



直線偏光近赤外線照射が筋肉の血行動態に与える影響について

講武, 芳英
嶋田, 智明
石川, 斉
池田, 耕二
北, 潔

(Citation)

神戸大学医学部保健学科紀要, 10:43-47

(Issue Date)

1994-12-28

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/00188117>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/00188117>



直線偏光近赤外線照射が筋肉の血行動態に与える影響について

講 武 芳 英¹, 嶋 田 智 明¹, 石 川 齊¹
池 田 耕 二², 北 潔³

目 的

近年, ペインクリニック, 整形外科や理学療法等の領域において直線偏光近赤外線(以下近赤外線)の頸部交感神経節近傍への局所照射が疼痛や浮腫の軽減, 関節可動域の増大等に著明な効果をあげており, この理由として末梢血管拡張による血行改善, 組織温度の上昇や求心性線維へのブロック効果等が諸家により報告されている¹⁻⁴⁾。しかし, その多くは皮膚など表在性の組織を対象にしたもので疼痛や関節可動域に関与する組織を考えると筋肉や靱帯など, より深在性の組織の血行動態に着目する必要がある。このような現状の中で我々は以前から深在性組織に着目し, 加齢や温熱刺激が骨内の血流量や酸素分圧に与える影響を動物実験により定量的に測定し, 報告してきた⁵⁻¹⁴⁾。

今回は近赤外線の頸部神経近傍への照射が臨床的に問題部位となりやすい筋組織の血行動態へ及ぼす影響を検索する目的で, 実験動物を対象に特殊なセンサーを用いて直接筋内の酸素分圧と温度の変化を定量的に計測したので報告する。

対 象

対象としては Wister 系ラットの雄11匹を

用いた。週齢は16週から24週で平均21.1週齢であり, 体重は230g から370g で, 平均308.2g であった。

使用機器

筋内の酸素分圧および温度測定には外径0.4 mm 長さ30mm のクラーク型ポーラログラフィック方式のセンサー(図1)とそのモニター装置(POG-203,)および自動平衡記録計(U-228, 以上ユニークメディカル社製)を用いた¹⁵⁻¹⁸⁾。

直線偏光近赤外線装置にはスーパーライザー(H-30, 東京医研社製)を用いた。

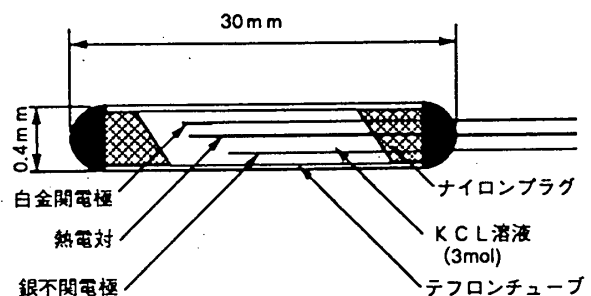


図1 自動温度補償機能付き酸素分圧センサー

1. 神戸大学医学部保健学科
Faculty of Health Science, Kobe University School of Medicine
2. 武部整形外科リハビリテーション
Takebe Orthopedic and Rehabilitation clinics
3. 舞子台病院
Maikodai Hospital

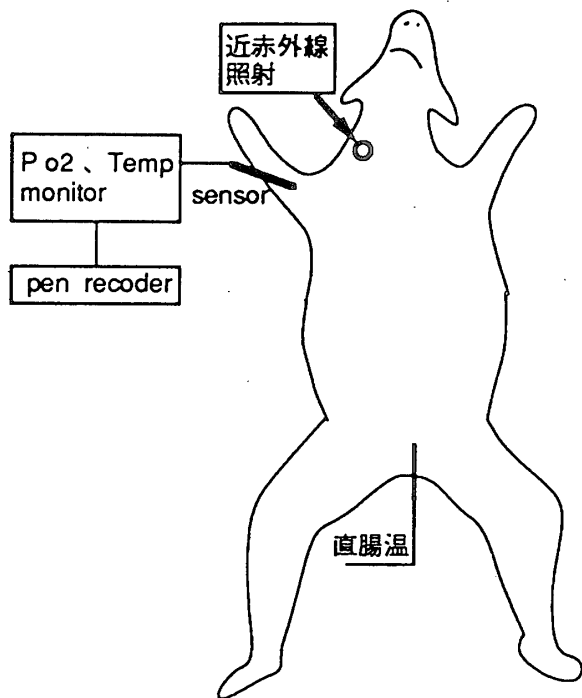


図2 ラットの頸部神経節近傍への直線偏光近赤外線照射と筋肉酸素分圧の測定法

方 法

はじめにラットをネンブタール注射液（ペントバルビタールナトリウム水溶液，大日本製薬）の腹腔内投与（30mg/kg）により麻酔後，ヘパリンを静注した。測定部位は一側の前肢屈筋とし，センサーを表皮より約5mmの深さの前肢屈筋に長軸方向へ刺入留置した。センサー刺入後30分以上の観察を行い，酸素分圧が安定した後に計測および近赤外線照射を開始した。近赤外線照射部位は，センサーの留置測と同測の頸部神経筋近傍とし，出力1200mW，波長0.6-1.6 μ m，ビーム焦点径10mmで2秒on 2秒offのサイクル照射を5分間行った（図2）。実験室温は23度 $\pm$ 3度に空調でコントロールした。

結 果

個々のラットにおける近赤外線照射前後の筋肉内の酸素分圧の変化を示す（図3）。縦軸は酸素分圧を，横軸は左が照射前の値を，右が照

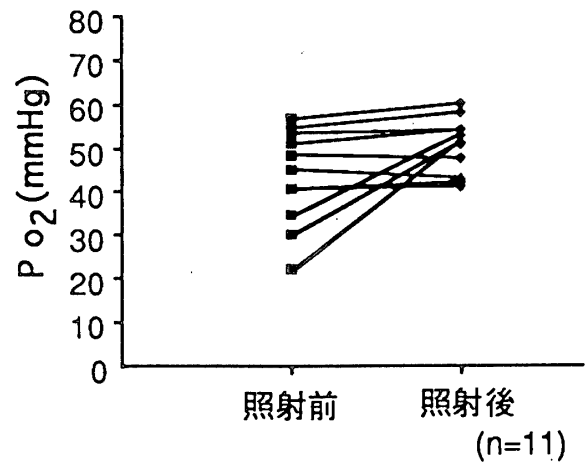


図3 直線偏光近赤外線照射前後における筋肉酸素分圧の値

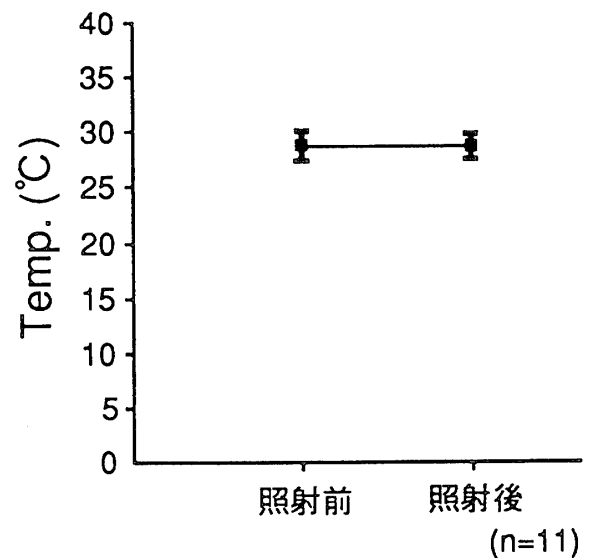


図4 直線偏光赤外線照射前後における筋肉温度の値

射後の値を示している。筋内の酸素分圧の変化は，使用機器の精度（誤差は測定値の5%未満）を考慮して近赤外線照射前に比べて照射後に5%以上上昇したものを上昇群とし，5%未満を変化無し群とした。その結果，上昇群は7例で，変化無し群は4例であった。t検定にては，上

昇群 7 例では近赤外線照射前に比べて照射後に筋内の酸素分圧は上昇する傾向 ($P < 0.1$) がみられたが、変化無し群では照射前後で酸素分圧の有意差はなかった。図 4 は、縦軸が筋内の温度を横軸は左が照射前、右が照射後を示す。照射前後における温度変化では統計学的な有意差はみられなかった。

考 察

我々はこれまでにラットを対象として四肢に赤外線を短時間局所的に照射することにより、深在性組織である骨内においても血流量の増加や酸素分圧の上昇が生じることを報告してきた⁷⁻¹⁵⁾。

今回は近年臨床で著明な効果が認められている直線偏光近赤外線装置を用い、中枢部位である頸部の交感神経節近傍を刺激することにより末梢の筋肉内の血行動態、なかでも酸素分圧がどのように変化するかを特殊なセンサーを用いて定量的に計測した。

はじめに室温における骨格筋内の酸素分圧に関してであるが、Kunze²⁰⁾はコロジオン被膜の外径 $2 \sim 5 \mu\text{m}$ の白金電極を用いてヒト前脛骨筋に多数回刺入して酸素分圧の出現頻度曲線を作り、平均 38mmHg という値を報告している。Whalen²¹⁾らはモルモットの薄筋内の酸素分圧は $0 \sim 45\text{mmHg}$ と非常に低いが、ウサギ腹筋の酸素分圧は $31 \pm 5 \text{mmHg}$ であったとしている²¹⁻²⁴⁾。我々の室温における測定ではラット前肢屈筋内の酸素分圧は $43 \pm 12 \text{mmHg}$ であった。

次に近赤外線照射後の酸素分圧の変化についてであるが、これに関する過去の報告はあまりみられない。実験で用いた直線偏光近赤外線装置はスーパーアイオダイナミックランプより発振される波長帯 $0.3 \sim 5.0 \mu\text{m}$ の中でレーザー治療器で使われている生体深達性の高い波長帯 $0.6 \sim 1.6 \mu\text{m}$ だけを光学フィルターで取り出しているため生体の深部約 5cm まで到達可能と言われている。したがって実験における近赤外線の照射

は対象部位周辺の表面から数 mm 間隔をあけて非接触状態で行った。そのため照射装置による頸部圧迫などの血行動態への影響は考えられなくなる。実験結果では頸部神経節近傍に対する近赤外線照射による筋内の酸素分圧の一定した変化はみられなかったが、機器の精度を考慮して酸素分圧が上昇する群と変化無し群の 2 通りに分けて統計処理すると上昇群では照射後の酸素分圧の上昇傾向がみられた。さらに上昇群では照射前の酸素分圧値が低いものほど照射後増大しう傾向を示しており、また照射後の持続効果も 30 分程度認められた。したがって頸部神経節近傍に対する近赤外線照射は交感神経系の緊張を持続的に弱めさせて支配領域の筋の血行動態を改善させる働きがあることが示唆された。このことが臨床効果としてあげられる鎮痛や浮腫の軽減、関節可動域の増大に関与しているものとする。一方、変化しなかった群の原因としては、近赤外線の照射強度や照射時間など近赤外線の刺激に反応しうる固体差による違いやセンサー刺入部位の血管状態の違いなどが考えられ、今後は病理学的な所見や疾患モデル動物などを用いたさらなる検討が必要と考える。

結 語

ラットを対象に頸部神経節近傍への近赤外線照射を行ったところ、筋内の酸素分圧の上昇にある程度の影響を与えることが判明した。

文 献

1. 田中喜雄, 大原 到, 葛西森夫他: 近赤外線 (LED, LD) 照射による創傷および疼痛治療の臨床経験, 日本レーザー医学会誌, 5 : 561, 1985
2. 神川喜代男, 田和宗徳, 香山太志: 低出力レーザーによる痛みの治療, 日本レーザー医学会誌, 5 : 215, 1985
3. 神川喜代男, 田和宗徳, 香山太志他: 低出力レーザー治療とサーモグラム, 日本レーザー医学会

- 誌, 6 : 47, 1986
4. 剣物 修, 猪俣賢一郎 : 半導体レーザーと痛みの治療, メジカルビュー社, 1992
5. 北 潔, 川井和夫, 広畑和志 : 加齢にともなう骨内血行動態の変化について, 整外基礎科学, 13 : 745, 1986
6. Kita K, Kawai K, Hirohata K: Changes in bone marrow blood flow with aging. J Orthop. Res 5 : 569, 1987
7. Kita K, Kohbu Y, Tanaka M, et al: Property of proximal tibia in the rat in determination of intraosseous blood flow. Bull Allied Med Sci Kobe 7 : 59, 1991
8. 北 潔, 講武芳英, 石川 斉 : 温熱療法による骨内血流量の変化, 理学診療, 4 (2) : 161, 1993
9. 講武芳英, 武政誠一, 嶋田智明他 : 温熱療法による骨髄内血流量への影響, 理学療法学, 19 : S200, 1992
10. 北 潔, 講武芳英, 石川 斉 : 理学療法と骨内血行動態, 日整会誌, 67, S813, 1993
11. 講武芳英, 武政誠一, 嶋田智明他 : 温熱療法による骨内血行動態の変化, 理学療法学, 20 : S369, 1993
12. 講武芳英, 荒川佳子, 池田耕二他 : 自動温度補償機能付き PO_2 センサーの開発, 神大医短紀要 9 : 113, 1993
13. Kohbu Y, Takemasa S, Shimada T et al: Effects of heats on intraosseous blood flow. Bull Allied Med Sci(Kobe) 9 : 99, 1993
14. 講武芳英, 武政誠一, 嶋田智明他 : 温熱療法と骨内血流量, 総合リハ 22 : 45, 1994
15. 講武芳英, 北 潔, 石川 斉ほか : 骨内酸素分圧測定による温熱療法の定量的評価の試み, 理学診療 5 : 45, 1994
16. 相沢豊三, 後藤文男, 村松文雄 : 改良 PO_2 電極について, 呼吸と循環, 10:324, 1962
17. Pocidalo JJ, 岡田和夫訳 : 呼吸・循環不全での組織 PO_2 , Pco_2 について, 臨床麻酔, 5 : 769, 1981
18. 黒沢和平, 萩原文二 : 代謝研究とその周辺の先端技術, 代謝, 23:555, 1986
19. 磨田 裕 : 血液および組織酸素モニターの最近の進歩, BME, 7 : 19, 1993
20. Kunze K: Significance of oxygen pressure field measurements in human muscle, with special remarks on PO_2 micro-needle elect-rode, Progr. Resp. Res. 3 : 153, 1969
21. Whalen WJ, Nair P: Intracellular PO_2 and its regulation in resting skeletal muscle of the guinea pig. Circ. Res. 21, 251, 1967
22. Moss AJ : Intramyocardial oxgen tension. Cardiovasc. Res. 3 : 314, 1968
23. 小山富康 : 組織の酸素分圧とその意義, 代謝, 16 : 2027, 1979
24. Huch R., Lubbers DW, HuchA. : Quantitative continuous measurement of partial oxygen pressure on the skin of adults and newborn babies. Pfluger Arch. 337 : 185, 1972

Effects of Infrared Radiation on Partial Oxygen Pressure of the Skeletal Muscle in the Rat

Yoshihide Koubu¹, Tomoaki Shimada¹, Hitoshi Ishikawa¹,
Kouji Ikeda² and Kiyoshi Kita³

ABSTRACT: We investigated quantitatively changes of skeletal muscular partial oxygen pressure by infrared radiation to cervical sympathetic nerve ganglion in the rat. Partial oxygen pressure (PO_2) was measured by PO_2 electrode which was inserted in the foreleg muscle of eleven males Wistar rats, 4-6 months of age. During the right neck was heated by infrared radiation for 5 minutes, muscular PO_2 and temperature were measured, respectively. The results of this study were as follows: 1. the effect of infrared radiation on muscular PO_2 was "moderately improved" in 7 (63.6%) "poor" in 4 (36.4%), 2. temperature of post-infrared was not changed. These findings suggested that the heat application such as infrared radiation to cervical sympathetic nerve ganglion could slight change the muscular PO_2 .

Key Words : Partial oxygen pressure,
Infrared radiation,
Skeletal muscle.

1. Faculty of Health Sciences, Kobe University School of Medicine
2. Takebe Orthopedic and Rehabilitation clinics
3. Maikodai Hospital