原著

低出力He-Neレーザー照射の皮膚の痛点に対する影響

Pain Control with Low-Power He-Ne Laser Irradiation

下山 直人¹⁾, 下山 恵美²⁾, 飯島 一彦¹⁾, 水口 公彦¹⁾, 秋月 一成³⁾

千葉大学医学部麻酔科¹⁾

千葉労災病院麻酔科²⁾

千葉大学医学部歯科口腔外科³⁾

〒 280 千葉県千葉市玄武1丁目8番1号

Naohito SHIMOYAMA, Megumi SHIMOYAMA,

Kazuhiko IJIMA and Tadanobu MIZUGUCHI

Department of Anesthesiology, Chiba University School of Medicine¹⁾

Department of Anesthesiology, Chiba Rosai Hospital²⁾

Department of Oral Surgery, Chiba University School of Medicine³⁾

要 旨

健康成人11人の上腕皮膚内側に対し低出力レーザー照射を行い、その影響を調べた。痛点、その他の触・圧点を2点ずつピンプリック法にて検出し、一方をコントロール、もう一方を黒く塗り低出力レーザー照射の影響を比較した。触・圧点に比べ、痛点への選択的照射は、有意に痛みの感覚を与え、痛点を黒く塗った群では、3分間の照射ができず途中で中止する症例もあった。

低出力レーザーは、thermal effectはないとされているが、鎮痛機序を明らかにした報告はない。しかし、今回の研究から、低出力レーザー照射は、少なくとも生体に対して、刺激として働き、鎮痛と同様の働きを持っている可能性が示唆された。

キーワード：

Abstract

Low power laser was irradiated on pain spots of 11 healthy volunteers. Two pain spots were selected by pin prick methods on the inside of the forearm of each volunteer. Two other spots were also chosen as control, which were not pain spots. The spots were as follows: uncolored non-pain spots (C1), black colored non-pain spots (C3), uncolored pain spots (C2) and black colored pain spots (C4). The spots were randomly irradiated.

Irradiation on C1 elicited pressing sensations in two of eleven and the mean of visual

(平成3年6月10日 受理, 平成3年7月20日 掲載決定)

(Received June 10th 1991, Accepted July 20th, 1991)

analogue scale (VAS) were 0.18, on C2, stabbing pain sensations occurred (mean of VAS; 1.64), on C3, prickling pain sensations occurred (mean of VAS; 2.41), on C4, unbearable pain occurred (mean of VAS; 4.32).

The mean value of VAS for the irradiation of each spot was significantly getting greater in the following order of C1, C2, C3, C4.

The cause of analgesic effect of low power laser may be the stimulation of some nociceptors of the skin.

Keg Ward :

1. 目 的

低出力レーザーは、带状疱疹後神経痛などの疼痛治療に用いられているが、その作用機序は不明である。thermal effectもないとされている。今回の研究目的は、in vivoにおいて、人の皮膚の痛点に対して低出力レーザーを照射し、どのような感覚を引き起こすかを調べることにある。

2. はじめに

低出力レーザーは、ペインクリニック領域においては、関節炎の治療¹⁾、PHNの治療²⁾に用いられ鎮痛効果をあげている。低出力レーザーの鎮痛機序としてこれまでに、神経伝導に対する作用^{3) 4)}、局所の抗炎症作用⁵⁾、鍼鎮痛と同様に中枢を介した作用⁶⁾が報告されているが、未だに明らかにされていない。低出力レーザーは局所のthermal effectはなく、photodynamic effectを示唆する報告がある⁷⁾。我々は低出力レーザーの鎮痛効果の機序として、低出力レーザーが皮膚への刺激として働き中枢を介しての疼痛抑制作用を持つ可能性を報告してきた⁸⁾。Walkerら⁹⁾は、正中神経への低出力レーザー照射による同側のErb's pointよりSomatosensory Evoked Potential(SEP)を導出しており、このことは低出力レーザーが皮膚になんらかの形で刺激を与える可能性を示唆している。

今回、我々は健康成人の前腕皮膚上に痛点を見だし、それに対する低出力レーザー照射を行いその効果をその他の触・圧点に対する照射をcontrolとして比較検討した。

3. 方 法

健康成人 11人(男8名、女3名)。年齢は 29.0 ± 4.0 才。前腕内側の皮膚上にピンプリックにて痛点を2点、そのほかcontrolとして触圧、温覚等の点を2点の計4点を導出した。その4点が1 cm²の正方形の紙の中にあ

けた1 mm²の正方形の穴の中に含まれるように紙を張り、痛点、触・圧点それぞれ1点ずつに黒インクをぬった。これらの4点にレーザーを照射し、痛点に対するレーザー照射の影響をその他の点に対する照射と比較し、同様に黒く塗って吸収を高めた場合での、controlと痛点に対する照射の影響を比較した。各点を触圧点(C1)、痛点(C2)、触圧点の黒くぬった群(C3)、痛点の黒くぬった群(C4)とした。照射は、1人の被検者に対し1つの点に対し3分間行い、1分後に次の点を照射した。また、照射順序による影響を避けるため、痛点を検出した人間と、照射した人間をわけ、C1、C2、C3、C4に対し無作為順序に照射を行わせた。照射を行った部屋は、静かなところで、気持ちを落ち着かせてから行い、照射に先立って皮膚に対してやけどなどの影響はないことを説明し行った。それぞれの点への照射は照射によって皮膚に感じた感覚をMcGill Pain Questionnaireの日本語版¹⁰⁾にて示してもらい、それが痛みの感覚の場合にはVisual Analogue Scale(VAS)を用い点数をつけさせた。痛みの感覚を訴えない場合には、VASを0とした。尚、使用したレーザーは泉工医科製メラコールドレーザーを用いた。(出力8.5mW、波長632.8nm)レーザー照射は1 cm離れた点から3分間行ったが、その点から1 mm²の領域に与えるエネルギーは理論的には30mWである。統計処理はone way ANOVAを用い、5%の危険率をもって有意の差とした。照射終了後に、皮膚の変化を観察した。

4. 結 果

C1群では、11人中8人が、何も感じないと答えた。その他、3人のうち1人はヒリヒリするかゆみを訴えた。また、残りの2人は皮膚に重苦しい感を訴え、VAS1点と記した。C2群では、何も感じないとするものが3人で、チクチクするという痛みの感覚を訴えたものは6人であった。また、痛みのために3分間照射できなかった

図1 各群におけるVASの変化

たものは1人であった。C3群では、何も感じないとするものは1人のみで、チクチクするという痛みの感覚を訴えたものは9人。1人が突き通す痛みのために3分間照射できなかった。C4群では、何も感じないとするものは0人であり、7人がチクチクするという痛みの感覚を訴えた。痛みのため中止するものは4人であった。

尚、何も感じないとするものをVAS 0とし、痛みのため中止した場合にはその時点でのVASの値を持って統計的に評価した。

図1に示すようにC1とC2 ($p < 0.05$), C1とC3 ($p < 0.01$), C1とC4 ($p < 0.01$) C2とC4 ($p < 0.01$), C3とC4 ($p < 0.01$) のVASの間に統計的に有意の差がみられた。実験終了後に皮膚の変化を観察したが、皮膚に熱傷、発赤などの変化を起こした症例はみられなかった。

5. 考 察

低出力レーザーの鎮痛に関する臨床的報告^{1) 12) 13)}は多いが、その鎮痛機序に関する論文は少ない。In vitroにおける細胞の活動の抑制に関する報告は散見されるが¹⁴⁾、角膜のAδ, C receptorの低出力レーザー照射による刺激反応はないとするnegative data¹⁵⁾もみられる。laser acupunctureの概念⁶⁾に基づき、laserが鍼鎮痛と同様に刺激として働き、中枢性の抑制系を介して鎮痛を起こすことが機序として有力視⁸⁾されているが、先にも述べたように1985年Walkerら⁹⁾は低出力レーザーによりSEPを誘発すると同時に、さらに長時間のレーザー照射によりSEPおよび電気刺激により誘発されたH波などの脊髄反射が抑制されることから、経皮的にレーザー照射が末梢神経を刺激することを報告している。下山らは¹⁶⁾ (1990) 後根神経節細胞に低出力レーザー照射を行い、単一細胞の細胞内記憶から細胞の膜電位の脱分極が得られることを報告し、また脱分極に伴う膜抵抗の減少により、低出力レーザーはNaまたはCaチャンネルのopeningを起こすことを示唆した。

今回、我々はlaser acupunctureの概念に基づきin vivoにて、低出力レーザーを痛点 (Aδ, C) に選択的に照射し、それが健常人の皮膚にどのような感覚を起こすかを検討した。結果は、痛点照射により、ピチピチ、チクチクといった痛みの感覚を惹起させ、その他の圧、触、温覚に対する照射に比べ有意の感覚の変化を起こした。また、その作用は黒く皮膚を塗ることにより、光の吸収を高めた場合、明らかな疼痛を惹起させることがわかった。しかし、皮膚には熱傷などの変化はなく、侵害受容器が刺激されている可能性が示唆された。特にC線維のfree nerve endingは、Naチャンネルのopeningにより刺激され、それを中枢に伝達するとされているが¹⁷⁾、下山らの報告のようにlaserが細胞のNa channel openingを起こしていることから、すくなくともC線維の自由終末の興奮を、低出力レーザーが起している可能性はあると思われる。

今回の研究において、触・圧点においても疼痛の感覚を引き起こしていることには問題があるが、1mm²の穴にレーザーを照射したことは、その穴の中に痛点を含んでいた可能性も考えられる。痛点は、前腕皮膚上に約200点あるとされるが¹⁷⁾、そのことから考えても、1mm²の穴では痛点、触・圧点を選択的に照射していない可能性がありうる。しかし、前にも述べたが、これまでは低出力レーザー照射は、thermal effectがなく、皮膚に対して特別な感覚を与えないとされていたことを考えると、今回の研究は意義のあるものと考えられる。

今回の研究から、in vivoのヒトの研究においては、低出力レーザーはphotodynamicな影響であるかは定かでないが、少なくとも刺激として働いていることが示唆された。

6. ま と め

- 1) 健常成人11名の上腕皮膚内側の痛点に低出力レーザー照射を行い、その影響をVisual Analogue Scale, およびMcGill質問表にて評価した。
- 2) 痛点をselectiveに照射した群では、VASがその他の点に比べ有意に高いことが判明した。
- 3) 黒く塗って吸収を高めた群では、疼痛が有意に増強された。
- 4) 低出力レーザーは皮膚に機械的変化を与えないが、少なくとも皮膚の侵害受容器を刺激することが示唆された。

参考文献

- 1) Bashord J.R., Sheffield C.G., Mair B.A., Ilstrup

- D.M.: Low-energy Helium Neon Laser Treatment of Thumb Osteoarthritis Arch Phys Med Rehabil 68 : 794-797, 1987
- 2) 飯島一彦, 下山直人, 下山恵美, 水口公信疼痛外来における低出力レーザーの有用性の検討: 日本レーザー医学会誌 9 : 3-10, 1988
 - 3) Greathouse D.G., Currier D.P., Gilmore R.L.: Effects of clinical infrared laser on superficial radial nerve conduction Physcal Therapy 65 (8) : 1184-1187, 1985
 - 4) Snyder-Mackler L., Bork C.E.: Effect of Helium-Neon laser irradiation on peripheral sensory nerve latency Physical Therapy 68(2) : 223-225, 1988
 - 5) 柳瀬昌弘, 本村明江, 逆巻玲子, 他: カラゲニン炎症における低出力半導体レーザーの鎮痛効果 ペインクリニック 8 : 39-42, 1987
 - 6) Kleinkort J.A., Russell A.F. Laser Acupuncture: Its Use in Physical Therapy: Am J. of Acupuncture 12 (1) : 51-57, 1984
 - 7) Iwase T., Hori N., Morioka T.: Possible Mechanisms of the He-Ne Laser Effects on the Cell Membrane Characteristics: Laser in Medicine and Surgery 4 : 166-171, 1988
 - 8) 下山直人, 堀雄一, 飯島一彦, 水口公信ラット後肢へのホルマリン注入により, 脊髄後角細胞に惹起される活動に対する低出力レーザー照射の効果 日本レーザー医学会誌 10 (3) : 89-92, 1989
 - 9) Walker J.B.: Laser-induced somatosensory evoked potentials: evidence of photosensitivity in peripheral nerve: Brain Reserch 344 : 281-285, 1985
 - 10) 百合野公庸, 無敵剛介, 渡辺政之, 他: 疼痛質問表による痛みの評価: ペインクリニック 7(5) : 569-576, 1986
 - 11) 西田宣個, 剣持修, 朝倉利光, 他: 帯状疱疹後神経痛に対するレーザー治療の応用: ペインクリニック 8 : 6-11, 1987
 - 12) 岡島行一, 茂手木三男, 武者芳郎, 他: 整形外科領域における低エネルギーレーザーの治療経験: ペインクリニック 8 : 23-28, 1987
 - 13) 飯島一彦, 下山直人, 水口公信: 帯状疱疹後神経痛に対する低出力He-Neレーザー繰り返し照射の効果: ペインクリニック 9 : 767-771, 1988
 - 14) 日沢修二, 塩野真, 服部夏雄, 他: ネコ舌への電気及び侵害熱刺激に応答する舌神経活動に対する舌表面への低出力レーザー照射の効果: 日歯保誌31 (2) : 584-593, 1988
 - 15) Jarvis D., Maciver M. B., Tanelian D. L. Electrophysiologic recording and thermodynamic modeling demonstrate that helium-neon laser irradiation does not affect peripheral Aδ or C-fiber nociceptors Pain 43 : 235-242, 1990
 - 16) 下山直人, 下山恵美, 飯島一彦, 水口公信後根神経節細胞に対する低出力He-Neレーザー照射の効果: 日本疼痛学会口演 1990, 京都
 - 17) 入来正, 外山啓介編: 生理学 文光堂, 1986