

Original Article

健常若年者における肩関節屈伸と足関節屈伸時の仙骨部皮膚血流量の変化

佐藤寿晃,¹ 早坂智美,² 荒田 孝³¹山形県立保健医療大学保健医療学部作業療法学科²新庄徳洲会病院リハビリテーション科³鶴岡協立リハビリテーション病院リハビリテーション科

要旨

Sato T, Hayasaka T, Arata K. Sacral skin blood flow rate changes during shoulder and ankle flexion and extension in healthy young adults. *Jpn J Compr Rehabil Sci* 2016; 7 : 107-110.

【目的】本研究は、健常若年者を対象に肩関節屈伸と足関節屈伸運動時に仙骨部皮膚血流量が変化をもたらすか否かを検討した。

【方法】対象は健常若年者 18 名であった。測定機器は、レーザー血流計を用いた。測定部位は左右の上前腸骨棘を結んだ線上の midpoint の仙骨部とした。測定項目は肩関節屈伸と足関節屈伸のそれぞれ自動運動と他動運動を実施した。

【結果】運動部位の違いでは、足関節屈伸運動より肩関節屈伸運動の方が運動時の仙骨部皮膚血流量が有意に増加した ($p < 0.01$)。また運動方法の種類の違いでは足関節および肩関節ともに他動運動よりも自動運動の方が運動時の仙骨部皮膚血流量が有意に増加した ($p < 0.01$)。

【結論】運動部位と運動の方法の種類の違いによって仙骨部皮膚血流量が変化することを示すことができた。

キーワード：健常若年者，肩関節と足関節屈伸運動，仙骨部皮膚血流量

に発生しうるが、50-60%が仙骨部に生じている [2]。褥瘡は発生すると治療に長い期間を要する。また、褥瘡の悪化に伴う全身状態の悪化、また褥瘡をきたした感染が高齢者の死亡に関与することも多い [3]。それゆえ、高齢者にリスクの大きい褥瘡を予防していく必要がある。

褥瘡の予防として一般的に 2 時間ごとの体位変換が行われている。先行研究において鈴木ら [4] は脳神経疾患で床上安静・褥創なしの患者では健常者に比べ、皮膚血流量の変動が大きく、体位変換後も影響が続く。また、その影響の個人差が大きいと報告している。清水ら [5] は関節拘縮のある後期高齢者の褥瘡治療過程における積極的な関節他動運動は褥瘡の血行改善につながると報告している。リハビリテーション分野においては、ポジショニング [6, 7] や物理療法 [8, 9] を用いて褥創の予防・改善に関する多くの研究が散見される。このように、体位変換による血流量の変化や、関節運動効果による褥瘡治療についての研究はあるが、四肢の関節運動による血流量の変化を経時的に測定した研究報告は、著者らが調べた限り見当たらない。

そこで本研究では、まず、健常若年者を対象に、四肢運動、特に仙骨部への直接皮膚の動的影響を考慮して肩および足関節運動が仙骨部皮膚血流量の変化をもたらすか否かについて調べた。

はじめに

現代社会において、高齢化に伴う問題の一つとして寝たきり者の増加があげられる。寝たきりの場合、同一体位が長時間続くと、体と支持面との接触局所で血行が不全となって、周辺組織に壊死を起こす。同一部位への持続圧迫時間は、2-3 時間で問題になる。これに体重が加わり身体を圧迫し、栄養障害などの要因が重なって褥瘡が発生する [1]。褥瘡は全身の皮膚

方法と対象

1. 対象

対象は、健常成人男性 18 名とした。平均年齢は 21.7 ± 0.5 歳 (21-22 歳)、平均身長は 170.2 ± 7.5 cm (164-182 cm)、平均体重は 61.8 ± 5.7 kg (54-70 kg) であった。利き手は 18 名中全員が右利きであった。対象者に実験の目的と方法を説明し、書面にて承諾を得た。

2. 測定装置 (図 1)

仙骨部皮膚血流量の測定は、レーザー血流計 (ALF21R, アドバンス株式会社, 東京) を用いた。測定部位は左右の上前腸骨棘を結んだ線上の midpoint の仙骨部とした (図 1)。測定対象項目は、組織血流量 (Flow) とした。肩関節屈伸運動および足関節屈伸運動の筋活動を確認するために筋電図を用いた。筋電図は表面電極により双極誘導を用いた。測定筋は、肩関節屈伸運動時は、三角筋前および後部線維、足関節

著者連絡先：佐藤寿晃
山形県立保健医療大学作業療法学科
〒990-2212 山形県山形市上柳 260
E-mail : tsato@yachts.ac.jp
2016 年 10 月 13 日受理

利益相反：本研究について一切の利益相反や研究資金の提供はありません。

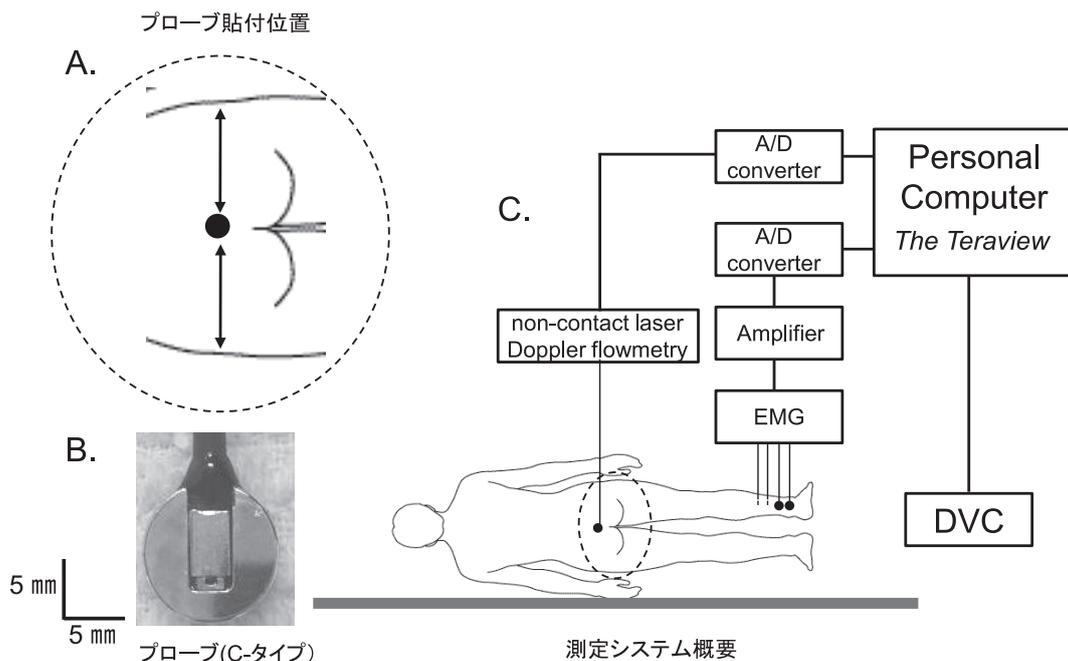


図1. ブロックダイアグラム

- A. プロブ貼付位置 (左右の上前腸骨棘を結んだ線上の midpoint の仙骨部)
 B. プロブのタイプ (Cタイプ)
 C. 測定システム概略図

屈伸運動時は、前脛骨筋、腓腹筋とした。それぞれの筋腹中央で筋の走行に沿って電極中心間距離が2 cm になるように電極を貼布した。不関電極として接地電極を用い、肩関節屈伸運動時は右側の肩峰、足関節屈伸運動時は右側の内顆に貼付した。肩関節および足関節それぞれの運動確認のために左側方からデジタルビデオカメラ (NV-GS300, Panasonic, 東京) を用いて撮影した。

レーザー血流計、筋電計からのそれぞれのアナログ波形は、A/D コンバータを介し、デジタルビデオカメラからの動画とデジタル動画・波形実時間同期収録装置 [10] (The Traview: ギガテックス有限会社, 大崎) に取り込み、同期させて測定した。

3. 測定項目 (図2)

測定肢位は左側臥位で実施した。その理由として、予備実験において仰臥位にて、体圧・ずれ力同期測定器 (プレディア-MEA, モルテン, 広島) を用いて肩関節屈伸、足関節屈伸運動時のズレ力を測定した結果、肩関節屈伸運動時のズレ力は 3.4 ± 0.3 (3.1-3.7) N, 足関節屈伸運動時のズレ力は 2.9 ± 2.3 (1.2-5.5) N という結果を得た。そのため、ズレ力の影響を最小限にさせるため、側臥位とした。

測定動作の項目は、肩関節屈伸運動と足関節屈伸運動をそれぞれ自動運動と他動運動とした。測定順序はランダムとした。各動作は安静時データとして安静側臥位3分、各運動3分、回復期として運動終了後3分間の測定を行った。対象者には、1分間安静後、自動運動では験者の合図で運動を開始するよう指示し、他動運動では験者が声がけをしてから運動を開始した。各運動回数は、5秒で屈伸運動を終了するように指示、

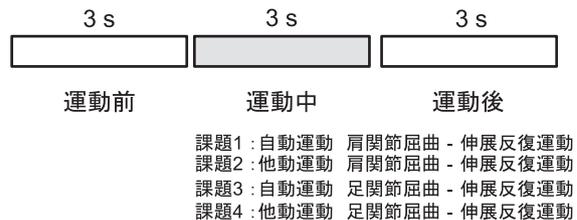


図2. 測定プロトコル

測定のプロトコルは、対象者に対して3分安静状態後、3分間各課題実施、その後3分間安静の手順で実施した。課題順序はランダムとした。

介助した。関節運動は全可動域での対象者が可能な運動範囲とした (図2)。

4. 解析方法

動作前安静側臥位3分間 (開始1分30秒から2分) のうち30秒間の仙骨部皮膚血流量の数値を100%とした。さらに各運動時 (開始1分30秒から2分)、運動終了後1分後のうちの30秒間の仙骨部皮膚血流量の平均値の割合 (%) を算出し、動作前安静側臥位時の仙骨部皮膚血流量と変化率を比較した。各課題における運動中の仙骨部皮膚血流量と変化率は、一元分散分析および多重比較法 (Tukey法) を実施した。有意水準は5%未満とした。

結果

肩関節屈伸自動運動 (課題1) と肩関節屈伸他動運動 (課題2) 時の仙骨部皮膚血流量変化率は、それぞれ

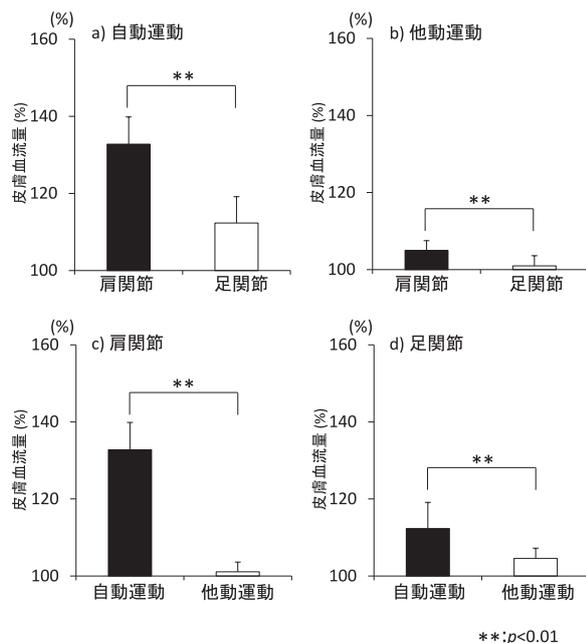


図3. 運動部位と運動方法の違いによる仙骨部皮膚血流量の変化

- 自動運動時の肩関節と足関節屈伸運動における仙骨部皮膚血流量
- 他動運動時の肩関節と足関節屈伸運動における仙骨部皮膚血流量
- 肩関節屈伸時の自動運動と他動運動時における仙骨部皮膚血流量
- 足関節屈伸時の自動運動と他動運動時における仙骨部皮膚血流量

れ $132 \pm 7.1\%$ (117.5-142.4), $104.6 \pm 2.6\%$ (100.0-108.3) であった。足関節屈伸自動運動 (課題3) と足関節屈伸他動運動 (課題4) 時の仙骨部皮膚血流量変化率は、それぞれ $112.3 \pm 6.8\%$ (103.3-129.4), $101.1 \pm 2.5\%$ (96.1-103.7) であった。

1. 運動部位の違いによる仙骨部皮膚血流量変化率の比較

自動運動時の肩関節と足関節の仙骨部皮膚血流量の増加割合に関して、肩関節は足関節より有意な増加が認められた ($p < 0.01$) (図3-a)。また、他動運動時に関して、肩関節は足関節より有意な増加が認められた ($p < 0.01$) (図3-b)。

2. 運動方法の違いによる仙骨部皮膚血流量変化率の比較

肩関節における自動運動と他動運動時の仙骨部皮膚血流量の増加割合に関して、自動運動は他動運動より有意な増加が認められた ($p < 0.01$) (図3-c)。足関節に関して、自動運動は他動運動より有意な増加が認められた ($p < 0.01$) (図3-d)。

考察

1. 運動部位の違いが仙骨部皮膚血流量に及ぼす影響

今回の結果より、肩関節屈伸自動運動は、足関節屈

伸自動運動よりも仙骨部皮膚血流量が有意に増加を認めた。これらの要因は肩関節屈伸自動運動と足関節屈伸自動運動に関する運動筋量の違いと上肢運動と下肢運動時の交感神経が影響を推察する。運動筋量に関しては肩関節屈伸運動に関与する主な筋として、三角筋、大胸筋、広背筋などである。一方、足関節屈伸自動運動にかかわる主な筋は、前脛骨筋、腓腹筋、ヒラメ筋などである。肩関節屈伸運動にかかわる筋は体幹を覆っており、面積が大きい。足関節屈伸自動運動にかかわる筋は下腿のみであるので、肩関節屈伸運動に関わる筋と比較すると、筋量は少ない。これらにより筋量の違いにより、筋のポンプ作用による血液循環量が異なるため [11]、肩関節の運動時の方が足関節の運動時よりも仙骨部皮膚血流量の増加が大きかったと推察する。また、四肢の運動時の交感神経の影響に関しては、過去の研究に上肢の運動では交感神経が亢進しやすいという報告がある [12]。今回の研究結果ではこれらのことが血流量増加の要因の一つと考える。

2. 運動方法の違いが仙骨部皮膚血流量に及ぼす影響

今回の結果より、肩関節および足関節ともに、他動運動よりも自動運動の方が仙骨部皮膚血流量の有意な増加が認められた。これらの要因は、自動運動と他動運動の違いが影響したと推察する。自動運動は筋が収縮と弛緩を繰り返すが、他動運動は繰り返さない。このことは骨格筋内の血流は、筋線維内を走行する毛細血管内を通過するので、筋活動によって筋線維が血管に与える機械的な影響は大きいと推察する。このため、他動運動よりも自動運動の方が、より大きな血流量の変化を示したのではないかと考える。また、自動運動時に、交感神経のコリン作動性血管拡張線維の活動が増加し、血管が拡張し、筋血流が増加する [13] が要因の一つと考える。

本研究では、四肢の関節運動による仙骨部皮膚血流量の変化を経時的に提示することができた。また、その特徴として足関節よりも肩関節、他動運動よりも自動運動の方が血流量の増加が大きいという結果を得ることができた。更に肩関節および足関節の運動でも他動運動でも血流の増加は認められ、筋のポンプ作用によって血液循環の維持あるいは改善が得られた。これらのデータは褥瘡に対する関節可動域訓練の有用性を示す手がかりの一つになると考える。

研究の限界と今後の展望として、本研究は同年代の健常若年者を対象とした研究であり、性差や年齢差、体格など影響を考慮する必要がある。今後はさまざまな対象者に関して研究を進めていくことによって、作業療法士が実施する関節可動域訓練の効果が、関節可動域の維持・改善だけでなく、褥瘡予防・改善につながることを明確に提示できると推察する。さらに、関節運動の速度の違いや反復回数の違いなどによる血流量の変化にも注目していくことで作業療法プログラムへの有効的な応用が可能になると考える。

文献

- Miyachi Y, Sanda H. A new visual guide for pressure ulcers. Osaka: Nagai Shoten; 2006. Japanese.
- Miyajima Y, Asano T, Machata Y, Matsuda H, Fukumoto I. Nutritional status of patients with decubitus ulcers, and

- changes in the skin blood flow when the sacral region was compressed. *Jpn J Geriatr* 1997; 34: 486–91. Japanese.
3. Sato H, Otsuka F, Paul DA. Effect of body proportion on vascular occlusion at the sacrum. *Phys Ther Jpn* 1999; 26: 204–8. Japanese.
 4. Suzuki J, Yamaguchi M, Murakami M, Hattori K, Iwanaga H, Kudo A, et al. Change of skin blood-flow volume with change of positions. *J Juntendo Med Coll Nursing* 1993; 4: 16–24. Japanese.
 5. Shimizu M, Shibata S. Effect of passive range of motion exercise for the decubitus complete recovery of stage 4 of the latter-stage elderly. *Nihon Kango Gakkai Rombunshuu, Rounen Kango* 2007; 38: 155–7. Japanese.
 6. Yoshikawa Y, Sugimoto M, Terashi H, Maeshige N, Noguchi M. Verification of position to consider body pressure distribution on sacral bone and great trochanter and examination of comfort level. *Jpn J PU* 2013; 15: 1–7. Japanese.
 7. Taki M, Yatsushiro H, Kusumoto J, Teranishi T. The joint angle's influence on pressure on the body. *Jpn J PU* 2005; 7: 236–41. Japanese.
 8. Yoshikawa Y, Sugimoto M, Maeshige N, Uemura M, Takao A, Terashi H. The promotional effect of low-intensity direct current stimulation with electrode placement of negative poles at wound site on pressure ulcer healing. *Phys Ther Jpn* 2013; 40: 200–6. Japanese.
 9. Tachi M, Kowata Y. Physical therapy for wound healing. *Phys Ther Jpn* 2010; 37: 618–21. Japanese.
 10. Sato T, Suzuki K, Sotokawa T, Fujita T, Sagae M, Nakano H. Simultaneous recording system for digital video pictures and electric signals. *Struct Funct* 2007; 6: 3–9. Japanese.
 11. Saito M, Kagaya J. Human circulation: Regulation of oxygen transport system during exercise. Tokyo: NAP; 1999. Japanese.
 12. Toner MM, Glickman EL, Mcardle WD. Cardiovascular adjustments to exercise distributed between the upper and lower body. *Med Sci Sports Exerc* 1990; 22: 773–8.
 13. Hori S, Nakata K, Kawano S. Physiology of health and exercise. 5rd ed. Kyoto: Kinpodo; 2006. Japanese.