl dekády další studie zkoumaly a prokázaly, že LLLT je účinná při stimulaci kostní tkáně.

Důvody tohoto jevu byly připisovány všeobecným účinkům LLLT a její schopnosti zvýšit tempo hojení prostřednictvím tvorby mitochondriální ATP a změnám struktury buněčných lipidů membrán. Další hypotézy zahrnují dodatečnou schopnost ozářených buněk měnit svůj obrat iontové výměny a tím ovlivnit katalytické účinky specifických enzymů a látek. Ty následně spouští a podporují hojivé procesy v kaskádovém cyklu akcí.

V oblasti specifického výzkumu kostí přišel Dr. Tony Pohl z nemocnice Royal Adelaide Hospital v Jižní Austrálii s novou teorií, která tvrdí, že většina přenosu a výměny tekutin v rámci kostí je ovlivněna především lymfatickou cirkulací. LLLT z tohoto ohledu je dobře zdokumentovaná a je známo, že má účinky, které ovlivňují oběh lymfy a proces hojení ran. Spojením těchto dvou teoretických postulátů můžeme demonstrovat pozitivní efekt a vysvětlit rozhodující účinky LLLT na stimulaci hojení kostí. Účinky LLLT na kost mohou být v podstatě dalším důsledkem ovlivnění lymfatické cirkulace laserem.

Stimulace fraktur vřetenní kosti u králíků byla popsána v roce 1986 Tangem a podobné zprávy o stehenní kosti u myší podává v roce 1987 Trelles. V obou případech se ozařované kosti hojily rychleji než u kontrolních skupin. V jiné studii Hernandez-Rose z roku 1987 byla demonstrována stimulace LLLT na čerstvé bilaterální fraktury Sprague-Dawleyových krys. Nečekaným výsledkem této studie byla skutečnost, že se kontralaterální fraktury na neozařovaných končetinách hojily rovněž rychleji než kontrolní skupina. V průběhu další jeden a půl dekády zkoumaly a prokázaly další studie (Yamada

1991; Pyczek, Sopala a spol. 1994; Ozawa 1995; Horowitz 1996; Yaakobi 1996; Saito a Shimizu 1997) účinnost LLLT na podporu stimulace hojení kosti. V poslední době Nicolau s kolegy (2002) z Brazílie prokázali pozitivní účinek LLLT na stimulaci kostí u myši s latentní podporou remodelace v místech poranění beze změn ve stavbě kosti, zvětšení objemu kosti a povrchu osteoblastů prostřednictvím zvýšené resorpce a tvorby kosti se zvýšeným podílem kostní apozice. Příznivý vliv na kostní implantáty byl prokázán Dortburdakem (2002) a Guzzardellou (2003). O účincích laserového ozařování na buňky osteoblastů podávají zprávu Yamamoto (2001) a Guzzardella (2002).

Dedukce o tomto zlepšení za všech experimentálních podmínek, založená důkazech poskytnutých elektronovou mikroskopií a makroskopickou histologií, vychází m. j. z posílení vaskularizace v důsledku tvorby krevních cév, absorpce hematomů, aktivity makrofágů, proliferace fibroblastů, aktivity chondrocytů, remodelace kosti vycházející ze zvýšení aktivity osteoblastů a ukládání solí kalcia.

Tyto změny a studie podložené důkazy připisují makro a mikroskopické účinky všeobecně známým a akceptovaným formám působení LLLT a jejich schopnosti zvýšit rychlost hojení prostřednictvím stimulace tvorby ATP (Karu 1989; Smith 1990), která podporuje obnovu a polarizaci lipidů buněčných membrán (Fenyo 1990), stejně tak jako schopnosti LLLT ovlivňovat buňky tím, že změní jejich úroveň iontové výměny (Robinson a Walters 1991). Má rovněž vliv na katalytický účinek specifických enzymů a substrátů (Pouysegur 1985; Karu 1988), který naopak iniciuje a podporuje hojivé procesy.

Nejčerstvější práce Dr. Tony Pohla, mezinárodně uznávaného ortopedického chirurga z Royal Adelaide Hospital v Jižní Austrálii a odborného asistenta na Adelaide University a na South Australian University, dal vzniknout nové teorii o kostní cirkulaci úvahou o přenosu tekutin a bílkovin v kostech (Pohl 1999). Tato teorie naznačuje, že všeobecné chápání oběhových pochodů v rámci kosti bylo až dosud chybné. Pohl stanoví, že přenos a výměna tekutin v rámci živé kostní tkáně jsou mnohem více ovlivňovány lymfatickým než vaskulárním oběhem. Je to odůvodněno studiemi o úrovni kostního příjmu a výdeje tekutin, které demonstrují že venózní a arteriální aspekty cirkulace samy o sobě nemohou mít vliv na prokázané hodnoty výdeje ani na přítomnost molekul volných radikálů, které převyšují hodnoty vaskulárního příjmu. Kromě toho také průměr velkých bílkovinných buněk v kosti převyšuje průměr cév, které tvoří terminální části oběhového systému, čímž je vyloučen jejich přenos prostřednictvím tohoto systému. Z toho vyplývá, že musí existovat ještě dodatečný oběhový systém, který vysvětluje jak zvýšený výdej tak i přítomnost proteinových buněk o velkém průměru a v neposlední řadě i přítomnost volných radikálů.

Jestliže se pak v kontextu této nové teorie o kostním oběhu a přínosu lymfatického oběhu zamyslíme nad úlohou LLLT, pak dospějeme k rozumné logické dedukci o stimulaci kostí prostřednictvím LLLT. LLLT má dobře zadokumentovaný a poznaný účinek na lymfatický oběh. To bylo dokázáno v ranných pracích Lievense (1985), které demonstrovaly vliv "laserového ozařování" na oběh v lymfatickém systému a na hojivé procesy. To je také podpořeno v několika studiích o hojení ran, které názorně předvedly, že úroveň exsudátů bohatých na proteiny v nehojících se ranách se znatelně zvyšuje poté, co jsou vystaveny působení LLLT. Toto prokázané působení je výsledkem zvýšené lymfatické cirkulace (Robinson a Walters 1991; Gabel 1995). Mnohem novější je práce, která byla provedena ve Flinders Medical Center v Adelaide v Jižní Austrálii a prezentována na konferenci World Association of Laser Therapy v Tokiu v Japonsku (Anderson, Carati a spol. 2002). Tato studie prokázala pozitivní účinky LLLT na lymfatickou cirkulaci a její následný přínos pro pacientku po mastektomii.

Pochopení stávajících znalostí o účincích LLLT na lymfatický systém ve spojení s hypotézou o přenosu tekutiny v kosti nám dává novou teorii, která konstruktivně vysvětluje dominantní působení LLLT na stimulaci hojení kostí.

Při poranění kosti u běžných i stresových zlomenin dojde k přímému nebo nepřímému poškození kostní tkáně a poškození tkáně vede ke komplikacím, které mohou například zahrnovat fyzické omezení způsobené traumatem, vedlejšími poškozeními měkkých tkání či úlomky, zvýšenou oběhovou viskozitu v důsledku vyššího buněčného obsahu v lymfatickém systému, sníženou rychlost pohybu, energetický deficit ve tkáni a v buňkách v důsledku snížení tvorby ATP po traumatu, změny na buněčné úrovni a sníženou schopnost mitochondrií při autoreparaci a regeneraci tkáně.

Obecně známé účinky LLLT a její specifické přímé působení na lymfatický systém mají za následek stimulaci mitochondriálního ATP, vedoucí ke zvýšení buněčné a oběhové motility, stejně jako stimulují přímo lymfatický oběh. LLLT také podporuje zvýšení propustnosti mezibuněčných tkání a fascií (Gabel 1995), čímž snižuje stagnaci a blokády. Tato působení napomáhají zlepšit lymfatickou drenáž a následně cirkulaci v postižené kosti. Je zde rovněž hypotetická možnost, že účinku LLLT na lymfatickou cirkulaci se dosahuje díky rozšíření průměru lymfatických cév a ne pouhým zvýšením průtoku cévami o nezměněném průměru. Toto rozšíření průměru cév, pokud k němu skutečně dochází, by také vysvětlovalo přítomnost proteinových buněk o velkém průměru v normálním kostním oběhu, která

nemůže být přisuzována cévnímu oběhu a navíc by to také vysvětlovalo zjednodušený proces odstranění úlomků a velkých proteinových buněk z traumatických oblastí, který je dodatečně stimulován působením LLLT.

Stimulace hojení kostí pomocí LLLT byla až dosud obvykle považována za důsledek obecného hojivého účinku LLLT. Ve skutečnosti však působení LLLT na kost může vyplývat spíše z působení laseru na lymfatický oběh.

Literatura

- Anderson, S, Carati, C et al. (2002). Low Level Laser Therapy (LLLT) as a Treatment for Postmatestectomy Lymhoedema. WALT 2002, Tokyo Japan.
- Coombe, A R et al (2001). The effect of low level laser irradiation on osteoblastic cells. Clin Ort Res. 4: 3-14.
- Dörtbudak, O et al (2002). Effect of low-power laser irradiation on bony implant sites. Clin Oral Implants Res 13(3):288-292.
- Fenyo, M. (1990). Theoretical and Experimental Basis of Biostimulation by Bioptron, Bioptron AG, Monchaltorf, Switzerland.
- Gabel, C. P. (1995). "Does Laser enhance bruising in acute sporting injuries." Aust. J. Physio. 41 (4): 267-269.
- Gabel, C. P. (1995). The effect of LLLT on slow healing wounds and ulcers. Health Sciences. Darwin, Northern Territory.
- Guzzardella, G A et al (2002). Laser stimulation on bone defect healing: An in vitro study. Lasers Med Sci. 17(3): 216-220.
- Guzzardella, G A et al (2003). Osseointegration of endosseous ceramic implants after postoperative low-power laser stimulation: an in vivo comparative study. Clin Oral Implants Res. 14: 226-232.
- Horowitz, I. et al. (1996). "Infrared spectroscopy analysis of the effect of low power laser irradiation on calvarial bone defect healing in the rat (abstract)." Laser Therapy 8: 29.
- Karu, T. I. (1988). "Molecular mechanism of the therapeutic effects of low intensity laser radiation." Lasers in Life Science 2: 53-74.
- Karu, T. I. (1989). Photobiology of low-power laser therapy. London, Harwood Academic Publishers.
- Lievens, P. (1985). The influence of "Laser Irradiation" on the motricity of the lymphatical system and on the wound healing process. International Congress on Laser in Medicine and Surgery., Bologna.
- Nicolau, R A., Jorgetti, V, Rigau, J et al. "Effect of low power laser Ga-Al-As (660nm) in the bone tissue remodulation in mice"
- Ozawa, Y. et al (1995). "Stimulatory effects of low-power laser irradiation on bone formation in vitro." SPIE Proc. 1995 Vol. 1984: 281-288.
- Pohl, T. (1999). Bone circulation, the lymphatic system contribution. Personal Communication to C. P. Gabel. Adelaide Oct 1999.
- Pouyssegur, J. (1985). "The growth factor-activatable Na⁺/H⁺ exchange system: a genetic approach. In Karu, T.I. 1988, 'Molecular mechanism of the therapeutic effects of low intensity laser radiation', *Lasers in Life Science*, vol.2, p.53-74." Trends in Biochemical Science 10: 453-

455.

- Pycek, M., Sopala, M et al. (1994). "Effect of low-energy laser power on the bone marrow of the rat." Folia Biol (Krakow) 42(3-4): 151-156.
- Robinson, B. and Walters, J (1991). "The use of low level laser therapy in diabetic and other ulcerations." Journal of British Podiatric Medicine 46(10): 186-189.
- Saito, S. and Shimizu, N. (1997). "Stimulatory effects of low-power laser irradiation on bone regeneration in midpalatal suture during expansion in the rat." Am J Ortod Dentofac Orthop 11 (5): 525-.
- Smith, K. C. (1990). Light and life: The photobiological basis of the therapeutic use of radiation from lasers. International Laser Therapy Association Conference, Osaka.
- Yaakobi, T. et. al. (1996). "Promotion of bone repair in the cortical bone of the tibia in rats by low energy laser (He-Ne) irradiation." Calcif Tissue Int. 59(4): 297-300.
- Yamada, K. (1991). "Biological effects of low power laser irradiation on clonal osteoblastic cells (MC3T3-E1)." Nippon Seikeigeka Gakkai Zasshi 65(9): 787-799.
- Yamamoto, M et al (2001). Stimulation of MCM3 gene expression in osteoblast by low level laser irradiation. Laser in Med Sci. Abstract issue. 16(3): 213-217.



Sponzorováno / Sponsored by: [MediCom](#)