

膝関節等速性発揮トルクに対する装具及びテーピングの効果

Effects of supporter and the taping on isokinetic torque of the knee joint.

体育学部体育学科

早田 剛

HAYATA, Gou

Faculty of Physical Education

体育学部健康科学科

岡 秀郎

OKA, Hideo

Faculty of Physical Education

川崎医療福祉大学

宮川 健

MIYAKAWA, Takeshi

Kawasaki University of Medical Welfare

要旨：装具やテーピングを装着したときの制動性やパフォーマンスについては報告されているが、実際に筋力発揮を比較検討した研究は少ない。そこで膝関節へ装具とテーピングを装着した場合における等速性屈曲・伸展運動中の発揮トルクへの効果検証を目的とした。被験者は健康なK大学女子学生とし、試技条件は①装具非装着条件、②テーピング条件、③装具弱圧条件、④装具強圧条件で行なった。膝関節伸展・屈曲運動中の発揮トルクは、筋力測定器を用い、等角速度（300°/sec）にて測定した。結果、膝伸展筋群のエキセントリック発揮トルクにおいて、④装具強圧条件は①装具非装着条件と比較して有意な差がみられた。膝関節装具は装着圧力を高めることにより、伸張性発揮トルクへ補助的な役割を果たすことが考察された。

Keywords： knee supporter, taping, pressure, maximal voluntary isokinetic contraction

I. 背景

スポーツ分野における障害調査では、Majewski et al. (2006) は10年間の受診状況（患者総数17,397名／スポーツ障害19,530件）を分析し、膝関節関連障害が患者6,434名（37%）、障害7,769件（39.8%）であったと報告している⁹⁾。日本の大学においても同様の報告がされている^{5), 16)}。このように障害の多い膝関節に対する装具やテーピングによる効果を研究していくことは、障害予防、再発予防を考えていく上で重要な課題といえる。

市場では、障害予防や再発予防を目的として、装具・テーピングやタイツなどが販売されている。これらの商品の中で、装具は医学的な知識がほとんど必要なく、装着の調節も可能であり、かつトータルコストが低い特徴があり、一方テーピングは個別対応が可能であり、フィット性は高いが、トータルコストは高いという特徴がある。障害に不安を持つスポーツ選手などは、これらの特徴によりメリットとデメリットを判断し、使用している。

装具やテーピングの効果については、Twellaar et al. (1993) やVan et al. (2004) が装具装着によって痛みが取れた等の主観評価を報告している^{13), 14)}。牧原ほか (2004) は、捻挫既往歴のあるバレーボール選手に足関節装具やテーピングを装着させ、規定の運動負荷を与えた後、制動力評価とジャンプを中心としたパフォーマンス評価を実施した結果、装具とテーピングは裸足と比較し、内反・底屈可動域が制動され、かつジャンプパフォーマンスを向上させたと報告している⁸⁾。

膝関節における筋力発揮への効果は、硬性装具 (Functional Knee Brace) について多く報告されている^{2), 3), 4), 15)}。Beynon et al. (1992) は前十字靭帯再建者において、等尺性発揮筋力での硬性装具有無に差はなかったと報告している²⁾。Warming & Jørgensen (1998) は前十字靭帯損傷者に対する硬性装具とプラセボ装具を用いて等速性（60・180°/s）の発揮トルクを調査した結果、有意な効果が認められなかったと報告している¹⁵⁾。更にBirmingham et al. (2002) は前十字靭帯再建者において、等速性（90°/s）の発揮トルク

クを調査した結果、硬性装具は装着無条件より有意に低かったと報告している³⁾。これらの報告より硬性装具については筋力への影響は少ないと推察できる。

一方、軟性装具やテーピングの膝関節における筋力への影響については、Aktas & Baltaci (2011) は、キネシオテーピング貼付が等速性 (180°/s) の伸展トルクを有意に増加したと報告し、言及はしていないが、キネシオテーピングと軟性装具の組合せも同様の傾向を示している¹⁾。西村と市橋 (2003) は、健常者の大腿部へ装具装着と大腿部後面へ伸縮テーピングを貼付し、膝屈曲筋力を測定した結果、等尺性収縮と高速域等速性求心性筋力 (360°/s) において、伸縮性テーピングはサポーターと装着無条件に対し有意な高値を示したと報告している¹¹⁾。

川島ほか (1992) は膝屈伸筋の単独出力より運動能力と相関があるといわれるスクワット出力と短関節運動での膝屈筋・伸筋出力には高速域において有意な相関がみられたと報告しており⁶⁾、実際の運動を考慮すると高速域での測定が重要と考えられる。しかしながら高速域における膝関節に装着した装具やテーピングの筋力への影響を検討した研究は著者の猟書した範囲では少ない。

更に装具の機能は制動や圧迫・保温・皮膚刺激などの複数要素が組み合わされている。これらの要素を分解して検証していくことが、今後の有効な障害予防、再発予防のために重要と考えられる。

II. 目的

スポーツ分野において障害が多い膝関節への装具やテーピングの効果を明確にすることは、効果的な予防もしくは再発予防につながっていくことが予想される。

そこで本研究では、動力学的な効果に着目し、膝関節へ装具やテーピングを装着した場合における高速域等速性屈曲・伸展運動中の発揮トルクへの効果検証を目的とした。

III. 方法

1. 被験者

本実験は、膝関節に障害既往歴のない健常な女子大学生9名が参加した。身体特徴をTable 1に示した。

なお、本実験は環太平洋大学倫理委員会の承認を得、被験者には研究説明文書で説明を行ない、同意を

得たうえで行なわれた。

Table 1. Means and standard deviations of subject characteristics

Number of the Subjects	Female (N=9)
Age	20.8±1.0years
Body height	155.0±4.8cm
Body mass	55.8±5.3kg
Leg of the examination	Right (all)
medical history	Non
the lap diameter of the 10cm part on a knee	41.5±3.8cm

2. 試技条件

試技条件は、①装着無条件 (以下、コントロール)、②テーピング条件、③装具弱圧条件、④装具強圧条件で行なった (Figure 1)。テーピング条件はアンダーラップを巻いた後、全て伸縮性テーピング (エラスチコン51mm幅: Johnson & Johnson K.K.) にて、アンカー、Xサポート、スパイラル、コンプレッション、アンカーの順に巻いた¹²⁾。

装具の装着圧力条件は、装着時における装具の重なり長さを測定することにより定量化し、立っても落ちない条件を弱圧条件、最大限の重なり長さを強圧条件とした。

また、全被験者に対して施術やサポーターの装着の誤差を少なくし、再現性を高めるため、すべて施術者1名で行った。



①Control ②Taping ③, ④Supporter

Figure 1. The trial condition used in this study

3. 関節可動域

各試技条件における制動性を確認するため、膝関節可動域を測定した。測定は最大伸展角度が仰臥位安静時、最大屈曲角度が伏臥位で力を抜いた状態における屈曲時、角度計を用いて膝関節角度を測定した。

4. 発揮トルク測定

膝関節の発揮トルク測定は、筋力測定器Cybex Norm（埼玉：メディカ株）を用いた。測定は股関節90°の座位姿勢における300°/sの等角速度とした。膝関節の動作範囲は伸展を90から0°，屈曲を0から90°とした。

発揮トルクは、膝関節伸筋群のコンセントリックでの発揮トルク（以下、伸筋コンセントリック）とエキセントリックでの発揮トルク（以下、伸筋エキセントリック）を1セットのプロトコールとし、膝関節屈筋群のコンセントリックでの発揮トルク（以下、屈筋コンセントリック）とエキセントリックでの発揮トルク（以下、屈筋エキセントリック）を1セットのプロトコールとした。計測は、伸筋群・屈筋群の順に練習1セット後、最大の発揮トルクを指示した本番2セットを行なった。

試技条件は各被験者にて無作為な順序とし、試技間には十分な休息をとった。

5. 統計処理

データ処理は、本番2セットのデータを測定値とし、全て平均値と標準偏差で表した。装具弱圧条件と強圧条件の装具重なり長さの比較はt検定（対応あり）を用いた。膝関節可動域及び発揮トルクの結果は、一元配置分散分析を用い、有意差が認められた場合、Tukeyの多重比較を行なった。すべての有意水準は5%未満とした。

IV. 結果

1. 装具重なり長さ

装着時の重なり長さは、③装具弱圧条件が6.1±1.8cm，④装具強圧条件が15.6±3.0cmであり、条件間に有意差が認められた。

2. 膝関節可動域

各試技における膝関節可動域を表す最大屈曲角度、最大伸展角度をFigure 2に示した。最大屈曲角度において、②テーピング条件と③装具強圧条件は、①コントロール条件と比較し可動域が有意に小さかった。最大伸展角度では、②テーピング条件が①コントロール条件と③装具弱圧条件と比較し、可動域が有意に小さかった。また④装具強圧条件は①コントロール条件に対し可動域が有意に小さかった。

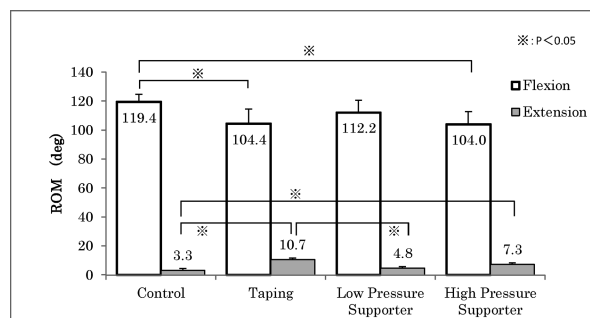


Figure 2. Knee range of motion in respective trails.

3. 等速性運動中における発揮トルク

等速性運動中における膝関節伸筋群の発揮トルクの結果をFigure 3に示した。伸筋コンセントリックには条件間での有意差は認められなかった。一方、伸筋エキセントリックにおいて④装具強圧条件は、①コントロール条件に対し、有意に高かったが、②テーピング条件は①コントロール条件と比較し高い傾向を示した。

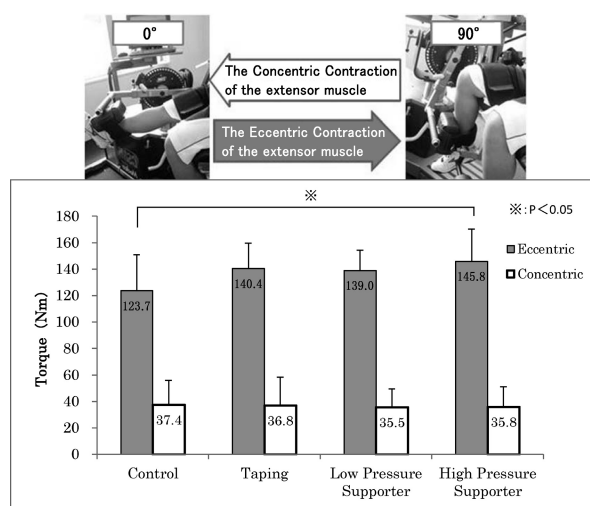


Figure 3. Torque (Nm) in the Knee Extensor muscle contraction

膝関節屈筋群の発揮トルクの結果をFigure 4に示した。屈筋コンセントリックとエキセントリックには条件間での有意差は認められなかった。

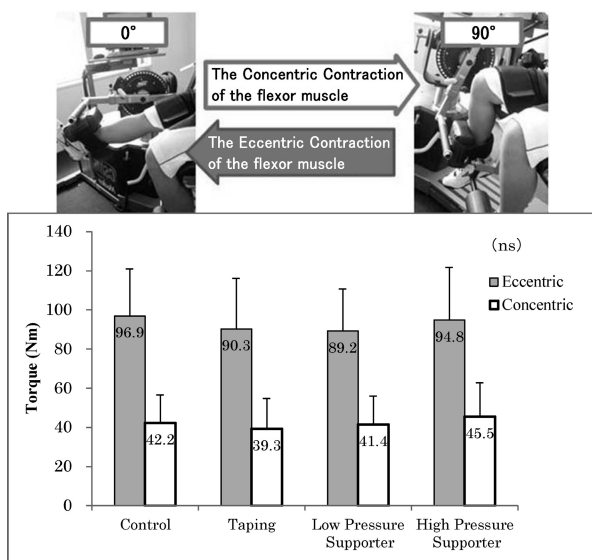


Figure 4. Torque (Nm) in the Knee Flexor muscle contraction

V. 考察

本研究では、膝関節へ装具及びテーピングを装着した場合における膝関節可動域および等速性屈曲・伸展運動中の発揮トルクへの効果を検証した。

1. 膝関節可動域

膝関節可動域は最大屈曲角度と最大伸展角度の差として考えることができる。その結果、膝関節可動域は、②テーピング条件と④装具強圧条件は、①コントロール条件と比較して最大屈曲角度、最大伸展角度共に有意差が認められ、②テーピング条件と④装具強圧条件との安静時における制動効果が確認できた。

さらに装具の装着圧力変化に着目すると①コントロール条件（最大屈曲角度と最大伸展角度の差：116.1°）、③弱圧条件（107.4°）、④強圧条件（96.7°）の順に狭くなる傾向がみられたことから、装着圧力が上昇するにつれて安静時の可動域が制動される傾向が推察された。先行研究において装具の機能検証をした報告^{6),7),11)}はあるが、その装着圧力についても言及している報告は見当たらない。その実験に用いた装具についても検証する必要があると考えられる。

2. 膝関節伸筋群における発揮トルク

伸筋群の発揮トルクは、伸筋エキセントリックにおいて、④装具強圧条件が①コントロール条件と比較し、有意に増加した。これは、④装具強圧条件が膝関節可動域の最大屈曲角度において最小であったことと併せると、強く伸長された装具素材の張力が膝関節伸

展力として働いていると考えられる。その装具素材の張力が発揮トルクへ補助的な役割を果たしたと示唆された。②テーピングや③装具弱圧条件においても同様な傾向がみられおり、素材の張力が発揮トルクへ影響すると推察された。

三浦ほか（2012）は装着圧の高い弾性ストッキングは裸足と比較すると腓腹筋付着部の立ち上がり角度が有意に大きくなったと報告している。同報告で幅跳びが踝丈ソックスと比較し有意に長くなるという報告もあり、装着圧が下肢筋形態に何らかの影響を与えていると考察している¹⁰⁾。膝関節伸筋群である大腿四頭筋は羽状筋が多い。装具の装着圧力を増加させることにより、その羽状角を膝蓋腱と一直線に近づけると予想される。その腱に伝わる力を大きくされた状態で遠心性収縮を行なったため、伸筋エキセントリックが大きくなったのではないかと推察する。更に前十字靭帯再建者に治癒1年間スリーブサポーターを使用し、受動的な膝運動の抵抗閾値が改善した²⁾との報告もある。すなわち装具による装着圧力が、固有位置覚へ影響している可能性も考えられ、本実験の高速域等速度運動についても影響が推察される。本実験では言及できないが、このように装具の要素と筋形態学な効果、そして神経生理学的な効果の検証も今後の課題と考える。

3. 膝関節屈筋群における発揮トルク

屈筋群における発揮トルクは、屈筋コンセントリック、屈筋エキセントリックとも試技条件間における有意差が認められなかった。西村と市橋（2003）は、膝屈曲筋力を測定し、大腿部後面に貼付した伸縮テーピングと非伸縮テーピングはサポーター（装具）とコントロールと比較して高かったと報告した¹¹⁾。本研究では、テーピングを膝関節周辺へ周径に貼付したのに対し、この報告ではテーピング貼付範囲が半分であった。今後は装具装着もしくはテーピング貼付の範囲についても検討が必要と推察された。

Warming & Jørgensen（1998）は前十字靭帯損傷者において等速度運動時には2種類のブレースとプラセボブレースを比較した結果、有意差は認められなかったと報告した¹⁵⁾。一方、Birminghamら（2002）は前十字靭帯再建者に装具の有無による等速性屈曲運動での発揮トルク計測では、装具有は装具無と比較し有意な低値を示したと報告している³⁾。これらの報告より、被験者の状態により、効果も異なることが推察される。今後は被験者の症状を考慮した再発予防に向けた検討も課題と考える。

VI. まとめ

本研究では、膝関節へ装具やテーピングを装着した場合における等速性屈曲・伸展運動中の発揮トルクへの効果検証を行なった。

1. ②テーピング条件と④装具強圧条件の膝関節可動域は、①コントロール条件と比較し、最大屈曲角度、最大伸展角度共に有意に狭くなっていた。
2. ④装具強圧条件の膝伸展筋群のエキセントリック発揮トルクは、①コントロール条件と比較し、有意な高値を示した。
3. 膝屈筋群における発揮トルクは、屈筋コンセントリック、屈筋エキセントリックとも試技条件間における有意差が認められなかった。

膝関節装具は装着圧力を高めることにより、伸張性発揮トルクへ補助的な役割を果たすことが示唆された。

参考文献

- 1) Aktas, Gulcan; Baltaci, Gul. (2011) Does kinesiotaping increase knee muscles strength and functional performance? *Isokinetics & Exercise Science*, 19 (3): 149-155
- 2) Beynnon BD, Good L, Risberg MA. (2002): The effect of bracing on proprioception of knees with anterior cruciate ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther.* Jan; 32 (1): 11-5.
- 3) Birmingham TB, Kramer JF, Kirkley A. (2002): Effect of a functional knee brace on knee flexion and extension strength after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arch Phys Med Rehabil.* Oct; 83 (10): 1472-5.
- 4) Hurley ST, Hatfield Murdock GL, Stanish WD, Hubley-Kozey CL. (2012) Is there a dose response for valgus unloader brace usage on knee pain, function, and muscles strength? *Arch Phys Med Rehabil.* Mar; 93 (3): 496-502.
- 5) 飯出一秀, 小出光秀, 簀戸崇史, 今村裕行, 井上陽子 (2011) : 大学スポーツ選手におけるスポーツ外傷・障害の現状と対策. 環太平洋大学研究紀要, 4 : 127-132.
- 6) 川島敏生, 川島昭彦, 三ツ木豊, 栗山節郎 (1992) : スポーツ選手に対する運動療法と装具 (整形外科疾患 : スポーツ障害を中心に) 理学療法学 19 (3) : 282-285
- 7) Lysholm J, Nordin M, Ekstrand J, Gillquist J (1984): The effect of a patella brace on performance in a knee extension strength test in patients with patellar pain. *Am J Sports Med.* Mar-Apr; 12 (2): 110-2.
- 8) 牧原由紀子, 福林徹, 若山章信, 今丸好一郎, 三浦隆, 岩田奈穂子, 早田剛 (2004) : スポーツ用足関節装具評価 : 第1報 : パフォーマンス面からの検討. *日本臨床スポーツ医学会誌*12 (1) : 49-57
- 9) Majewski M, Susanne H, Klaus S. (2006): Epidemiology of athletic knee injuries: A 10-year study. *The Knee.* 13 (3): 184-188
- 10) 三浦隆, 岩崎徹治, 山田陸雄 (2012) : スポーツ選手に対しての機能性ストッキング (特集 スポーツバイオメカニクスの最近の進歩) *臨床スポーツ医学*, 29 (7) : 715-721
- 11) 西村純, 市橋則明 (2003) : テーピングおよびサポーターが膝屈曲筋力に与える影響. *理学療法京都* 32 : 92-93
- 12) 鹿倉二郎著 (1996), SONY ATHLETIC TAPING WORK SHOP TEXT, ソニー企業株式会社 P21-22
- 13) Twellaar M, Veldhuizen JW, Verstappen FT. (1993): Ankle sprains. Comparison of long-term results of functional treatment methods with adhesive tape and bandage ("brace") and stability measurement. *Unfallchirurg.* Sep; 96 (9): 477-82.
- 14) Van Tiggelen D, Witvrouw E, Roget P, Cambier D, Danneels L, Verdonk R.(2004): Effect of bracing on the prevention of anterior knee pain--a prospective randomized study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* Sep; 12 (5): 434-9.
- 15) Warming T, Jørgensen U. (1998) The effect of bracing on extension strength in patients with ACL insufficiency. *Scand J Med Sci Sports.* Feb; 8 (1): 14-9.
- 16) 吉田真, 長瀬左代子 (2010) : 北翔大学体育系学生団体におけるスポーツ外傷・障害調査 2007-2008, 北翔大学生涯スポーツ学部研究紀要 1 : 41-49