健常女性および膝前十字靭帯損傷患者における 股関節回旋筋力の比較

——内旋筋と外旋筋の筋力比に着目して——

*Comparison of Hip Rotation Muscle Strengths between Healthy Women and
Anterior Cruciate Ligament Injury Patients:
The Internal and External Rotation Muscles' Strength Ratio*

坂東 峰鳴^{1,2)} 瓜谷 大輔¹⁾ 幸田 仁志^{1,3)} 粕渕 賢志⁴⁾
福本 貴彦¹⁾ 今北 英高¹⁾

TAKANARI BANDO, RPT^{1,2)}, DAISUKE URITANI, RPT¹⁾, HITOSHI KODA, RPT^{1,3)}, KENJI KASUBUCHI, RPT⁴⁾,
TAKAHIKO FUKUMOTO, RPT¹⁾, HIDETAKA IMAGITA, RPT¹⁾

¹⁾ Graduate School of Health Science, Kio University: 4-2-2 Umaminaka, Koryo-cho, Kitakatsuragi-gun, Nara 635-0832, Japan
TEL +81 745-54-1601 E-mail: b5591931@kio.ac.jp

²⁾ Department of Rehabilitation, Kashiba Asahigaoka Hospital

³⁾ Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Kyoto Tachibana University

⁴⁾ Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Osaka Yukioka College of Health Science

Rigakuryoho Kagaku 32(2): 313-316, 2017. Submitted Oct. 17, 2016. Accepted Dec. 15, 2016.

ABSTRACT: [Purpose] To clarify the differences in hip internal and external rotation muscle strengths, and their ratio, between subjects with and without a history of anterior cruciate ligament (ACL) injury. [Subjects and Methods] The subjects were 22 healthy females and 9 females with a history of ACL injury. Hip internal and external rotation muscle strengths of the two groups were measured with a hand-held dynamometer, and compared together with their ratio using the Mann-Whitney U-test. [Results] No significant difference was found in the hip external muscle strengths of the two groups; however, in the ACL injury group, the hip internal rotation muscle strength and the internal:external muscle strength ratio were significantly larger. [Conclusion] Subjects in the ACL injury group had imbalance in the strength ratio of the hip internal and external rotation muscles. Therefore, there is a possibility that physical therapy intervention to restore this muscle strength ratio to close to that of healthy individuals would be beneficial for them.

Key words: hip joint, rotation muscle strength, anterior cruciate ligament injury

要旨:〔目的〕膝前十字靭帯損傷の既往の有無による股関節内旋筋力、外旋筋力およびこれらの比の差異を明らかにすることとした。〔対象と方法〕対象は、健常成人女性22名および膝前十字靭帯損傷の既往のある女性9名とした。ハンドヘルドダイナモメータにより計測される股関節内旋筋力と外旋筋力、およびこれらの比をマン・ホイットニーのU検定を用い、群間で比較した。〔結果〕股関節外旋筋力は有意差を示さなかったが、股関節内旋筋力および内外旋筋間の筋力比はACL群で有意に大きかった。〔結語〕ACL損傷の既往がある者には、股関節内外旋筋の筋力比に不均衡が生じていることから、損傷患者ではこの筋力比を健常者の水準値に近づけることは、有益な理学療法介入となる可能性がある。

キーワード: 股関節、回旋筋力、膝前十字靭帯損傷

¹⁾ 畿央大学大学院 健康科学研究科：奈良県北葛城郡広陵町馬見中4丁目2-2 (〒635-0832) TEL 0745-54-1601

²⁾ 香芝旭ヶ丘病院 リハビリテーション科

³⁾ 京都橘大学 健康科学部 理学療法学科

⁴⁾ 大阪行岡医療大学 医療学部 理学療法学科

I. はじめに

スポーツ現場では、日常生活とは異なり、ジャンプや切りかえしなど下肢の可動性と安定性を要求される動作が多い¹⁾。下肢のなかで最も大きな可動性を持つ膝関節は、スポーツ現場において最も障害の多い関節として位置づけられている²⁾。なかでも、前十字靱帯（以下、ACL）損傷は、女性のスポーツ選手にとって発生頻度の高い代表的な膝関節疾患であり、損傷後は競技復帰まで6~10ヵ月程度の長期間を要することから、予防や治療に関する研究が数多くなされてきた^{3,4)}。

ACL 損傷には下肢筋力が密接に関与しており、その予防には特に、膝関節屈曲筋と伸張筋の不均衡、いわゆる主動作筋と拮抗筋との筋力比に着目して筋力強化を行うことが有効であることが報告されてきた⁵⁻⁷⁾。Söderman ら⁷⁾は、女性スポーツ選手における前向き研究で膝関節の屈曲筋と伸張筋の筋力比が ACL 損傷と関連する可能性があることを示し、治療プログラムの立案や効果判定の指標になると述べている。このように、ACL 損傷の予防には単に筋力を個別に評価するだけでなく、主動作筋と拮抗筋の筋力の相対的な割合で評価することが重要である。

ACL 損傷の70%は非接触性であり、膝関節に加わる物理的回旋ストレスに起因するが⁸⁾、その回旋ストレスの制御には膝関節の屈曲筋力と伸張筋力のみならず、股関節の回旋筋力も関与することが示されつつある⁹⁾。Neumann¹⁰⁾は、膝関節に加わる回旋ストレスの制御には、股関節の回旋筋力が重要な役割を担うため、その筋力評価が重要であると述べている。さらに Willson ら¹¹⁾は、股関節の外旋筋力の低下が、ACL 損傷の受傷部位とされる動作時の膝関節外反角度を増大すると報告している。しかしながら、股関節外旋筋力と拮抗筋である股関節内旋筋力との割合に着目し、ACL 損傷との関係进行分析した報告は見当たらない。

そこで、本研究の目的は、女性における ACL 損傷の既往の有無による、股関節内旋筋力と外旋筋力、およびこれらの比の差異について検証することとした。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は、下肢に重篤な整形外科的疾患の既往のない健康女性22名（以下、健常群）（年齢、体重の平均値±標準偏差：23.0 ± 3.2 歳，52.2 ± 4.6 kg）および非接触性による ACL 損傷の既往のある女性9名（以下、ACL 群）（年齢、体重の平均値±標準偏差：29.7 ± 13.9 歳，体重53.4 ± 4.2 kg）とした。なお、ACL 群は、ACL 再建術を受け、6~11ヵ月が経過した者とした。

対象者にはヘルシンキ宣言に基づき、研究の目的、方

法、予想される不利益を説明し書面にて同意を得た。本研究は所属機関の研究倫理委員会の承認（承認番号15-1）を受けて実施された。

2. 方法

測定項目は、最大等尺性収縮での股関節内旋筋力、股関節外旋筋力とした。測定肢は、健常群では利き脚、ACL 群では患側とした。なお、利き脚の定義はボールを蹴る脚とした。筋力測定には、徒手筋力計（ミュータス F-100、アニマ社製）を使用し、信頼性・妥当性が高いとされるベルト固定法¹²⁻¹⁴⁾にて実施した。測定肢位はベッドから両下腿を下垂した背臥位で、股関節は屈曲と伸展、内旋と外旋、内転と外転の中間位、膝関節は90°屈曲位とした。センサーパッドの高さは、股関節内旋および外旋の測定ともに内果の直上に設定した。センサーパッドの固定ベルトとそのベルトを巻き付けた固定柱および下腿を垂直に、固定柱と下腿を平行に設定した。測定時は骨盤および大腿部をベルトで固定し、両上肢はベッド端を把持させた。対象者には、センサーパッドに対して股関節内旋と外旋方向への最大等尺性収縮を行うよう指示し、十分な練習を行ったうえで測定を開始した。測定は股関節内旋および外旋ともに5秒間の収縮を各3回ずつ行い、測定間には1分間の休憩を行った。なお、測定は3年以上の臨床経験をもつ理学療法士2名が実施した。測定された値から、対象者の体重で除した値を股関節内旋筋力（kgf/kg）および股関節外旋筋力（kgf/kg）として用いた。また、股関節外旋筋力に対する股関節内旋筋力の割合（以下、内外旋筋力比）（内旋筋力/外旋筋力）を算出した（kgf/kgf）。

統計解析においては、股関節内旋筋力、股関節外旋筋力、内外旋筋力比に対して、Mann-Whitney の U 検定を用いて群間比較を行った。なお、有意水準は5%とし、統計ソフトは SPSS statistics ver. 17（IBM 社製）を使用した。

III. 結 果

各測定値の平均値 ± 標準偏差は、股関節内旋筋力が健常群 0.10 ± 0.03 kgf/kg、ACL 群 0.14 ± 0.04 kgf/kg、股関節外旋筋力が健常群 0.11 ± 0.03 kgf/kg、ACL 群 0.13 ± 0.05 kgf/kg であった。内外旋筋力比は健常群 0.96 ± 0.27 kgf/kgf、ACL 群 1.18 ± 0.24 kgf/kgf であった。

股関節外旋筋力は、両群の平均値間に有意な差を示さなかった（ $p=0.07$ ）。一方、股関節内旋筋力（ $p<0.05$ ）および内外旋筋力比（ $p<0.05$ ）においては、それぞれ ACL 群が有意に高い平均値を示した（表1）。

表 1 健常群と ACL 群における股関節内外旋筋力およびそれらの比

	平均 ± 標準偏差	最小値 - 最大値
健常群 (n=22)		
股関節内旋筋力 (kgf/kg)	0.10 ± 0.03	0.05 - 0.16
股関節外旋筋力 (kgf/kg)	0.11 ± 0.03	0.07 - 0.17
内旋外旋筋力比 (kgf/kgf)	0.96 ± 0.27	0.45 - 1.57
ACL 群 (n=9)		
股関節内旋筋力 (kgf/kg)	0.14 ± 0.04	0.10 - 0.20
股関節外旋筋力 (kgf/kg)	0.13 ± 0.05	0.07 - 0.23
内旋外旋筋力比 (kgf/kgf)	1.18 ± 0.24	0.74 - 1.58

* : $p < 0.05$ (vs 健常群).

IV. 考 察

本研究において、健常女性と ACL 損傷の既往のある女性を対象に、股関節内旋筋力、股関節外旋筋力および内外旋筋力比の差異を分析した結果、股関節内旋筋力および内外旋筋力比は ACL 群で有意に高い平均値を示すものの、股関節外旋筋力については両群に有意な平均値の差が認められなかった。

従来より、ACL 損傷患者のリハビリテーションには、筋力の評価が不可欠であることが数多く報告されてきた⁵⁻⁷⁾。特に、過度の脛骨前方移動によって ACL が損傷することから、膝関節伸展筋に着目した報告が多かった⁷⁾。ただし近年では、股関節の回旋筋力に焦点を当てた報告もみられている^{10,15,16)}。Neumann¹⁰⁾は、股関節への回旋ストレスは隣接する膝関節へも回旋ストレスを与えることから、回旋ストレスを制御するには膝関節のみでなく股関節回旋筋力が重要な役割を担うと述べている。したがって、ACL 損傷患者の筋力評価には、膝関節筋力のみならず、股関節回旋筋力の評価が重要であると考えられる。

これまでに、ACL 損傷と股関節外旋筋力の関連性について分析した先行研究はいくつか報告されてきた。Willson ら¹¹⁾は、股関節外旋筋力が弱いほど、動作時の膝関節の外反角度が増加していたことから、股関節外旋筋力の強化が ACL 損傷の治療や予防になる可能性を指摘している。一方、Lawrence ら¹⁷⁾は、股関節外旋筋力と動作時の膝関節の外反角度に関連性はみられなかったことを報告している。このように、現在、ACL 損傷と股関節外旋筋力の関連性に一致した見解はないが、本研究では股関節外旋筋力には群間での有意差は認められず、後者を支持する。

ACL 損傷と筋力の関連性の調査で、膝関節屈曲筋と伸展筋以外に主動作筋と拮抗筋の割合を評価しているものは見当たらない。筋力の実測値は、スポーツの種目やその役割によってばらつきが大きい¹⁸⁾ため、障害やパフォーマンスの評価には個別の筋力のみではなく、主動

作筋と拮抗筋の割合を用いて筋力を分析することが有効である¹⁹⁾。このことから、ACL 損傷患者に対する股関節回旋筋力の評価には、主動作筋である外旋筋と拮抗筋である内旋筋の割合もまた重要であることが示唆される。

本研究結果では、股関節内旋筋力および内外旋筋力比で有意に ACL 群が高い平均値を示した。Hunt ら²⁰⁾は、健常成人女性で、トルクマシンにより測定した股関節内旋および外旋筋力の割合は、0.86 Nm/Nm であり、本研究の健常群と同様に股関節外旋筋力が有意であることを報告している。また Uritani ら²¹⁾の日本人の健常者における調査においても同様の結果が得られている。さらに、現在、ACL 損傷と股関節外旋筋力のみの調査では関連性に一致した見解がみられていないことから、股関節内旋筋力と股関節外旋筋力には正常範囲の比率が存在し、それよりも逸脱して股関節内旋筋力が強いことが動作時の股関節内旋角度の増加を引き起こすことによると推察される。また、運動連鎖の観点から閉鎖性運動連鎖での股関節内旋は膝関節の外反角度を増加させるため、ACL の損傷に内外旋筋力比の不均衡が関連していた可能性がある。

これらの知見より、ACL を損傷した女性は健常女性に比べて股関節内旋筋力に対する股関節外旋筋力の割合が低いといえる。ACL 損傷患者の評価には股関節外旋筋力単体の強さのみではなく、拮抗筋である股関節内旋筋力に見合った股関節外旋筋力を有するかどうかが重要であり、その評価には内外旋筋力比の値を用いることが有用である。ただし、本研究では健常女性と ACL 損傷の既往のある女性の筋力を横断的に分析したにすぎず、ACL 損傷と筋力低下との因果関係については明確な言及はできない。今後はサンプルサイズを大きくするとともに、ACL の損傷部位と内外旋筋力比との因果関係について、さらなる解明を行う必要がある。

引用文献

- 1) 細田多穂：理学療法ハンドブック第3巻—疾患別・理学療

- 法基本プログラム. 柳澤 健 (編), 協同医書出版社, 東京, 2010, p332.
- 2) Boden BP, Dean GS, Feagin JA Jr, et al.: Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics*, 2000, 23: 573-578.
 - 3) Harmon KG, Ireland ML: Gender differences in noncontact anterior cruciate ligament injuries. *Clin Sports Med*, 2000, 19: 287-302.
 - 4) Myklebust G, Maehlum S, Holm I, et al.: A prospective cohort study of anterior cruciate ligament injuries in elite Norwegian team handball. *Scand J Med Sci Sports*, 1998, 8: 149-153.
 - 5) Knapik JJ, Bauman CL, Jones BH, et al.: Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *Am J Sports Med*, 1991, 19: 76-81.
 - 6) 上島隆秀, 加藤 浩, 城石晴子・他: 高校バスケットボール男女一流選手の膝屈伸筋力特性. *理学療法科学*, 1996, 23: 257-261.
 - 7) Söderman K, Alfredson H, Pietilä T, et al.: Risk factors for leg injuries in female soccer players: A prospective investigation during one out-door season. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2001, 9: 313-321.
 - 8) Kennedy JC, Weinberg HW, Wilson AS: The anatomy and function of the anterior cruciate ligament. As determined by clinical and morphological studies. *J Bone Joint Surg Am*, 1974, 56: 223-235.
 - 9) Zazulak BT, Ponce PL, Straub SJ, et al.: Gender comparison of hip muscle activity during single-leg landing. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2005, 35: 292-299.
 - 10) Neumann DA: 筋骨格系のキネシオロジー, 原著第2版. 嶋田智明・他 (監訳), 医歯薬出版, 東京, 2010, p587.
 - 11) Willson JD, Ireland ML, Davis I: Core strength and lower extremity alignment during single leg squats. *Med Sci Sports Exerc*, 2006, 38: 945-952.
 - 12) Katoh M, Yamasaki H: Comparison of reliability of isometric leg muscle strength measurements made using a hand-held dynamometer with and without a restraining belt. *J Phys Ther Sci*, 2009, 21: 37-42.
 - 13) Katoh M, Yamasaki H: Test-retest reliability of isometric leg muscle strength measurements made using a hand-held dynamometer restrained by a belt: Comparison during and between sessions. *J Phys Ther Sci*, 2009, 21: 239-243.
 - 14) Katoh M, Hiiragi Y, Uchida M: Validity of isometric muscle strength measurements of the lower limbs using a hand-held dynamometer and belt: A comparison with an isokinetic dynamometer. *J Phys Ther Sci*, 2011, 23: 553-557.
 - 15) Quatman CE, Hewett TE: The anterior cruciate ligament injury controversy: Is "valgus collapse" a sex-specific mechanism? *Br J Sports Med*, 2009, 43: 328-335.
 - 16) Cashman GE: The effect of weak hip abductors or external rotators on knee valgus kinematics in healthy subjects: A systematic review. *J Sport Rehabil*, 2012, 21: 273-284.
 - 17) Lawrence RK 3rd, Kernozek TW, Miller EJ, et al.: Influences of hip external rotation strength on knee mechanics during single-leg drop landings in females. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2008, 23: 806-813.
 - 18) Cheung RT, Smith AW, Wong del P: H:q ratios and bilateral leg strength in college field and court sports players. *J Hum Kinet*, 2012, 33: 63-71.
 - 19) Kemp JL, Schache AG, Makdissi M, et al.: Greater understanding of normal hip physical function may guide clinicians in providing targeted rehabilitation programmes. *J Sci Med Sport*, 2013, 16: 292-296.
 - 20) Hunt GC, Fromherz WA, Danoff J, et al.: Femoral transverse torque: an assessment method. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1986, 7: 319-324.
 - 21) Uritani D, Fukumoto T: Differences of isometric internal and external hip rotation torques among three different hip flexion positions. *J Phys Ther Sci*, 2012, 24: 863-865.