

腓腹筋に対する伸縮性テープの効果  
-筋硬度・筋厚・筋輝度を指標とした比較-

中島 琢人                      澤田 規

宝塚医療大学 保健医療学部 柔道整復学科

要旨

【目的】近年，伸縮性テープはスポーツ現場などで筋損傷を予防する目的で用いられている．しかし伸縮性テープが筋に与える影響については，一定の見解は得られていない．そこで本研究は，伸縮性テープを使用し，腓腹筋内側頭に対して運動負荷を加え，その後の筋の変化を超音波画像診断装置を用いて，筋輝度，筋厚および筋硬度を指標に，伸縮性テープが腓腹筋に及ぼす影響を検討した．

【方法】腓腹筋に対して，同一被験者に運動負荷を与えた．腓腹筋に伸縮性テープを貼付しない場合を伸縮性テープなし群，貼付した場合を伸縮性テープあり群に分けて，利き脚の腓腹筋内側頭の最大膨隆部を測定した．超音波画像診断装置の Real-Time Tissue Elastography 機能と measure 機能を用いて筋硬度と筋厚を測定し，画像解析ソフト Image J を用いて筋輝度を分析した．

【結果】伸縮性テープなし群とあり群の筋硬度，筋厚，筋輝度について，筋硬度は実施前と実施直後に有意差が認められたが，実施前と実施 30 分後，実施直後と実施 30 分後には有意差は認めなかった．筋厚も筋硬度と同様の結果であった．筋輝度についてはどの群間においても有意差を認めず同様の結果となった．伸縮性テープなし群とあり群の腓腹筋の筋硬度と筋厚，筋輝度の変化率の比較については，運動負荷実施前と実施直後，運動負荷実施前と実施 30 分後，運動負荷実施直後と実施 30 分後の筋硬度と筋厚，筋輝度の変化率に有差を認めなかった．

【結論】運動負荷後の筋硬度，筋厚および筋輝度を指標とし，伸縮性テープが若年男性の腓腹筋内側頭に及ぼす影響を検証した．その結果，本研究の方法において，伸縮性テープの有無は腓腹筋内側頭に対して影響を与えないことが示唆された．

Key word:，伸縮性テープ，腓腹筋，筋硬度，筋厚，筋輝度

## I. はじめに

肉離れはスポーツ活動で頻繁に発生する軟部組織損傷で、ハムストリングスが最も多く、次いで下腿三頭筋が多いとされている<sup>1, 2)</sup>。その発生原因として先行研究<sup>3)</sup>では、筋疲労の蓄積であるとしている。これらの予防や関節を固定するなどの目的で、スポーツ現場では非伸縮性のテーピングや伸縮性テープが用いられるようになってきた。

テーピングは身体各部に粘着性テープを巻き、運動器官の保護や補強を行う技術で、大きく分けて非伸縮性テープと伸縮性テープに分けられる<sup>4)</sup>。非伸縮性テープは患部の強固な固定や圧迫に用いられ、伸縮性テープの中でも生地の強いテープは関節運動の制動に用い、伸縮性の高いテープは長時間に及ぶ筋運動の際に用いられ、スポーツ現場で日常的に使われるようになってきた。しかし伸縮性テープを貼付し、筋に運動負荷をかけて、実験的に作成した筋疲労後に筋力低下の程度を検証した先行研究<sup>5)</sup>では、伸縮性テープの影響はなかったとされている。一方、等速性運動の筋力発揮には伸縮性テープの効果があったとする先行研究<sup>6)</sup>があり、その効果は一定ではない。

そこで本研究は、伸縮性テープの中でも伸縮性の高いテープ（以下：伸縮性テープ）を使用し、肉離れの好発部位である腓腹筋内側頭に注目して、伸縮性テープなし群とあり群の運動負荷後の腓腹筋内側頭を超音波画像診断装置にて測定し、筋輝度、筋厚および筋硬度を指標とし、伸縮性テープが腓腹筋の筋輝度、筋厚および筋硬度に及ぼす影響を検証することを目的とした。

## II. 対象

研究対象は若年男性 9 名（年齢  $21 \pm 0.3$  歳，身長  $172 \pm 4.4$  cm，体重  $61 \pm 5.0$  kg，BMI  $20.6 \pm 1.3$  kg/m<sup>2</sup>）とし、対象肢は利き脚（右 9 脚）とした。対象者の除外基準は、①神経根および馬尾に由来する下肢痛を有するもの、②測定側腓腹筋に肉離れの既往があるものとした。

本研究はヘルシンキ宣言に沿ったものであり、対象者には事前に研究の目的と内容を説明し、同意を得た後に測定を開始した。研究の実施にあたっては宝塚医療大学研究倫理審査にて承認（承認番号：2203281）を得た。

### Ⅲ．研究方法

#### 1．実施方法

運動負荷前には被験者に対して，ウォーミングアップの目的で腓腹筋のストレッチを指示した．ストレッチはバリスティックストレッチとし，測定側の下肢を後ろに引いて，非測定側は前に出した状態で測定側の踵を床から離して，床に付ける動作を60秒間繰り返し実施した．

ウォーミングアップ後，伸縮性テープを貼付する場合は，被験者の腓腹筋内側頭と外側頭に2本の伸縮性テープを貼付し，運動負荷を実施させた．

伸縮性テープの貼付方法は被験者を腹臥位にして，足関節を底屈させた状態で，腓腹筋の停止部から起始部に貼付した（図1）．貼付する際の伸縮性テープの伸長率は先行研究<sup>3)</sup>を参考に25%に設定した．伸長率の再現性を高めるために，腓腹筋停止部から起始部の80%の位置で伸縮性テープをカットして，停止部から起始部に向かって伸縮性テープを伸長しながら貼付した．なお伸縮性テープはキネシオロジーテープ（キネロジ<sup>®</sup>EX，ニトムズ社製）の50mm幅を使用した．伸縮性テープを貼付しない場合も同様の運動負荷をウォーミングアップ後に実施させた．

運動負荷の方法は先行研究<sup>7)</sup>と同様に，片脚立位で踵挙げ運動を行わせた．踵挙げ運動は1秒にて踵部が最高位になるまで挙上させ，2秒かけて踵部を床面まで加工させる動作を1回とし，20回を1セットとして，計5セット実施した．なおセット間の休息は30秒とした．

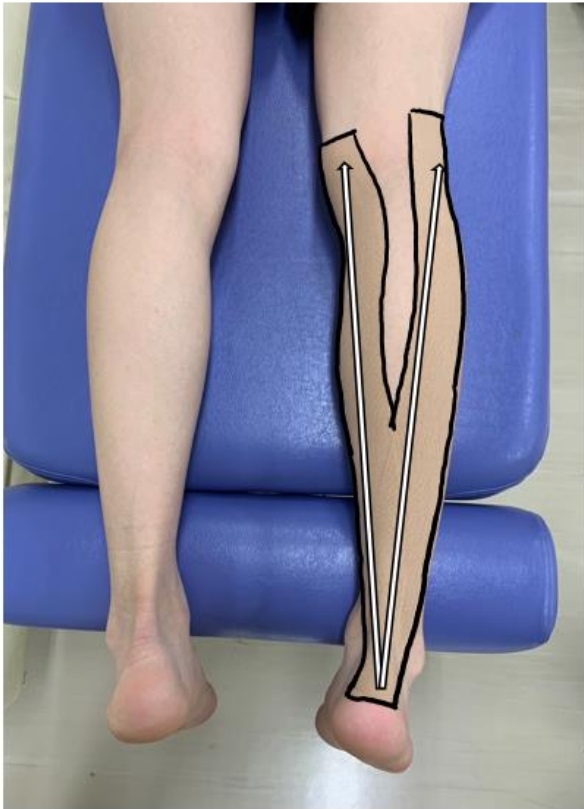


図 1 伸縮性テープの貼付方法

内側：踵骨隆起から大腿骨内側上顆に向かって 25% の伸長率で貼付した。

外側：踵骨隆起から大腿骨外側上顆に向かって 25% の伸長率で貼付した。

## 2. 測定部位

測定部位は利き脚の腓腹筋内側頭の最大膨隆部とし、測定項目は筋硬度、筋厚、筋輝度とした。各測定にあたっては超音波画像の描出に慣れた検者 1 名が担当し、測定誤差を考慮し 3 回測定を実施し平均値を用いた。また、超音波画像の描出時のランドマークについては図 2 に示すように、関心領域は上方境界が皮下組織と腓腹筋の境界部、下方境界は腓腹筋とヒラメ筋の境界部とした。

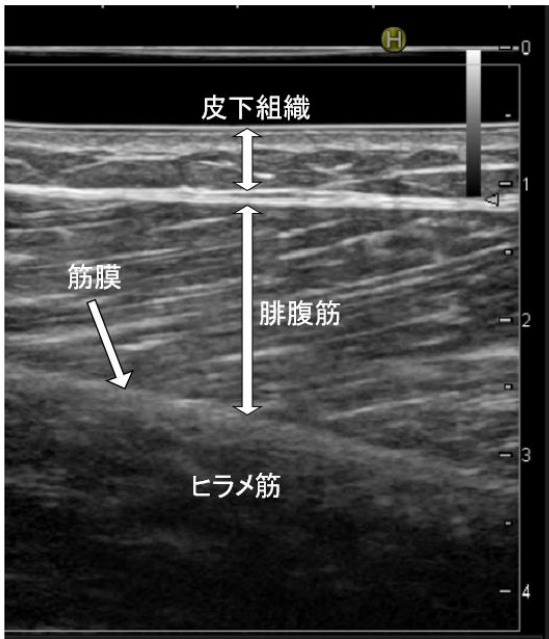


図 2 利き脚の腓腹筋内側頭最大膨隆部（右側）

### 3. 解析方法

超音波画像診断装置（Noblus：日立アロカメディカル社製）と周波数 5MHz～18 MHz の L64 プローブを使用し，硬度基準物質を専用のアタッチメントを用いてプローブに取り付け実施した．1）筋硬度は超音波画像診断装置の Real-Time Tissue Elastography（以下：RTE）機能を用いて，得られた RTE 画像を硬度基準物質（富士フイルムヘルスケア社製）と対象筋に関心領域を設け，両者の歪み比から算出される Strain Ratio を測定した（図 3）．2）筋厚は超音波画像診断装置の measure 機能を用いて測定した．3）筋輝度は B モード画像を使用し，前述したランドマーク内に関心領域を設定し，画像解析ソフト Image J（米国国立衛生研究所）を用いて 8bit gray-scale のヒストグラム分析によって，0 から 255 の 256 段階で評価した．

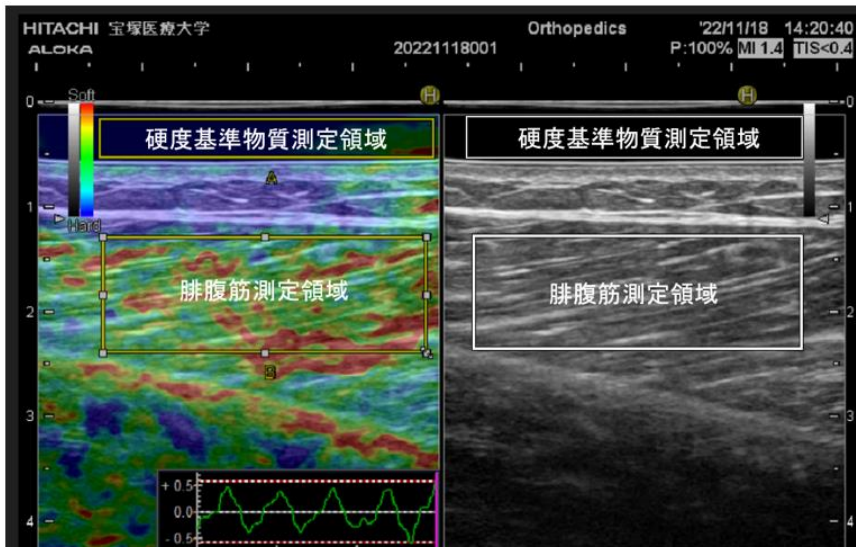


図 3 腓腹筋の計測

右：Bモード画像（長軸像）

左：RTE画像（長軸像）：赤Soft→青Hard

Real-Time Tissue Elastography機能を用いて測定

Strain Ratioは硬度基準物質歪み値/腓腹筋歪み値で算出

#### 4. 統計学的解析

伸縮性テープなし群と伸縮性テープあり群の運動負荷実施前（以下：実施前）、運動負荷実施直後（以下：実施直後）、運動負荷実施 30 分後（以下：実施 30 分後）の筋硬度と筋厚、筋輝度の群間比較は、Bonferroni 法により、調整化された有意水準を求め、各比較ペアの有意検定結果の確率値に対して有意水準  $p < 0.017$  で判定を行った。

伸縮性テープの有無による筋の変化を確認するために、荷実施前と実施直後、実施前と実施 30 分後、実施直後と実施 30 分後の筋硬度と筋厚、筋輝度の変化率を Wilcoxon の符号付順位検定を使用し、有意水準は 5% 未満 ( $P < 0.05$ ) とした。統計処理は SPSS for windows 29.0 (IBM 社製) を使用した。

#### IV. 結果

##### 1. 伸縮性テープなし群の筋硬度，筋厚，筋輝度

伸縮性テープなし群の腓腹筋の実施前と実施直後，実施30分後の筋硬度と筋厚，筋輝度のデータを表1に示す．筋硬度は実施前と実施直後に有意差が認められたが，実施前と実施30分後，実施直後と実施30分後には有意差は認めなかった．しかし，実施直後と比較して実施30分後の筋硬度には回復傾向がみられた．筋厚も筋硬度と同様に実施前と実施直後に有意差が認められたが，実施前と実施30分後，実施直後と実施30分後には有意差は認められなかった．筋厚においても実施直後と比較して実施30分後は回復傾向が認められた．筋輝度についてはどの群間においても有意差を認めなかった．

表1 伸縮性テープなし群 腓腹筋データ

	実施前	実施直後	実施30分後
筋硬度 (n=9)	7.1±1.7	2.0±0.6	4.0±1.1
筋厚(mm) (n=9)	18.5±0.8	20.8±0.9	19.8±0.7
筋輝度 (n=9)	81.9±4.3	72.4±3.6	77.9±3.3

平均±標準誤差

伸縮性テープなし群の運動実施前と実施直後，実施30分後の筋硬度と筋厚，筋輝度の比較はボンフェローニ法の補正を用いた．\*：p<0.017

##### 2. 伸縮性テープあり群の筋硬度，筋厚，筋輝度

伸縮性テープあり群の腓腹筋の実施前と実施直後，実施30分後の筋硬度と筋厚，筋輝度のデータを表2に示す．筋硬度は実施前と実施直後に有意差が認められたが，実施前と実施30分後，実施直後と実施30分後には有意差は認めなかった．しかし，実施直後と比較して実施30分後の筋硬度には回復傾向がみられた．筋厚も筋硬度と同様に実施前と実施直後に有意差が認められたが，実施前と実施30分後，実施直後と実施30分後には有意差は認められなかった．筋厚においても実施直後と比較して実施30分後は回復傾向が認められ，伸縮性テープなし群と同様の傾向を示した．筋輝度につ

いても伸縮性テープなし群と同様にどの群間においても有意差を認めなかった。

表2 伸縮性テープあり群 腓腹筋データ

	実施前	実施直後	実施30分後
筋硬度 (n=9)	8.6±1.3	3.0±0.6	5.2±0.7
筋厚(mm) (n=9)	18.5±0.8	21.0±0.9	19.9±0.8
筋輝度 (n=9)	82.2±5.6	72.0±6.0	77.6±6.4

平均±標準誤差

伸縮性テープあり群の運動実施前と実施直後，実施30分後の筋硬度と筋厚，筋輝度の比較はボンフェローニ法の補正を用いた．\*：p<0.017

### 3. 腓腹筋の筋硬度と筋厚，筋輝度の変化率の比較

伸縮性テープの効果进行分析するために，伸縮性テープなし群とあり群を運動負荷実施前と実施直後，運動負荷実施前と実施30分後，運動負荷直後と実施30分後の筋硬度と筋厚，筋輝度の変化率のデータを表3に示す。実施前と実施直後，実施前と実施30分後，実施直後と実施30分後の伸縮性テープなし群とあり群の筋硬度と筋厚，筋輝度の変化率ともに有差を認めなかった。

表3 運動負荷後の伸縮性テープなし群とあり群の変化率の比較

	実施前VS実施直後		実施前VS実施30分後		実施直後VS実施30分後	
	TPなし	TPあり	TPなし	TPあり	TPなし	TPあり
筋硬度変化率	65.4%±8.1	64.7%±6.6	35.2%±9.7	36.8%±6.4	230.7%±30.0	205.5%±21.3
筋厚変化率	112.3%±1.9	113.8%±1.3	106.9%±1.4	108.1%±2.1	95.4%±1.5	95.0%±1.3
筋輝度変化率	89.0%±2.9	87.0%±2.6	96.5%±4.8	94.2%±3.7	108.9%±5.3	108.4%±3.7

平均±標準誤差

伸縮性テープなし群と伸縮性テープあり群を運動実施前と実施直後，運動負荷実施前と実施30分後，運動負荷実施直後と実施30分後の筋硬度と筋厚，筋輝度の変化率の比較をWilcoxonの符号付順位検定を使用した。(n.s.)



## V. 考察

伸縮性テープなし群とあり群の両群ともに運動負荷実施前と実施直後の筋硬度に有意差が認められた理由として、筋硬度が上昇する要因として動脈血流量増加に伴う容積変化<sup>8)</sup>や浸透圧上昇に伴う筋内圧上昇<sup>9)</sup>があげられており、運動負荷により動脈血流量が増加し、筋内圧も上昇したため、運動負荷実施前と比較して実施後は筋硬度が硬くなったと考えられる。

筋輝度に有意差がみられなかった理由として、筋輝度は損傷を評価する際に用いられ、先行研究<sup>10)</sup>において筋損傷は、損傷した組織が肉芽組織へと変化する場合に筋輝度が上昇するとしており、本実験では30分後までしか測定していないことと、筋組織が損傷するほどの運動負荷ではなかった可能性があるため、輝度の上昇がみられなかったと考えられる。

次にテーピングの有無による筋への影響を比較するために、運動負荷実施前と実施直後、実施前と実施30分後、実施直後と実施30分後の筋硬度と筋厚、筋輝度の変化率には有意差を認めなかった。伸縮性テープの効果を検討した先行研究<sup>6)</sup>では、伸縮性テープの有無は疲労課題後の膝伸展ピークトルク体重比に影響はなく、両群共に疲労課題後は同等に筋力の低下がみられたと報告している。本研究においても、伸縮性テープの有無によって筋硬度と筋厚、筋輝度に変化はみられなかったため、先行研究を指示する結果になったと考えられる。

しかし、本研究では比較的活動性の高い若年男性のみで運動負荷30分後までしか測定してことと、筋損傷するほどの運動負荷ではなかった可能性があるため、筋硬度と筋厚、筋輝度に影響がみられなかった可能性も考えられる。今後は性別や運動量なども考慮し、詳細な検討が必要であると考えられる。

## VI. まとめ

本研究では若年男性における腓腹筋内側頭の最大膨隆部に対して、超音波画像診断装置を用いて筋硬度、筋厚および筋輝度を指標とし、伸縮性テープが腓腹筋に及ぼす影響を検証した。その結果、本研究の方法において伸縮性テープの有無は腓腹筋内側頭に対して影響を与えないことが示唆された。

### 利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

## VII. 引用文献

1. 中村利孝, 松野丈夫 (監修), 井樋栄二, 吉川秀樹, 津村弘 (編集), 標準整形外科学第13版, 医学書院, 2018, p876-877.
2. 武田寧, 内山英司, スポーツ損傷としての肉離れの疫学的調査ースポーツ種目特性, 年齢ー, MB Orthopaedics 23(12), 2010, p1-10.
3. 向井直樹, I. よく遭遇する疾患 (代表的疾患) 筋損傷, MB Orthopaedics 23 (5), 2010, p1-6.
4. 越智隆弘, 菊池臣一 (編集), NEW MOOK 整形外科 スポーツ障害, 金原出版株式会社, 2004, p99-120.
5. 川口陽亮, 尾田敦, 石川大瑛, 横山寛子, 前田健太郎, 他, キネシオテーピングが疲労課題後の筋力低下に与える影響ーテープ幅の違いに着目した検討ー, 東北理学療法学 31, 2019, p59-65.
6. 山次俊介, 出村慎一, 長澤吉則, 中田征克, 松澤甚三郎, 他, キネシオテーピングが下肢の等速性筋力発揮に及ぼす効果, 体力科学 48, 1999, p281-290.
7. 廣野準一, 向井直樹, 高柳尚司, 宮川俊平, 一過性運動が腓腹筋およびアキレス腱の硬度に及ぼす影響ー超音波 Real-time Tissue Elastography を用いた検討ー, 体力科学 62 (3), 2013, p199-205.
8. 村上光義, 押し込み反力計測による筋硬度評価の意義, バイオメカニズム学会誌 40 (2), 2016, p79-84.
9. 村上光義, 米田継式, 河合祥雄, 一過性疲労運動後の筋硬度と血流量の関係, 体力科学, 53, 2001, p669.
10. 高橋周, 運動器の超音波画像ー筋・腱・靭帯ー. MB Orthopaedics 28 (12), 2015, p13-22.