
運動様式の違いが僧帽筋ヘモグロビン動態、 皮膚温、筋硬度、自覚的感覚に及ぼす影響

-運動が肩こり予防及び改善に及ぼす影響についての基礎的研究-

中川 雅智¹⁾, 村松 成司²⁾, 藤田 幸雄²⁾, 小泉 佳右²⁾

1) 千葉大学大学院人文社会科学部研究科, 2) 千葉大学教育学部

Effect of exercise pattern on hemoglobin dynamics of trapezius muscle,
skin temperature, muscle stiffness and subjective sense

Masatomo NAKAGAWA¹⁾, Shigeji MURAMATSU²⁾, Yukio FUJITA²⁾, Keisuke KOIZUMI²⁾

1) Graduate School of Humanities and Social Science, Chiba University

2) Faculty of Education, Chiba University

Abstract

The purpose of this study was to examine the effect of exercise pattern on hemoglobin dynamics of trapezius muscle, skin temperature, muscle stiffness and subjective sense. The following exercise conditions were applied to six volunteers: Shoulder exercise condition (SEC), ergometer exercise condition (EEC) and control condition (CON). Results obtained from this study were as follows.

1) In light of skin temperature just after the exercise, the value of SEC was significantly higher than those of CON and EEC. 2) As for muscle stiffness and VAS score, a value just after the exercise of SEC in comparison with before the exercise significantly showed a rise. 3) The hemoglobin dynamics of trapezius muscle were measured using near-infrared spectroscopy. In SEC and EEC, there is a possibility that inflows of the arterial blood increased in comparison with CON by exercise.

From these results, the skin temperature and the hemoglobin dynamics in the trapezius showed a unique change by each exercise pattern, it is inferred that such changes depend on a change of the muscle blood flow. These results suggest that not only shoulder exercise but leg exercise may also affect the improvement of chronic neck pain.

I. 目的

肩こりは日本人の中で数多くの者が経験している症状の一つである。厚生労働省平成 22 年度国民生活基礎調査によると病気やけがなどで自覚症状を訴えている者の中で、肩こりと答えている者の割合が男性では第 2 位、女性では第 1 位であったと報告されており、過去の国民生活基礎調査と比す

るとその割合は増加傾向にあることが分かる^{1)~6)}。

肩こりの原因としては高岸ら⁷⁾は種々の要因に基づく筋の持続的収縮により筋線維内の血管が圧迫されて血液量の低下を引き起こした結果であると述べている。そのため、肩こりの予防改善には血液循環の改善に着目した方法が多く、薬物療法⁸⁾や温熱療法⁹⁾、鍼治療¹⁰⁾、運動療法¹¹⁾等が挙げら

れる。このうち運動療法については高い効果が期待されている⁷⁾が、現状では肩こり改善に及ぼす運動についてのエビデンスが少なく、その機序や効果について具体的に解明されていない。

現在、肩こり予防及び改善運動における研究では肩部に対する運動についての研究が多い¹¹⁾¹²⁾。しかし、様式、時間、強度、頻度、期間といったプログラムを構成する要素について詳細な検討を行った研究は見当たらない。プログラムを構成する要素を検討することは、より効率的な運動療法を行うために必要であると考えられ、さらに運動の肩こり改善に関する機序や効果についての資料も得られると考えられる。本研究では肩こり予防・改善運動における基礎的研究として、運動の様式に焦点を当てた。Greenらは自転車エルゴメーター運動を行うことで前腕の血流が増加することを報告しており¹³⁾、下肢での運動が上肢筋の血流を増加させることを示している。その結果から肩部だけでなくの下肢での運動でも肩こり改善の効果があるのではないかと推測した。そこで本研究では肩部の運動としての肩すくめ運動、下肢の運動としての自転車エルゴメーター運動を被験者に行わせ僧帽筋の皮膚温、筋硬度、自覚的感覚、ヘモグロビン動態の変化を明らかにすることを目的とした。

II. 方法

A 被験者特性

今回の実験は2011年9月から11月にかけて、一般男子大学生6名を対象として行った。被験者特性は年齢 19.4 ± 0.59 歳、身長 175.0 ± 3.78 cm、体重 64.9 ± 6.16 kgであった。被験者は過去に肩こりを経験している。気温及び湿度はそれぞれ $25.8 \pm 2.73^\circ\text{C}$ 、 $66.4 \pm 10.3\%$ であった。事前に研究及び実験についての要旨、内容、予想される危険性について十分な説明を口頭及び書面にて行い、インフォームドコンセントを書面により得た。

B 実験プロトコル

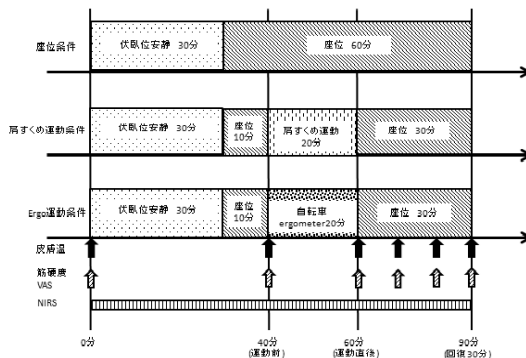


図1 実験プロトコル

図1には実験プロトコルを示した。control条件(以下、CON条件)は伏臥位安静を30分行い、その後座位による姿勢保持を60分行った。肩すくめ運動条件(以下、SEC条件)は伏臥位安静を30分行った後、座位での姿勢保持を10分間、肩すくめ運動を20分行い、その後は座位姿勢を30分保持した。エルゴメーター運動条件(EEC条件)は伏臥位安静を30分行った後、座位での姿勢保持を10分間、自転車エルゴメーター運動を20分行い、その後座位姿勢を30分保持した。それぞれの条件は24時間以上の間隔を空けて行われ、同一の順番で行わないようにした。測定項目は皮膚温、筋硬度、僧帽筋における自覚的感覚を測定するVisual Analogue Scale(以下、VAS)、僧帽筋へモグロビン動態の4項目とした。測定タイミングは、皮膚温は10分毎、筋硬度とVASは実験開始0分、40分、60分、70分、80分、90分のタイミングで測定をした。伏臥位はベッドを利用し、腕の肢位は本人が楽だと思える位置に置き、実験中は指示があるまで動かさないようにした。また座位時は手首までを机の上に寄せ、肘は机に乗せないように指示した。机といすの距離、椅子の腰掛け具合は本人が一番楽だと思える位置に固定し、実験中は指示があるまで動かさないようにした。

肩すくめ運動は座位状態で2kgのダンベルを持ち、肩部下垂位の状態から開始し、肩甲骨の挙上を2分間行った。これを7セット行い、セット間は1分間の休息を行った。また、挙上のペースは挙上0.5秒、下制0.5秒とし、メトロノームやストップウ

オッチを近くに置き、被験者の最大努力でペースに合わせてもらった。

自転車エルゴメーター運動は ergociser EC-1200 (CATEYE 社, 大阪) を使用して行った。運動は2分間の運動を7セット行い、セット間は1分間の休息を行った。自転車エルゴメーター運動のクラシクの回転数は60回転/分とし、負荷は1.0kg・mとした。サドルの高さはペダルが下に来たときに、被験者の膝が少し曲がる程度に調節した。

僧帽筋ヘモグロビン動態は近赤外線分光装置 (Pocket NIRS Duo, ダイナセンス, 浜松) を用いて測定を行い、実験を通じて連続的に測定をした。測定プローブの貼付箇所は肩甲骨上角の上部付近の僧帽筋とした。サンプリング周波数は10.18Hz に設定をした。データは総ヘモグロビン量 (Total-Hb)、酸素化ヘモグロビン量 (Oxy-Hb) 及び脱酸素化ヘモグロビン量 (Deoxy-Hb) を比較検討の対象とした。Oxy-Hb に関して、実験終了後に測定筋の等尺性最大随意収縮を20秒間行い、測定値の標準化をした。この際、Oxy-Hb 最低値の絶対値を0%、実験開始時を100%と設定した。

近赤外線分光法を用いた測定法では、散乱係数や脂肪厚による影響により、直接、測定値を用いての比較で個人間の評価をすることができない。また、同じ個人でも一度プローブを外すと条件間の比較はできない。そのため、動脈及び静脈をカフにより阻血することで測定値の補正を行うことが多い。しかし、今回測定する僧帽筋はカフによる阻血ができないため、大久保ら(2000)が用いた方法¹⁴⁾を参考にした。この方法は僧帽筋の等尺性最大随意収縮を行い、その後の運動性充血を用いて測定値の補正を行う方法である。しかし、本実験は異なる運動様式を行う実験であり、補正開始時点での血液の配分が異なり、正確な補正ができないと考えられたため、等尺性最大随意収縮の際の Oxy-Hb 最低値を用いて補正を行った。本実験ではすべての計測において20秒間の等尺性最大随意収縮における10秒から20秒の間で Oxy-Hb 最低値を記録した。最低値の平均到達時間は16.3±3.97秒であった。10秒、15秒、20秒の値は0秒、5秒の

値と比べそれぞれ有意に低値を示した。さらに10秒、15秒、20秒の値はそれぞれの間で有意差は確認できなかった。このことから、本実験では20秒間の等尺性最大随意収縮において10秒から20秒の間で Oxy-Hb の値が安定しており、測定値の補正として適切であると判断し、解析を行った。

皮膚温は赤外線放射型3点皮膚温計 (高精度携帯型非接触温度計572, FLUKE, USA) を用いて測定を行った。測定箇所は肩甲骨上角の上部付近の僧帽筋とした。近赤外線分光装置のプローブにはかからないように注意を払って測定をした。数秒間測定状態を維持し、3秒間数値の変動がなかった時点での皮膚温をデータとして採用した。

筋硬度はアラーム付き筋硬度計 (NEUTONE TDM-N1, TRY-ALL, 千葉) を用いて測定をした。測定部位は肩甲骨上角の上部付近の僧帽筋とし、近赤外線分光装置のプローブにかからないように測定をした。また測定時は腕を体側につけて測定を行った。測定は3回行い、その平均値をデータとして採用した。また今回使用した筋硬度計にはトーン (tone) という単位が設定されているが、メーカー指定の計算式： $N=0.0258 \times (\text{測定値}) + 0.4$ の式にて、単位をニュートン (N) に換算した。

VAS は主観的な肩こりの度合いを100mmの直線上のスケールを使用し、測定をした。0(左端)を肩こりが無い状態、100(右端)を考えられる一番ひどい肩こりの状態とし、測定時の感覚を0~100の間で測定した。測定は上肢を動かさず結果に影響する恐れがあるため、測定時の自覚度がスケールのどの位置に対応するかを被験者が口頭で伝える方法を採用した。

C 統計処理

統計処理は全ての値について平均値±標準偏差で表した。統計ソフトは Microsoft Excel 2010 を用いて行った。差の検定は、皮膚温、筋硬度、VAS では繰り返しのある二元配置分散分析 (Two-way Analysis of Variance: Two-way ANOVA) を行い、Total-Hb, Oxy-Hb, Deoxy-Hb については繰り返しのある一元配置分散分析 (One-way Analysis of

Variance:ANOVA)を行った。それぞれの分散分析で有意差が認められた項目について Tukey の多重比較を行った。いずれも有意水準は5%とした。

III. 結果

A 皮膚温

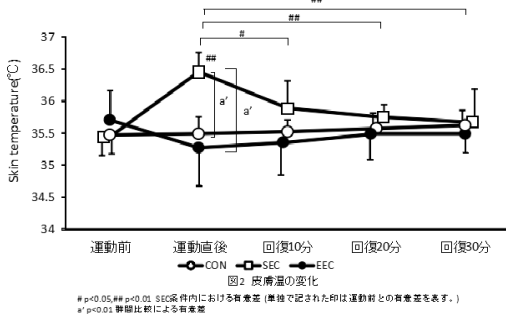


図2に3条件の皮膚温の変化を示した。SEC 条件で運動直後の皮膚温が他の測定時間と比べ有意に高値を示した(回復10分:p<0.05, 運動前, 回復20分, 回復30分:p<0.01)。CON 条件及び EEC 条件では有意な差は見られなかった。また運動直後の皮膚温における群間差の比較では SEC 条件が CON 条件, EEC 条件と比べて有意に高値を示した(p<0.01)。

B 筋硬度

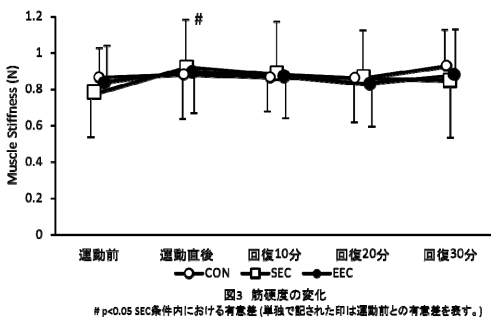


図3に筋硬度の変化を示した。SEC 条件において運動直後の値が運動前と比べて有意に高値を示した(p<0.05)。CON 条件, EEC 条件では全測定時間において有意な差は見られなかった。また各群

の間にも有意な差は見られなかった。

C Visual Analogue Scale

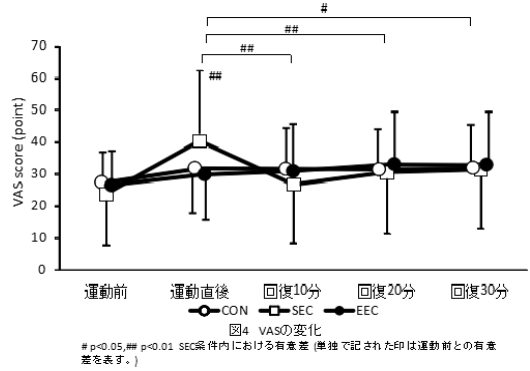


図4に VAS の変化を示した。SEC 条件において運動直後の値が他の測定時間と比べ有意に高値を示した(運動前, 回復10分, 回復20分:p<0.01)。また CON 条件, EEC 条件では全測定時間において有意な差は見られなかった。また各群の間にも有意な差は見られなかった。

D 僧帽筋ヘモグロビン動態

1. 総ヘモグロビン量(Total-Hb)

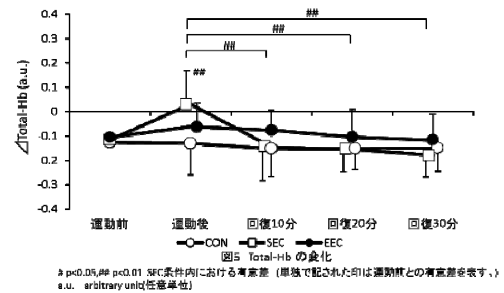


図5に3条件の Total-Hb の変化を示した。SEC 条件について、運動直後の値が他の測定時間の値と比べ、有意に高値を示した(運動前, 回復10分, 回復20分, 回復30分:p<0.01)。CON 条件, EEC 条件では有意な差は見られなかった。

2. 酸素化ヘモグロビン量(Oxy-Hb)

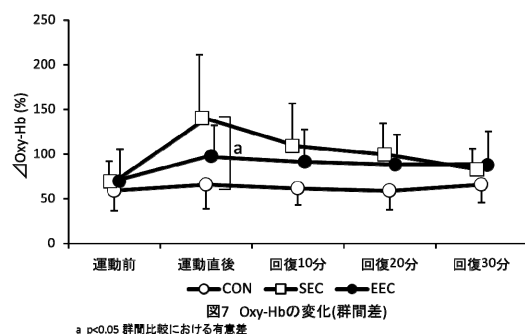
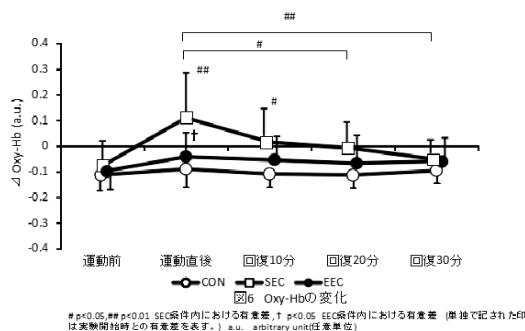


図6, 図7に3条件の Oxy-Hb の変化を示した。SEC 条件は運動直後の値は運動前及び回復20分以降と比べて有意に高値を示した(回復20分:p<0.05, 運動前, 回復30分:p<0.01)。また回復10分の値は運動前と比べて有意に高値を示した(p<0.05)。EEC 条件では運動直後の値が運動前と比べて有意に高値を示した(p<0.05)。

また群間差の比較(図5)では運動直後において SEC 条件が CON 条件と比べて有意に高値であった(p<0.05)。

3. 脱酸素化ヘモグロビン量(Deoxy-Hb)

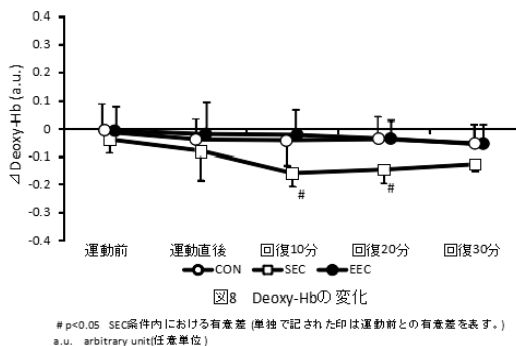


図8に3条件の Deoxy-Hb の変化を示した。SEC 条件において回復10分及び20分の値は運動前の値と比べて有意に低値であった(p<0.05)。CON 条件, EEC 条件では全測定時間において有意な差は見られなかった。

IV. 考察

A 皮膚温

宮崎ら(2003)は、肩こりの有無による皮膚温の違いを調べたところ、肩こりがある者は無い者と比べ約 0.3℃低い、また肩こりの部位がそうではない部位と比較して約 0.5℃低いと報告している¹⁵⁾。また、金井ら(1993)は僧帽筋肩甲部の皮膚温や深部温度、皮膚血流量から肩こりに対する磁気治療器の効果を調べた実験で、磁気治療器を使用することで低温化したこりの部分が明らかに改善し、皮膚温度、深部温度、血流量を上昇させたと報告している¹⁶⁾。これらの報告から皮膚温と肩こりは関係性があることが推察され、皮膚温の変化は肩こりを調べる上での指標の一つになり得ると考えられた。

実験開始後、CON 条件は値が安定したのに対し、SEC 条件は運動直後まで値が上昇し、回復に入ると運動前と同レベルまで低下した。EEC 条件では皮膚温の上昇は確認されなかった。また群間比較においては運動直後の値において SEC 条件が CON 条件, EEC 条件と比べて有意に高値を示した。

樫村ら(1986)は健康な体育専攻男子学生5名に対し、腕エルゴメーター運動及び5分間の静的運動を行い、皮膚温の変化をサーモグラフィで測定したところ、動的運動時のサーモグラフィによる観察から、活動筋上の皮膚温は運動初期に上昇を示したが、非活動筋上の皮膚温は低下が観察されたと報告している¹⁷⁾。また鳥井ら(1987)は2名の成人男性に300kpm/min 及び900kpm/min の負荷による自転車エルゴメーターを行った際の8か所の上肢皮膚温をカラーサーモグラフィによって観察したところ、運動に伴って上肢の皮膚温が低下し、それは作業強度に依存していたと報告している¹⁸⁾。つまり、エルゴメーター運動時は活動筋付近の皮膚温は上昇し、非活動筋付近の皮膚温は低下するものと考えられる。この原因として活動筋の皮膚温上昇は筋血流量の増加及び筋温の上昇による伝導、対流の熱放散のため皮膚血管の拡張した結果であると報告され、また非活動筋の皮膚温低下は運動による血管収縮が大きく関与しているとの報告¹⁷⁾や運動中の皮膚温低下には発汗による蒸発性熱放散が貢献していることも考えられるとの報告がある¹⁸⁾。これらの報告は、今回測定した僧帽筋を活動筋とした SEC 条件では運動中の皮膚温上昇が認められ、非活動筋とした EEC 条件では皮膚温上昇が抑えられたことと関連するものであると考えられる。

B 筋硬度

肩こりの自覚症状には硬いや張るといった症状を感じる者が多いとされている。その硬いや張るといった症状に着目して、筋硬度を利用した文献は多数存在する。矢吹ら(2001)は看護婦510人を対象としてアンケートや検診をし、肩こりの有無によって比較をしたところ、肩こり群の僧帽筋の筋硬度は対照群と比べて有意に高値であったと報告している¹⁹⁾。津田ら(2007)は肩こりのある者において利き手側の胸鎖乳突筋、僧帽筋上部線維、肩甲挙筋、頸部伸展筋群の筋硬度比が有意に高く、非利き手側では胸鎖乳突筋、僧帽筋上部線維が有意に高かったと報告している²⁰⁾。

今回の実験では SEC 条件の運動直後の値が運動前と比べて有意に高値を示した。しかしその後、実験開始時と同様のレベルまで値は低下した。これは肩部を運動したことによる影響が推察された。また、CON 条件、EEC 条件では有意差は見られなかった。塚原ら(2008)は肩こりの程度が5段階中3以上の者である等、重度の肩こりと考えられる被験者に対し、筋硬度を測定し、その平均は30.9tome (N換算:1.20N)であった²¹⁾。今回の実験での実験前の値は CON 条件:0.90±0.24N, SEC 条件:0.82±0.28N, EEC 条件:0.85±0.23N であり、塚原らの報告と比べると低値であり、被験者の肩こりの程度が軽度であったことが推測される。

C Visual Analogue Scale

Visual Analogue Scale 法 (VAS 法) は、主観的な尺度(痛み、疲労など)を客観的に測定するために開発された方法である。100mmの直線上のスケールに0~100までの目盛があり、例えば痛みを測定する場合には、0を無痛、100を最大と思われる激痛として、測定時の感覚をその0~100の間で測定する。単純で、また再現性が高いことから多くの研究で利用されている方法である。肩こりに関する実験でも多く利用されている¹⁰⁾²²⁾。それらの文献では肩こりと VAS の関係性があるとの報告であり、VAS による肩こりの自覚的症状を調査する必要であるのではないかと考え、測定した。

今回の実験では SEC 条件のみ有意に高値を示した。また、回復期には運動前のレベルまで低下したことから、その影響は一時的なものであると思われる。一方、EEC 条件、CON 条件では有意な変化は見られなかった。その要因として被験者の肩こりの度合いが関係していると考えられた。先行研究では実験前の値が74mm¹⁰⁾、51mm²²⁾となっていたが、今回の実験では全条件の平均が27.3mmであり先行研究と比べて低値であった。今回は肩こりの自覚度が軽度であり、有意な変化が見られなかったと推測される。

D 僧帽筋ヘモグロビン動態

酸素消費量が一定の場合、Oxy-Hb の増加は動脈血の増加を指し、Deoxy-Hb の減少は静脈血還流の促進を、特に皮下組織の静脈血還流が促進していると考えられる²³⁾。また Total-Hb の値は測定筋における血液量を表し、Oxy-Hb と Deoxy-Hb の値の和で算出される。

SEC 条件において、運動直後の Total-Hb と Oxy-Hb の値が運動前より高値であったこと、さらに Oxy-Hb の値では CON 条件との群間差が確認された。この時の Oxy-Hb の変化は組織での酸素消費量が低下、もしくは血流増大による酸素供給、の2通りの要因が考えられる。今回の場合、酸素消費量は代謝亢進により増大していると考えられるため、今回の変化は血流による変化であることが推測される。つまり運動による末梢血管床の拡張が働き、運動前よりも動脈血の流入と組織血液量が増加していると推測できる。運動終了後は Total-Hb で CON 条件と同様の変化を示し、Oxy-Hb では徐々に運動前と同様のレベルまで低下した。また Deoxy-Hb で運動前の値と比べ有意な低下が確認された。これは CON 条件と比べ静脈還流が促進している可能性を示唆している。EEC 条件において、Total-Hb 及び Deoxy-Hb では CON 条件と同様の変化であったが、Oxy-Hb については運動直後で値が有意に上昇していることが確認された。また運動直後の Oxy-Hb について群間差は確認されていない。これは CON 条件と比べて運動直後の動脈血の流入量が増加しているものの、SEC 条件ほどの大きな変化ではないという事が推測される。

以上、本研究では肩こりに関連すると考えられる指標から2つの運動様式における相違を検討した。SEC 条件では肩すくみ運動により僧帽筋の皮膚温上昇及び動脈血の流入と組織血液量の増加が確認され、運動後においては静脈還流が促進している。また EEC 条件では運動を行うことにより、僧帽筋の皮膚温にはっきりとした変化は見られないが、CON 条件と比べて動脈血の流入が若干増加

している様子が伺えた。これらの結果から肩部の運動により僧帽筋の皮膚血流量、筋血流量の増加が推測され、下肢の運動では僧帽筋の筋血流量は微増していることが推測される。Rosendal らは肩こりを有する者の僧帽筋を取り巻く間質液には筋の収縮と関連のあるカリウムイオンが高濃度で存在していることが報告されており²⁴⁾、南山らは筋血流が間質に貯留したカリウムを洗い流すことで、こりの緩和につながると報告している⁹⁾。これらの先行研究より、今回の結果は肩部の運動だけでなく下肢の運動にも肩こり改善に影響を与える可能性があることを示めていると考えられる。しかし、本研究では筋硬度、肩こりの自覚度の観点から有益な情報を得る事は出来なかった。これは被験者の肩こりの度合いが比較的軽度であったことが原因として挙げられ、より重度の肩こりを有する者を対象として行うことで運動と肩こりとの関連性が見えてくる可能性がある。また、運動療法は一定期間、継続して行うものであり、本研究は単回の運動での変化を観察するというものであることから、今回の結果は直接的に肩こりの改善に結びつくものではない。今後、本研究を活かし更なる運動様式の検討や時間、強度、頻度、期間の検討を行うことによって肩こり改善のための運動療法を確立できると考えられる。

V. 要約

本研究の目的は運動様式の違いが僧帽筋ヘモグロビン動態、皮膚温、筋硬度、自覚的感覚(VAS)に及ぼす影響について検討することである。被験者6名に対し、control 条件(以下、CON 条件)、肩すくめ運動条件(以下、SEC 条件)、エルゴメーター運動条件(以下、EEC 条件)を行った。結果は以下の通りである。(1)皮膚温について、SEC 条件では運動により CON 条件と比べ高値を示した。(2)筋硬度、VAS について SEC 条件の運動直後の値が運動前と比べて有意に高値を示した。これは運動による影響が考えられた。(3)ヘモグロビン動態は近赤外線分光法によって行われた。SEC、EEC 各条件とも CON 条件と比べて、動脈血の流入量

が増加する可能性が推測された。以上より僧帽筋における皮膚温及びヘモグロビン動態は運動様式によって異なる変化を示し、このことは筋血流量の変化の影響を受けた可能性が推測される。これらの結果は肩部の運動だけでなく下肢の運動にも肩こり改善に影響を与える可能性を示唆するものである。

VI. 謝辞

本研究は平成23年度千葉県体育学会研究助成制度の研究助成を受け、遂行されたものである。助成を賜りました千葉県体育学会に深く感謝を致します。

VII. 参考文献

- 1)厚生労働省大臣官房統計情報部:平成22年度国民生活基礎調査,1,110,厚生労働統計協会,2012
- 2)厚生労働省大臣官房統計情報部:平成19年度国民生活基礎調査,1,93,厚生統計協会,2009
- 3)厚生労働省大臣官房統計情報部:平成16年度国民生活基礎調査,1,165,厚生統計協会,2006
- 4)厚生労働省大臣官房統計情報部:平成13年度国民生活基礎調査,1,190-191,厚生統計協会,2003
- 5)厚生省大臣官房統計情報部:平成10年度国民生活基礎調査,1,138-139,厚生統計協会,2000
- 6)厚生省大臣官房統計情報部:平成7年度国民生活基礎調査,1,138-139,厚生統計協会,1997
- 7)高岸憲二 他:肩こりに関するプロジェクト研究(平成16-18年),日本整形外科学会雑誌,82,901-911,2008
- 8)香取早苗 他:肩凝りに対する塩酸エペリゾン(MyonalR)の効果と圧痛計による評価,基礎と臨床,27,4553-4560,1993
- 9)南山祥子 他:肩甲部皮膚加温による肩こり女性の疼痛緩和,臨床体温,27,32-37,2009
- 10)Jimbo S. et al.: Effects of dry needling at tender points for neck pain(Japanese: katakori):near-infrared spectroscopy for monitoring muscular oxygenation of the trapezius, J Orthop Sci. , 13, 101-106, 2008
- 11)山鹿真紀夫:肩こり 胸郭出口症候群,整形外科,56,929-935,2005
- 12)Randlov A et al.: Intensive dynamic training for females with chronic neck shoulder pain. A randomized controlled trial, Clinical Rehabilitation, 12, 200-210, 1998
- 13)Green D et al.: Comparison of forearm blood flow responses to incremental handgrip and cycle ergometer exercise: relative contribution of nitric oxide, J Physiol, 562, 617-628, 2005
- 14)大久保正樹 他:近赤外分光法を用いた僧帽筋血液量測定についての検討, Therapeutic Research, 21, 1511-1515, 2000
- 15)宮崎栄子 他:皮膚温度および食塩の塩味に及ぼす天然にがりの影響, 栄養学雑誌, 61, 183 - 187, 2003
- 16)金井成行 他:肩凝りに対する磁気による治療効果の検討, 日本ペインクリニック学会誌, 3, 393-399, 1996
- 17)樫村修生 他:上肢運動における皮膚温のサーモグラフィによる観察, 体力科学, 35, 83-92, 1986
- 18)鳥井正史 他:Thermography による submaximal 自転車駆動時の上肢皮膚温の観察, The Annals of physiological anthropology, 6, 21-24, 1987
- 19)矢吹省司 他:肩こりの病態, 臨床整形外科, 36, 1241-1246, 2001
- 20)津田拓郎 他:肩こりに関する頸部・上部体幹筋群の筋硬度評価, 理学療法福岡, 20, 91-94, 2007
- 21)塚原寛樹 他:アスタキサンチン含有ソフトカプセル食品の肩血流量及び肩凝りに対する影響, 日本補完代替医療学会誌, 5, 49-56, 2008
- 22)Taimela S et al.: Active treatment of chronic neck pain a prospective randomized intervention, Spine, 25, 1021-1027, 2000
- 23)坂井友実:鍼治療と末梢循環, 第20回生体・生理工学シンポジウム論文集, 20, 227-230, 2005
- 24)Rosendal L et al.: Increased levels of interstitial potassium but normal levelsof muscle IL-6 and LDH in patients with trapezius myalgia,Pain, 119, 201-209, 2005