

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
2000

15. Hloubka průniku laserového světla do tkáně (31.8.2000)

Hloubka průniku laserového světla do tkáně

Laser Therapy in Dentistry and Medicine
Prima Books AB, 1996
Jan Tunér, Lars Hode
POB 27137, 10252 Stockholm, S
Největší aktivní hloubka

Hloubka průniku laserového světla závisí na jeho vlnové délce, na tom, zda laser pracuje v superpulsním režimu a jaký je jeho výkon, ale také na technické konstrukci přístroje a na způsobu práce s laserem. Laser určený pro léčbu lidí je zřídka vhodný k ošetřování zvířat se srstí - ve skutečnosti existují lasery vyrobené speciálně k tomuto účelu. Jejich zvláštním rysem je to, že laserová dioda (diody) vystupuje z aplikační sondy jako zuby na hřebenu. Jak skleněný povrch laserové diody pronikne mezi zvířecí chlupy, dostane se do kontaktu s kůží a všechno světlo laseru je "natlačeno" do tkáně.

Důležitým prvkem je zde také kompresivní odstranění krve z cílové tkáně. Jakmile lehce přitlačíme laserovou sondu na kůži, krev se odplaví stranou tak, že tkáň přímo před sondou (a do určité hloubky ve tkáni) je téměř bez krve. A protože hemoglobin v krvi je velkou měrou odpovědný za absorpci, zvyšuje toto mechanické odstranění krve výrazně hloubku průniku laserového světla

Není přitom vůbec důležité, zda světlo laserové sondy při kontaktním ozařování má paralelní paprsek nebo ne.

Pokud jde o průnik světla, neexistuje zde žádná přesná hranice. Čím hlouběji od povrchu světlo proniká, tím více se zeslabuje. Existuje zde však hranice, za kterou je intenzita světla už tak nízká, že nelze pozorovat jeho žádnou biologickou účinnost. Tuto hranici, za níž přestává účinnost, nazýváme největší aktivní hloubkou. Kromě výše uvedených faktorů je tato hloubka rovněž závislá na typu tkáně, pigmentaci a zašpinění kůže. Stojí za zmínku, že laserové světlo může dokonce proniknout i kostí (stejně jako proniká svalovou tkání). Tuková tkáň je propustnější než tkáň svalová.

N. B. Hovoříme zde o přímém účinku laserového světla na buňky, a ne o biologických účincích v důsledku systémových efektů laserové terapie.

Například: He-Ne laser o výkonu 3,5 mW má největší aktivní hloubku 6 - 8 mm, v závislosti na typu konkrétní tkáně. He-Ne laser s výkonem 7 mW má největší aktivní hloubku 8 - 10 mm. GaAs laser má největší aktivní hloubku mezi 20 - 30 mm (někdy až do 40 - 50 mm), v závislosti na svém maximálním výkonu v pulsu (asi tisíckrát vyšším než jeho průměrný výkon). Jestliže pracujete v přímém kontaktu s kůží a přitlačíte sondu ke kůži, dosáhnete největší aktivní hloubky.

Praktické zkušenosti ukazují, že může být výhodnější, pokud ošetřujeme menší plochu s větší intenzitou a přilehlé oblasti ošetříme později, než když budeme ošetřovat větší plochu najednou a po delší dobu. To může být nejspíše spojeno se skutečností, že při laserové terapii jsou uvolňovány určité látky, jejichž

stopy můžeme objevit v krvi a v moči, a tyto látky mohou při ošetřování velkých ploch dosáhnout podráždění vysokých úrovní.

Ošetřování laserem obvykle rozdělujeme na místní a systémové. Místní ozařování se vztahuje k přímému ošetřování a lokalizaci problému - jde o nejobvyklejší formu práce s laserem. Systémové ozařování zahrnuje ozařování míst, vzdálených od léčeného problému. Příkladem tohoto je laserová akupunktura, při níž ozařujeme jeden nebo více akupunkturálních bodů laserovým světlem namísto aplikace jehel. Jinými formami systémového ošetřování je ozařování spouštěcích bodů a ozařování bederních, krčních nebo křížových etází páteře prostřednictvím bodů, přes které procházejí nervy z problémové oblasti. Ozařování lymfatických žláz, aby se aktivoval imunitní systém, je rovněž příkladem systémového ošetřování.

Jak hluboko proniká světlo do tkáně?

Snadno lze určit, že světlo proniká do tkáně hlouběji než 1 - 2 mm. Jestliže podržíte svou ruku před kapesní svítilnou, můžete vidět, že světlo proniká skrze vaše prsty, a ty jsou určitě silnější než pouhé 1 - 2 mm. Povšimnete si také, že pronikající světlo je červené, tedy proniká konkrétně červená, zatímco modrá, zelená a žlutá je pohlcena. Infračervené světlo není viditelné, ale lze snadno dokázat, že proniká hlouběji než světlo viditelné. Terapeutické lasery vždy vyzařují červené nebo infračervené světlo.

Hloubka průniku červeného světla byla studována v souvislosti s technikou nazývanou PDT (fotodynamická terapie), při níž je aplikován například (hematoporphyrin derivát) a pak se ozařuje nádorová oblast laserovým světlem o vlnové délce 630 nm. Bylo stanoveno, že hloubka průniku je dostatečná k tomu, aby se vyvolala biologická odezva (nekróza) v hloubce až 10 mm ve tkáni.

Hloubka průniku je mnohem větší u delších vlnových délek - dva až třikrát větší pro lasery infračervené. Průnik je rovněž velmi závislý na typu tkáně, kterou ozařujeme. Tkáň s vyšším podílem tukových buněk je mnohem propustnější než svalovina, hlavně díky vysokému obsahu hemoglobinu ve svalové tkáni. Pokud však lehce přitlačíme laserovou sondu proti kůži:

1. Všechno světlo je "natlačeno" do tkáně (optical index matching).
2. Tkáň před sondou je stlačena a krev je z ní vytlačena pryč.
3. V důsledku stlačení se rovněž sníží množství samotné tkáně v místě..

Spojení těchto tří mechanismů dává lepší průnik světla. Konečně mají pro hloubku biologické odezvy značný význam i výkon laseru (průměrný nebo špičkový výkon) a hustota energie. Hloubka průniku závisí jak na hustotě výkonu na povrchu kůže, tak i na celkovém výkonu. Jestliže je rozdělení hustoty výkonu na povrchu kůže konstantní a celkový na kůži dopadající výkon se zvýší desetkrát, největší aktivní hloubka se zvýší asi o 50 %.

Jestliže je GaAs laser pulzní (jako např. signální záblesky) se špičkovým výkonem pulzu v řádu mnoha wattů, můžeme se dostat mnohem hlouběji než s kontinuálním světlem o stejném průměrném výkonu. (Je rovněž možné prostřednictvím různých tělních otvorů dostat světlo ještě hlouběji. V Rusku byly prováděny pokusy, při nichž byla optická světlovodná vlákna umístěna do kanyl s cílem dovést světlo hlouběji do požadované oblasti.)

Podle výše uvedené definice ($1/e$ intenzity na povrchu) je hloubka průniku zcela nezávislá na výkonu laseru, což znamená, že bez ohledu na to, jak slabý (nebo silný) je laser, dosáhneme stejné hodnoty hloubky průniku. Zmíněná definice ve skutečnosti určuje relativní průnik, přičemž tím rozhodujícím prvkem pro biologický účinek je momentální absolutní hodnota paprsku a, jak bylo uvedeno, jeho absolutní penetrace. To je rozhodující pro prostorovou intenzitu na buněčné membráně hluboko ve tkáni.

Naše znalosti a zkušenosti, založené na více než deseti letech pokusů a praktické činnosti, nám říkají, že LLLT dosahuje biologickou účinnost v hloubce 1 - 4 cm ve tkáni, což závisí na typu použitého laseru, jeho výkonu a dalších parametřů. Nemusí to nutně záviset na přímém účinku světla v této hloubce, ale může jít o výsledek jiných způsobů komunikace ve tkáni, například o přenos transmiterů nebo signálních látek.

Stockholm, 31. srpna 2000

Sponzorováno / Sponsored by:  MediCom

