

ISSN 1340-7074

関西臨床スポーツ医・科学研究会誌

Journal of Kansai Clinical Sports Medicine and Science

2019 Vol. 29

関西臨床スポーツ医・科学研究会

関西臨床スポーツ医・科学研究会誌

2019 Vol.29

関西臨床スポーツ医・科学研究会

目 次

1. コリジョンスポーツ選手における ACL 再建術後 6 か月までの体組成変化 ---- 香川健太郎 他	3
2. 有酸素運動とレジスタンストレーニングによる不安軽減効果の検討..... 日高なぎさ 他	5
3. キネシオテーピングが有酸素運動中のエネルギー代謝及び 血中乳酸値に及ぼす影響	9

コリジョンスポーツ選手における ACL再建術後6か月までの体組成変化

正風病院 リハビリテーション室
正風病院 スポーツ整形外科
行岡病院 スポーツ整形外科
大阪府立大学 総合リハビリテーション学類

香川健太郎・永田 武豊・熊部 翔・秋水 勇紀
井内 良・塩崎 嘉樹
内田 良平
高尾理樹夫・堀部 秀二

目 的

体組成の変化はスポーツ活動に影響を及ぼすと考えられており、大学男子サッカー選手の間欠の高強度運動能力は、体脂肪率と負の関係、骨格筋率と正の関係があることが報告¹⁾されている。また、ラグビーやアメリカンフットボールなどの激しい衝突を繰り返すコリジョンスポーツにおいては、一般的に体格が大きい方が有利とされ、体重増加はパフォーマンスの向上に関連していることが報告されている²⁾。膝前十字靱帯（ACL）損傷は、コリジョンスポーツにおいて頻度が多いスポーツ外傷の一つで、靱帯再建術が広く行われている。術後スポーツ復帰の指標として、筋力、バランス等が報告されている一方で、体組成を検討した報告はほとんどない。我々は、ラグビー選手のACL再建術前後に、生体電気インピーダンス法（Bioelectrical Impedance Analysis: BI法）による体組成測定を行い、術後3週までに筋肉量が平均1.8 kg減少していることを報告³⁾している。しかしながら、術後1か月以内の短期間での経過であり、スポーツ復帰時期までの体重や体組成変化については不明である。そこで、今回我々は、BI法を用いてコリジョンスポーツ選手を対象としたACL再建術後6か月までの体重及び体組成変化について検討した。

対象および方法

自家膝蓋腱を用いた初回ACL再建術後の27例27膝（平均年齢 21.9 ± 3.9 歳、ラグビー選手13例、アメリカンフットボール選手13例）に対して、研究の主旨と目的を説明後、同意を得た上で体重と体組成の測定を行った。初回受傷から手術までの期間は平均 67.5 ± 56.6 日、平均入院日数は 29.0 ± 2.7 日であった。後療法は膝軽度屈曲位にて2週間装具固定後、関節可動域訓練を開始し、術後3週で部分荷重、術後4週で全荷重歩行とした。術後3か月でジョギングを開始し、6か月以降にスポーツ復帰を許可した。

体重はオムロン体重計（OMRON社）で、体組成についてはIn Body S10（In Body社）を用いて、術前及び術後

1か月～6か月の時点まで1か月毎に、全身の筋肉量及び脂肪量を測定した。測定方法は消化器内残留物による測定誤差を排除するため昼食後3時間経過した午後4時前後とし、体内水分量を安定させるため安静背臥位10分後、体重測定の誤差をなくするため測定毎の衣服を統一させ、測定を行った（図1）。体重と体組成の各測定時期実測値と術前測定値の差を術前測定値で除した体重変化率、筋肉量変化率、脂肪量変化率を算出した。

統計学的解析は体重、筋肉量、脂肪量の術前との比較にはWilcoxonの符号付順位検定を適用し検討を行った。なお、統計処理には4Steps Excel 統計第4版 Statcel4を用い、有意水準は5%未満とした。



図1. 下肢骨格筋量測定

結 果

術後1か月の体重は術前と比較して平均 1.5 ± 2.1 kg（ $1.8 \pm 2.3\%$ ）と有意に減少していたが、それ以降は術前レベルまで戻っていた（図2）。筋肉量は術前と比較して術

後1, 2か月で有意に減少していたが, 術後3か月で術前と同じになり, 4か月以降は術前より有意に増加していた ($p<0.05$) (図3). 一方, 体脂肪量は術後1か月をピークに増加 ($1.3 \pm 1.8\text{kg}$, $7.3 \pm 9.4\%$) し, その後徐々に低下していた (図4).

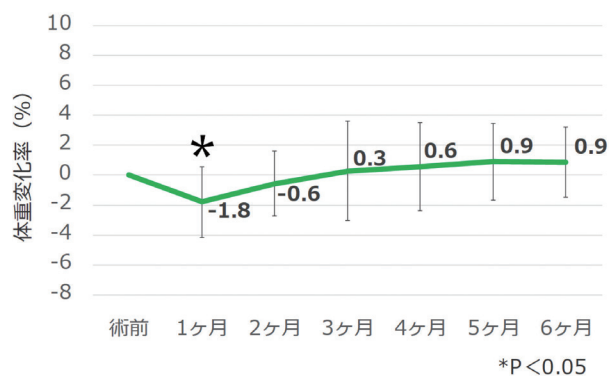


図2. 体重変化

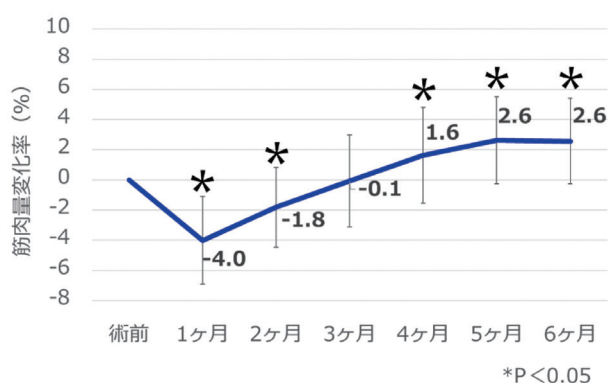


図3. 全身筋肉量変化

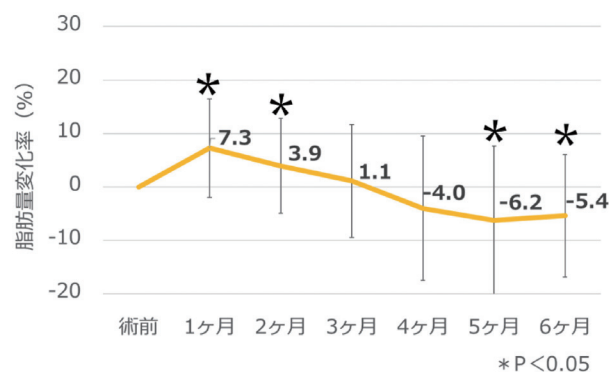


図4. 全身脂肪量変化

考 察

我々の以前の報告³⁾と同様, 術後1か月では体重と筋肉量は減少し, 脂肪量は増加していた. この要因として, 術後の装具固定や免荷などによる活動低下が影響しているものと考えられ, 今後術後早期の患肢以外のトレーニングや栄養管理等を検討していく必要があると思われる. 一方, 術後2か月以降脂肪量は術前とほぼ同じであり, 筋肉量は術前より有意に増加していた. 我々は第26回の本研究会にて一般スポーツ選手を対象としたACL再建術後6か月までの体組成変化を報告⁴⁾した. 6か月で筋肉量は術前レベルまで戻っていたが, 体脂肪量は術前より軽度高値を示しており, 本研究結果とは若干異なっていた. 本研究は, 対象者の大半が社員選手やプロ選手であったため, チームトレーナーによる適切なトレーニングや栄養の管理が適切に行われ, 一般スポーツ選手に比べ体組成が改善したと推測された. ACL再建術後のスポーツ復帰時期に関しては, 移植腱のリモデリングや筋力の回復等の観点から, 術後6か月以降としていることが多く, 体組成の観点からも術後6か月程度は必要と思われた. ただ, 術前の体組成はACL損傷後の活動低下の影響を受けており, 受傷前の体組成とは異なる可能性がある. 今後は, 競技復帰時点での体組成評価も行い, 術前と術後6か月の体組成変化が, 競技復帰時の体組成として妥当かどうかの検討をする必要がある.

結 語

コリジョンスポーツ選手を対象としたACL再建術後6か月までの体重, 筋肉量, 脂肪量について検討した. 筋肉量は術後1か月で平均4% (2.6 kg) 減少していたが, その後徐々に増加し, 術後6か月では術前よりも平均2.6% (1.6 kg) と有意に増加していた.

参考文献

- 1) 柳澤修ら: 大学男子サッカー選手における身体組成と体力の関連性ならびにポジション特性について. 桜美林論考. 自然科学・総合科学研究 (8), 51-60, 2017-03
- 2) 八百則和ら: ラグビー選手における大学1年次生のシーズン前からシーズン終盤までの身体組成の推移. 東海大学スポーツ医科学雑誌 (29), 25-30, 2017
- 3) 藤田由江ら: ラグビー選手におけるACL再建術後の入院中の食事調査および体組成変化. 第28回日本臨床スポーツ医学会にて発表, 2017年11月19日, 東京
- 4) 香川健太郎: ACL再建術後6か月までの体組成変化. 関西臨床スポーツ医・科学研究会誌26: 37-38, 2016

有酸素運動とレジスタンストレーニングによる不安軽減効果の検討

関西医科大学大学院 日高なぎさ

大阪産業大学 日高なぎさ

関西医科大学 黒瀬 聖司・堤 博美・今泉有紀子・山本翔太郎・木村 穰

目 的

平成 25 年の独立行政法人労働政策研究・研修機構の報告によると、過去 3 年間で病気休職制度の利用者の退職率をみると、もっとも多い「がん」(42.7%) に次いで、「メンタルヘルス」(42.3%) がある。このようにストレス社会の影響によって、心身の健康を害する人が増えており大きな社会問題となっており、メンタルヘルス対策が急務となっている。

従来から運動が心身のストレスを軽減するという報告がなされている。例えば、黒澤らは、低頻度の有酸素トレーニングが精神的健康度に影響を与えると報告している¹⁾。また青木は Taylor(2000), Biddle & Mutrei(2001), Lamders & Arent (2001) が行った研究から、これらの共通する結論として、「①運動は小から中程度の不安軽減効果がある、②不安軽減効果は一過性の運動、継続的な運動、状態不安と特性不安、両性、各種年齢集団にあてはまる、③有酸素(性)と非有酸素(性)運動の不安軽減効果の差は明らかではない、④中等度から高等度の運動強度で不安軽減効果があるが、特に中等度の運動強度に効果がある、⑤運動のうつ軽減効果は、他の精神療法と同等の効果がある、⑥運動はうつ病患者に対してネガティブな影響を及ぼさない」と 6 つの共通点を挙げている²⁾。

このように運動の不安軽減効果が報告されているが、不安の種類や運動のタイプと不安軽減効果との間の関連については明らかになっていない点も多い。そこで本研究は運動介入による不安軽減効果の有無を明らかにするため、有酸素運動とレジスタンストレーニング(以下、RT)のどちらの運動がより不安を軽減する効果が高いのか、また状態不安と特性不安のどちらの不安がより軽減されやすいかについて新版 STAI(State-Trait Anxiety Inventory)を用いて検証を行った。

方 法

対象は健常若年者 12 名(平均年齢 23.1 ± 1.2 歳、男性 8 名、女性 4 名)とした(表 1)。介入は安静、および有酸素運動、RT の 3 条件で、その前後に新版 STAI を実施す

表 1. 被験者属性

	男子 (n= 8)	女子 (n= 4)	全体 (n= 12)
年齢 (歳)	23.00 (1.20)	23.25 (1.50)	23.10 (1.20)
身長 (cm)	170.13 (5.59)	156.00 (4.32)	165.42 (8.56)
体重 (kg)	65.49 (5.97)	46.23 (2.60)	59.07 (10.70)
BMI (kg/m ²)	22.60 (1.19)	23.25 (1.50)	21.41 (2.10)

※ () 内は SD

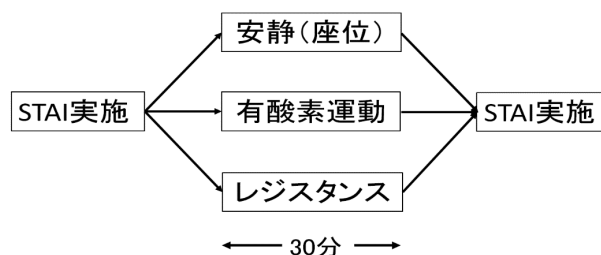


図 1. 研究プロトコル

るクロスオーバー試験とした(図 1)。

1) 介入条件

- ①安静：前測定に新版 STAI を実施。その後 30 分間、閉眼にて安静状態で待機し、後測定として再度、新版 STAI を実施した。
- ②有酸素運動：前測定に新版 STAI を実施。その後、心肺運動負荷試験からカルボーネン法を用いて 65 ~ 70% 強度で自転車エルゴメータを用いた有酸素運動を 30 分実施し、後測定として再度、新版 STAI を実施した。
- ③RT：前測定に新版 STAI を実施。その後 RT(スクワット 30 回 × 2 セット、スロークランチ 30 回 × 2 セット、フロントブリッジ 60 秒 × 2 セット、腕伸ばしツイスト 20 回 × 2 セット、脚上げサイドブリッジ 20 秒 × 2 セット、バッククロス 30 秒 × 2 セット、クロスクランチ 15 回 × 2 セット(実施総時間約 30 分))を実施し、後測定として再度、新版 STAI を実施した。

上記の3条件は、互いの影響が出ない様に各介入の測定間隔は3日以上の間隔を空けて行った。研究期間は2018年および2019年の1月～2月であった。

2) 新版 STAI について

新版 STAI は、Spielberger, C.D との共同研究をもとに標準化された、信頼性の高い不安測定の質問紙法であり、臨床現場や研究において幅広く用いられている。

不安にはその個人が現在の状態によって感じている不安である「状態不安」と、その人が元々有している性格特性としての不安である「特性不安」があり、それぞれの不安得点を調べる事ができる。不安存在項目と不安不在項目を同数とし、高い妥当性を維持している。

3) 統計処理について

統計ソフトはIBM社のSPSS statistics ver.21を用いて、安静、有酸素運動、レジスタンストレーニング前後のSTAI-2の状態不安と特性不安の得点の変化は、対応のあるt検定を用いて比較した。有意水準は5%未満とした。

結 果

安静条件の状態不安(41.25 → 36.67点)と特性不安(47.92 → 45.33点)、有酸素運動介入の状態不安(42.50 → 40.92点)と特性不安(47.08 → 43.58点)は低下傾向を示したが、有意差は認めなかった(図2, 図3)。

一方、RT介入の状態不安(42.25 → 36.83点, $p < 0.001$)と特性不安(47.67 → 43.67点, $p < 0.05$)は有意に低下し、不安軽減効果が認められた。

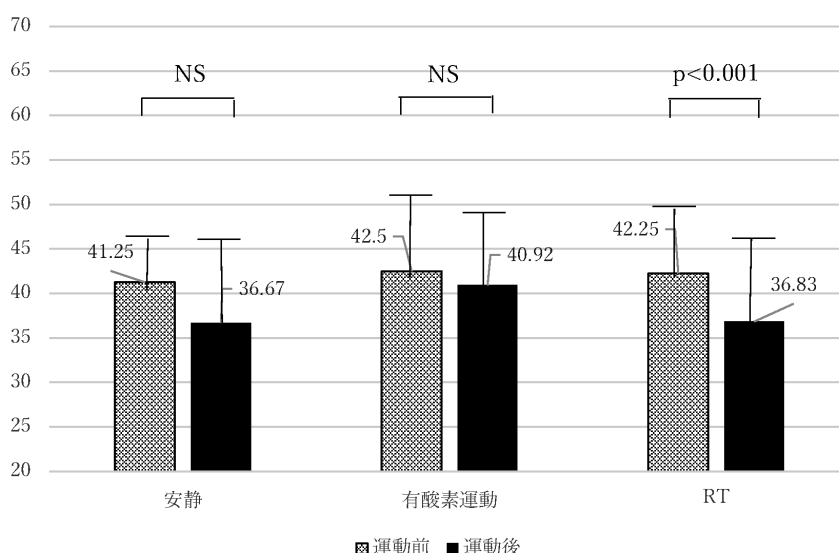


図2. 状態不安得点の実施前後の変化

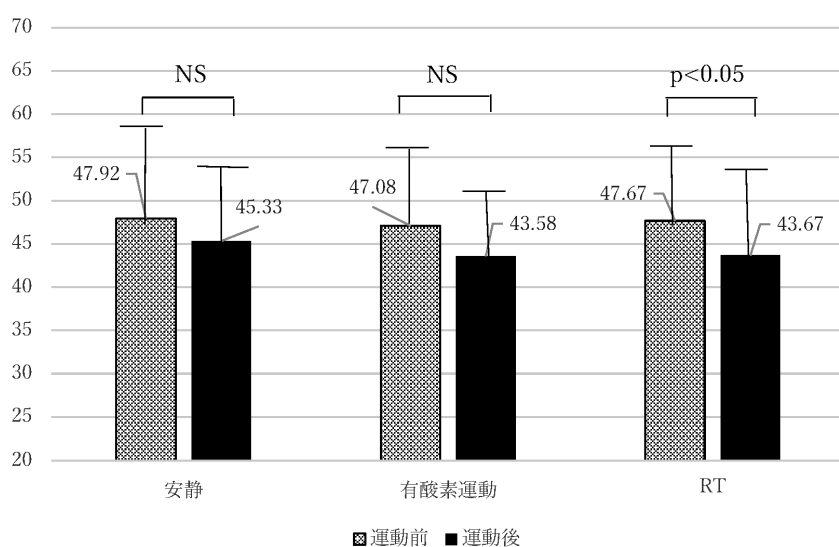


図3. 特性不安得点の実施前後の変化

考 察

今回の結果では、RTにおいて状態および特性不安得点の変化から、不安軽減効果が有意に認められた。Jakob L. Vingren らのレビューでは、RT実施後にテストステロンが上昇するという研究が多数報告されており³⁾、Fink Jらのレビューでも、テストステロンなどステロイドホルモンに加えて、成長ホルモン（GH）やインスリン様成長因子1（IGF-1）、タンパク質ホルモン（PH）が、RT後に増加すると報告されている⁴⁾。さらにAudrey Yule Coqueiroらのラットを対象とした研究では、有意差は認められなかったものの、RT実施後に神経伝達物質であるセロトニンが17%上昇したと報告されている⁵⁾。

一般的にテストステロンは筋肉や骨を強化するなど身体的機能を高めるだけでなく、精神を高揚させるなど精神的機能も高める役割を有している。また神経伝達物質であるセロトニンは、「幸せホルモン」とも呼ばれており、ノルアドレナリンやドーパミンの暴走を抑制して心のバランスを整えて精神を安定させたり、交感神経と副交感神経の両方の神経を調整する役割を有しており、心身のストレスを緩和したり睡眠を促す役割を有している。またセロトニンが分泌されることで、喜び、幸せ、楽しみなどを感じることができ、うつ病などではセロトニンが低値になりやすいと言われている。今回、RTが不安軽減に奏効した理由は、介入後に上記の様なテストステロンやセロトニンが増加した結果、被験者の意欲が高まったり、肯定的感情が高まった結果、不安軽減につながったのではないかと考えられる。

他の奏効要因としては、RTのメニューは筋肉のトレーニングを中心としていることから、介入後、一定時間経過した後に疲労感が出てくる有酸素運動に比して、介入開始直後から身体負荷が高く、そのことから姿勢維持や身体の負荷に注意集中が向きやすく、不安から意識が逸れ、不安軽減効果が高まったことも考えられる。「マインドフルネスストレス低減法」においては、人は先々の不安等を感じることでストレス状態に陥ることから、今現在の一つ一つの瞬間に注意を集中させることを重視している⁶⁾。さらに我が国、独自の精神療法である「森田療法」においても、神経症者には偶然生じた不安症状に対して強い不安を覚えた結果、益々、不安に対する感覚や注意が集中して症状が悪化し、注意や感覚の悪循環を招く「精神交互作用」の存在に触れており、本作用が不安症状をさらに増幅させたり、悪化させたりする原因と報告されている⁷⁾。神経質な性格傾向の者や、ストレス症状を発症したりしやすい者は不安に注意を向け過ぎるために、さらに不安が増幅し症状の悪化につながるが、RTは身体負荷がきつく、また実施開始直後から身体疲労や姿勢維持に注意を集中させやすいことから、不安に対する意識が有酸素に比して逸れやすく、不安の軽減につながったのではないかと考えられる。本研究の被験者は健康若年者であったが、彼らにおいてもRTに

よる不安の軽減効果が認められたことから、ストレス性疾患を有する患者においても、奏効する可能性が考えられる。

一方、有酸素運動では有意差が見られなかった。その理由としては、まず被験者の男女比が考えられる。一般的に男性は女性よりも筋肉量が多いことから、有酸素運動に比して筋肉を多く使うRTで、より効果が出やすかったのではないかと考えられる。先述したJakob L. Vingren らも、RT介入後のテストステロンの増加は男性においては認められるものの、女性のテストステロン反応に関する所見はあいまいであり、激しい抵抗運動の繰り返しに反応して増加と変化は観察されなかった³⁾と述べており、被験者が男性の場合、RTによるテストステロンの上昇が特に顕著であることから、不安軽減効果がより得られやすいのではないかと考えられる。RTがなぜテストステロンなどのホルモンを増加させるのかについての明確な機序は明らかにされていないため、今後、さらなる研究が必要と考えられる。

また被験者が有酸素運動に対して自発的、前向きに取り組んでいたか否かも影響していると考えられる。本研究の有酸素運動は自転車エルゴメータであり、大学生が好むようなエアロビクスを取り入れた中原⁸⁾の先行研究に比して、運動内容が単調であることから被験者のモチベーションが低くなった可能性も考えられる。以上のことから、単調な中等度強度の有酸素運動よりも、高強度で動きに変化があるレジスタンストレーニングの方が運動に集中することができ、一過性の不安軽減効果を認める可能性が示唆された。

本研究はいくつかの限界がある。被験者の男女比が異なるため、より筋肉を多用するRTにおいて有意差が生じた可能性があることから、今後は男女比を合わせて検証する必要があると考えられる。また、有酸素運動は自転車エルゴメータを選択したが、被験者が積極的に参加しやすい種目による検討も必要である。最後に、本研究ではテストステロンやセロトニンは測定しておらず、RT介入後の不安軽減効果の直接的な関連性は検証できていない。今後は、この点についてもより詳細な検討が必要と考えられる。

結 論

運動強度や運動時の集中力などが不安軽減効果に関与する可能性が考えられ、今後、心身症などストレス性疾患を有する患者への運動処方開発の可能性が考えられた。

参考文献

- 1) 黒澤幸弘ら：臨床実習における学生の心理的不安に対する有酸素運動の効果，第48回日本理学療法学会大会抄録集，40（2）：Page P-C教・管-020，2013.
- 2) 青木邦男：運動の不安軽減効果及びうつ軽減効果に関する文献研究，山口県立大学大学院論集，3：37-45，2002.
- 3) Jakob L. Vingren, et al.: Testosterone Physiology in Resistance Exercise and Training, Sports Medicine, Volume 40, Issue 12：1037-1053, 2010.

- 4) Fink J, et al.: The role of hormones in muscle hypertrophy, *Phys Sportsmed*, 46 (1) : 129-134, 2018.
- 5) Audrey Yule Coqueiro, et al.: Effects of Glutamine and Alanine Supplementation on Central Fatigue Markers in Rats Submitted to Resistance Training, *Nutrients*, 10 (2) : 119, 2018.
- 6) J. カバジツジン著, 春木豊訳: マインドフルネスストレス
逡減法, 1-21, 2012, 北大路書房, 京都.
- 7) 岩井寛: 森田療法, 72-76, 1986, 講談社, 東京.
- 8) 中原雄一ら: 低頻度の有酸素トレーニングが精神的健康度に
与える影響, *体力研究*, 111, 1-7, 2013.

キネシオテーピングが有酸素運動中のエネルギー代謝 及び血中乳酸値に及ぼす影響

関西医科大学医学部健康科学教室
関西医科大学医学部リハビリテーション医学講座
関西医科大学くずは病院 リハビリテーション科

黒瀬 聖司・友井 歩・堤 博美・木村 穰
福島八枝子
福島八枝子

はじめに

キネシオテーピング法は1980年に考案され、キネシオテーピングによって皮膚を持ち上げ筋肉との間に隙間ができて、リンパ液の流れが良くなる^{1), 2)}。その効果は、痛み・腫れ・内出血の改善、筋肉疲労の早期改善、リハビリ・機能回復効果、関節可動域の改善などが期待されている^{2)~4)}。近年、キネシオテーピングのエビデンスとしてシステマティック・レビューが出ており、慢性腰痛や変形性膝関節症の疼痛緩和⁵⁾や脳卒中患者のバランス機能、歩行機能、日常生活活動を改善させること⁶⁾が報告されている。しかし、主観的な痛みや運動機能の改善に関する報告が多く、メカニズムも不明なものが多いのが現状である。

キネシオテーピングによって末梢循環や筋収縮の改善が起こるのであれば、同一強度の運動に対するエネルギー消費量が増加する可能性が推測されるが、そのような先行研究は皆無である。そこで本研究の目的は、キネシオテーピングが有酸素運動中のエネルギー代謝へ及ぼす影響を主観的および客観的な指標から検討することである。

方 法

1. 対象

健常学生6名（年齢：23.5 ± 1.2歳，男/女：3/3名）を対象にした（表1）。本研究はヘルシンキ宣言に則り、被験者に対して本研究の目的を説明し、参加についての同意を書面で得た。

表1. 被検者背景

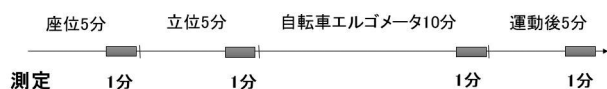
	n = 6
年齢(歳)	23.5 ± 1.1
男性, n (%)	3 (50.0)
身長(cm)	165.2 ± 7.5
体重(kg)	57.3 ± 11.5
BMI(kg/m ²)	20.8 ± 2.3
平均値 ± 標準偏差	

2. 研究プロトコール

キネシオテーピングの有無による無作為化クロスオーバー試験を行った（図1）。座位5分，立位5分，自転車エルゴメータ（コナミスポーツライフ社製，AEROBIKE 75XL-II）10分，運動後5分を行い，呼気ガス分析（ミナト医科学社製，AE-300S）は座位から連続で測定し，各介入の最後の1分の平均値を採用した。また，各介入の最後の1分間に血中乳酸値，主観的疲労感（VAS），Borg指数を測定した。

キネシオテーピングの有無による無作為化クロスオーバー試験

* 同一時間帯で中1日あけて測定



・呼気ガス分析は、座位から連続20分測定し、各介入の最後の1分の平均値を採用
・各介入の最後の1分間に心拍数、血中乳酸値、主観的疲労感（VAS）、Borg指数を測定

図1. 研究プロトコール

試験前に自転車エルゴメータを用いた症候限界性の心肺運動負荷試験を実施した。プロトコールは安静4分，20wattでのウォーミングアップ4分に続き，体力レベルに合わせて1分間に20～30wattsずつ増加するRamp法を用いた。呼気ガス分析はbreath-by-breath法で測定し，嫌気性代謝閾値（AT）はV-slope法⁷⁾を用いて決定した。その結果から，自転車エルゴメータでの運動強度は，ATの心拍数（HR）に，呼吸代償開始点（RC）からATを引いたHRの1/2を足した強度 [AT + (RC - AT) / 2] に設定した。

3. キネシオテーピング

キネシオテックス（キネシオテーピング協会認定テープ）は大腿四頭筋から膝蓋骨の両側とハムストリングスから下腿部にかけて，それぞれに逆Y字に貼付した（図2）。各筋を伸張した状態で，キネシオテックスは伸縮を与えないように貼付した。



図2. 大腿部へのキネシオテーピング

4. 評価項目

1) 呼気ガス分析指標

呼気ガス分析は、ミナト医科学社製 AE-300S を用いて HR、酸素摂取量、呼吸商、酸素脈、エネルギー消費量を測定した。エネルギー消費量は、酸素摂取量 (ml/min) × 5kcal / 1000 から算出した。

2) 血中乳酸値

血中乳酸値は、メディセーフファインタッチプロ（テルモ社製、MS-FP01）にて指尖穿刺を行い、ラクトート・プロ2（アークレイ社製、LT-1730）を用いて分析した。

3) VAS と Borg 指数

VAS は100mm の横直線に対し、疲労感について左端に「疲れをまったく感じない最良の感覚」、右端に「何もでき

ないほど疲れきった最悪の感覚」と設定した。その横直線上に、現在の主観的な疲労感を×印を入れてもらい、左端から×印までの距離をmm 単位で計測した値を評価した。Borg 指数は、自覚的運動強度から6～20 のポイントで評価した。

5. 統計処理

測定値は全て平均値±標準偏差で示した。正規性の検定は、Shapiro-Wilk 検定を用いた。

各評価項目の変化は、Shapiro-Wilk 検定の結果に応じて反復測定による一元配置分散分析と Tukey の多重比較検定、Friedman 検定と Bonferroni の多重比較検定を用いた。また、キネシオテーピング有無による群間の比較は、Shapiro-Wilk 検定の結果に応じて対応のある t 検定、Wilcoxon の符号付順位検定を用いた。統計処理は、統計ソフト SPSS ver23 for Windows を用い、有意水準は5% 未満とした。

結 果

自転車エルゴメータ中の呼吸商以外の指標は、キネシオテーピングの有無に関わらず、座位より有意に高値を示した（表2）。また、運動後のHR、呼吸商、Borg 指数は両条件とも座位より有意に高値を示した。一方、運動後の血中乳酸値は、キネシオテーピング時が座位より有意に高く、運動後のVAS はキネシオテーピングなし時が座位より高値を示した。両条件間の比較において、自転車エルゴメータ中はキネシオテーピング時の酸素摂取量（27.3 ± 6.1 vs. 26.6 ± 6.6ml/kg/min, p=0.090）とエネルギー

表2. キネシオテーピングの有無による各指標の変化

	キネシオ	座位	立位	エルゴ中	運動後	p value
心拍数 (bpm)	あり	69.2 ± 10.9	80.7 ± 12.5	156.8 ± 5.0**	91.7 ± 6.8**	<0.001
	なし	67.3 ± 9.4	80.0 ± 9.6	159.0 ± 7.7**	96.2 ± 7.2**	<0.001
酸素摂取量 (ml/kg/min)	あり	3.9 ± 0.5	4.1 ± 0.6	27.3 ± 6.1**	5.4 ± 0.7	<0.001
	なし	3.7 ± 0.7	4.0 ± 0.7	26.6 ± 6.6**	5.2 ± 1.0	<0.001
呼吸商	あり	0.87 ± 0.05	0.87 ± 0.04	0.96 ± 0.04	1.02 ± 0.13**	0.009
	なし	0.87 ± 0.06	0.84 ± 0.03	0.94 ± 0.07	1.02 ± 0.09*	0.001 [#]
換気量 (l/min)	あり	8.7 ± 2.3	9.5 ± 2.3	41.0 ± 17.4**	13.5 ± 4.4	<0.001
	なし	8.5 ± 2.2	9.3 ± 2.1	43.9 ± 9.5**	13.2 ± 3.9	<0.001
酸素脈 (ml/beat)	あり	3.4 ± 1.2	3.1 ± 1.2	10.1 ± 3.2**	3.5 ± 1.2	<0.001
	なし	3.3 ± 1.3	2.9 ± 1.1	9.6 ± 3.0**	3.1 ± 1.1	<0.001
エネルギー消費量 (kcal/分)	あり	1.12 ± 0.29	1.19 ± 0.37	7.92 ± 2.72**	1.58 ± 0.48	0.001 [#]
	なし	1.08 ± 0.35	1.15 ± 0.34	7.69 ± 2.68**	1.15 ± 0.52	<0.001
血中乳酸値 (mmol/l)	あり	1.3 ± 0.4	1.5 ± 0.6	5.8 ± 3.0**	4.4 ± 3.2*	0.001
	なし	1.3 ± 0.3	1.4 ± 0.4	5.7 ± 3.4**	4.7 ± 3.8	0.005
VAS (mm)	あり	21.0 ± 6.8	25.7 ± 5.5	65.2 ± 5.7*	49.2 ± 15.0	0.002 [#]
	なし	18.0 ± 5.7	26.7 ± 7.1	68.7 ± 10.9**	51.7 ± 9.8*	0.001
Borg 指数	あり	9.5 ± 1.5	10.5 ± 2.0	15.0 ± 0.9**	11.5 ± 1.0*	<0.001
	なし	9.0 ± 1.9	9.7 ± 2.2	15.3 ± 1.5**	12.7 ± 1.6**	<0.001

平均値±標準偏差。p value: 反復測定による一元配置分散分析もしくはFriedman検定の有意確率、*: Friedman検定

** p < 0.01, * p < 0.05 vs. 座位、§ p < 0.05, † p < 0.10 vs. 試行間

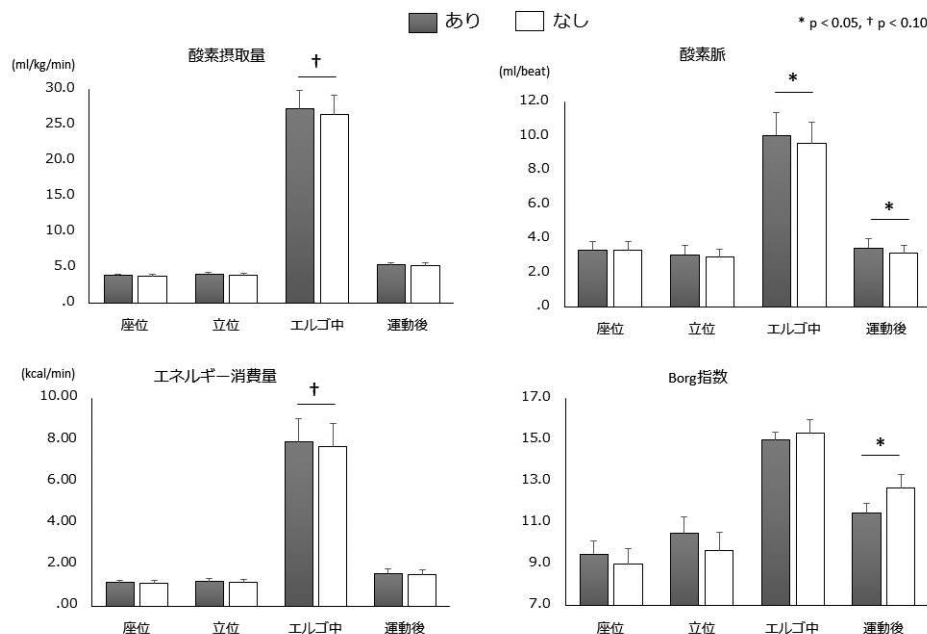


図3. キネシオテーピングの有無による酸素摂取量, 酸素脈, エネルギー消費量, Borg指数の比較

消費量が高値の傾向を認め (7.9 ± 2.7 vs. 7.7 ± 2.7 kcal/min, $p=0.065$), 酸素脈が有意に高値であった (10.0 ± 3.2 vs. 9.6 ± 3.0 , $p=0.041$) (図3). 運動後はキネシオテーピング時の酸素脈が有意に高く (3.5 ± 1.2 vs. 3.1 ± 1.1 , $p=0.021$), Borg 指数が有意に低値であった (11.5 ± 1.0 vs. 12.7 ± 1.6 , $p=0.013$). 血中乳酸値を含む他の指標は, 全ての両条件間に有意差を認めなかった. また, 安静時からのHR の変化量は, キネシオテーピング時の方が運動中, 運動後ともに有意に低かった (運動中: 87.7 ± 14.9 vs. 91.7 ± 15.2 拍/分, $p=0.009$, 運動後: 22.5 ± 5.1 vs. 28.8 ± 10.9 拍/分, $p=0.045$) (図4).

考 察

キネシオテーピングの有無によるクロスオーバー試験の結果, キネシオテーピング時の運動中の酸素摂取量は高値の傾向を認め, 運動中と運動後の酸素脈が有意に高値であった. また, キネシオテーピング時の運動中と運動後のHR 上昇が抑制されていた. キネシオテーピングの作用として, テープが皮膚の表皮と真皮を持ち上げ, リンパ液の流れを良くすることで筋の動きを改善することが知られている. 先行研究では, 腰部の筋を伸張してキネシオテーピングすることで, 腰部血流が増加することが報告されている⁸⁾. また, 酸素摂取量はFick の式から心拍出量 (一回拍出量 $\times$ HR) と動静脈酸素較差の積で表され⁹⁾, ランプ負荷中の動静脈酸素較差は年齢, 性別, 疾患に関わらず直線的に増加する¹⁰⁾. そのため, 酸素脈は酸素摂取量をHR で除することで一回拍出量の指標となる. 以上のことから, 今回の結果の機序として, 大腿部へのキネシオテーピング

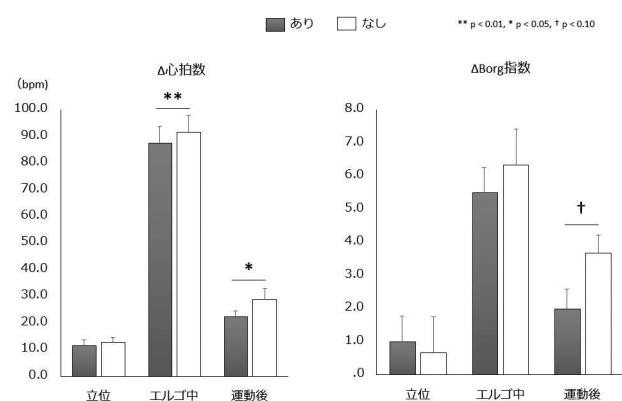


図4. キネシオテーピングの有無による心拍数とBorg指数の座位からの変化量の比較

を行うことで下肢血流の増加を介して静脈還流量が増加し, その結果, 一回拍出量が増えることで酸素脈が有意に高値を示したことが示唆された. また, 一回拍出量が増加することで, HR 増加を抑えても酸素需要と供給が保たれ, 運動中と運動後のHR 上昇が少なくなる可能性も示された.

今回, キネシオテーピング時の運動中のエネルギー消費量が高値の傾向を示したが, これは酸素摂取量の増加に依存する. エネルギー消費の亢進は0.24kcal/分の増加であり, 30分運動した場合でも7.2kcalの増加となる. 統計学的には増加傾向を認めたが, 臨床的な意義としては更なる検討が必要である. 例えば, テーピングの部位やテープにかかるテンションの違い, また貼付するテープの枚数による変化の検討が望まれる.

本研究では, 運動中の血中乳酸値が上昇するように運動強度をAT 以上で設定した [(AT+1/2 (RC-AT))]. 今

回、キネシオテーピング時のエネルギー消費量は増加傾向を示したが、両群間の運動中と運動後の血中乳酸値には有意差が認められなかった。この機序として、キネシオテーピングによる末梢循環や微小循環の増加を介した酸化による利用を中心とした乳酸除去、すなわち乳酸産生の抑制が考えられた。一方、キネシオテーピング時の運動後のBorg指数は有意に低値を示し、貼布なしでは運動後のVASが安静時よりも有意に高値を示した。血中乳酸値は糖質利用の代謝産物であり、必ずしも主観的疲労感の変化とは一致せず、本研究でも同様の結果であった。キネシオテーピングを貼布している心理的作用による運動後の疲労感の軽減も考えられる。以上のことから、機序の詳細は不明部分が多いが、血中乳酸値の変化にはキネシオテーピングの貼布が複合的に関与していた可能性が高い。

本研究の限界として、サンプル数が少ない点である。無作為化クロスオーバー試験ではあるが、サンプル数が少なく、正規性が仮定されない指標を含むため、各時間における試行間比較の検定のみとした。今後は、サンプル数を増やして運動とキネシオテーピングの交互作用の有無を検証する必要がある。2つ目に、健常学生による検証であることであり、肥満などの生活習慣病患者でも検証していくことが望ましいと考えられた。最後に、自転車エルゴメータによる有酸素運動の結果であり、レジスタンストレーニングでも同様の結果になるかは不明である。運動種目や強度の違いによる検証も今後の課題である。

結 論

キネシオテーピングによって、有酸素運動中の同一強度における酸素摂取量と酸素脈が増加したが、血中乳酸値には有意差を認めなかった。これらの結果は、キネシオテー

ピングによる末梢循環の増加を介した一回拍出量の増加が関与していることが示唆された。

参考文献

- 1) Kase K et al: Clinical Therapeutic Applications of the Kinesio Taping Method. 2nd ed. p 12, 2008, Ken Ikai Co Ltd, Tokyo.
- 2) 一般社団法人キネシオテーピング協会：キネシオテーピングトレーナー養成講座（基礎講座）ワークショップ, p 1-4, 2013, 一般社団法人キネシオテーピング協会, 東京.
- 3) Bravi R et al: Effect of Direction and Tension of Kinesio Taping Application on Sensorimotor Coordination. Int J Sports Med 37: 909-914, 2016.
- 4) Szymura J et al: Effects of kinesio taping on anaerobic power recovery after eccentric exercise. Res Sports Med 24: 257-268, 2016.
- 5) Ramírez-Vélez R, et al: Effects of kinesio taping alone versus sham taping in individuals with musculoskeletal conditions after intervention for at least one week: a systematic review and meta-analysis. Physiotherapy. 2019, Doi: 10.1016/j.physio.2019.04.001. [Epub ahead of print].
- 6) Wang M, et al: Use of Kinesio taping in lower-extremity rehabilitation of post-stroke patients: A systematic review and meta-analysis. Complement Ther Clin Pract 35: 22-32, 2019.
- 7) Beaver WL, et al: A new method for detecting the anaerobic threshold by gas exchange. J Appl Physiol 60: 2020-2027, 1986.
- 8) 諸星亮ら：キネシオテープの貼付方法の違いによる腰部血流、脊椎骨棘突起および腰筋の圧痛の変化に関する研究。スポーツ整復療法学研究 19：1-8, 2017.
- 9) Visscher MB, et al: The Fick principle: analysis of potential errors in its conventional application. J Appl Physiol 5: 635-638, 1953.
- 10) Stringer WW et al: Cardiac output estimated noninvasively from oxygen uptake during exercise. J Appl Physiol 82: 908-912, 1985.