非接触性 ACL 損傷における性差・左右差

九州労災病院勤労者骨・関節疾患治療研究センター

井原 秀俊・高山 正伸

福本 貴彦

福岡教育大学

下沖 典子

Gender Difference and Laterality in ACL Non-Contact Injuries

Hidetoshi Ihara, Masanobu Takayama, and Takahiko Fukumoto

Bone and Joints Center, Kyushu Rosai Hospital,
Fukuoka, Japan

Noriko Shimooki

Fukuoka University of Education, Fukuoka, Japan

It is assumed that female athletes are prone to non-contact injury, the frequency of which is especially high in the left knee in ACL injuries. (1) ACL injuries were analyzed retrospectively in 467 patients to see whether they were non-contact or not, and which side of the knee was involved. (2) A questionnaire survey was conducted on 106 students belonging to a university athletic club on the laterality of the lower extremity. (1) The result were as follows; contact injury to female left knee was found in 39 cases, contact injury to female right knee in 38 cases, contact injury to male left knee in 48 cases, contact injury to male right knee in 66 cases, non-contact injury female to left knee in 124 cases, non-contact injury to female right knee in 84 cases, non-contact injury to male left knee in 42 cases, and non-contact injury to male right knee in 26 cases. Chi-square test demonstrated that non-contact injury to female left knee was significantly frequent in ACL injuries. (2) The questionnaire survey also revealed the following; left side was significantly involved in non-contact injury to the lower limb from the chi-square test results. We conclude that female left knee is at an increased risk for ACL injuries. Further studies are needed to determine the factors associated with functional characteristics of the female knee.

Key words : anterior cruciate ligament (前十字靱帯), female (女性), laterality (一側優位性)

はじめに

女性の膝受傷の頻度は男性に比して高いことが報告されてきた³⁷⁾。前十字靱帯 (ACL) 損傷に関しては、男性に比較して女性の場合、サッカー・バスケットボール・ラグビーの大学代表選手では 3.96 倍³⁾、サッカー・バスケットボール・ソフトボール・バレーボールの学内選手では 1.4 倍⁹⁾、大学対抗バスケットボールで 7.8

倍¹⁴⁾と報告されている。一方、左足は直立姿勢保持のための支持脚、右足は移動運動の機能を持つとされている¹³⁾²¹⁾。そうであれば、受傷時に不安定になった側が左足の場合、支持足機能が著しく損なわれ、受傷頻度が高くなることが考えられる。そこで、「(ACL の) 非接触性損傷は女性に多く、しかも左膝でその頻度が高い」という仮説を立てた。本研究の目的はこの仮説を検証することである。

対 象

本稿では、非接触性損傷を、外力ではなく内力が作用し、かつ姿勢制御の瞬間的機能不全と定義した。

(1) 筆頭著者が主治医として直接に治療に関わり、受傷機序の判断可能な病歴が記載された ACL 損傷 467 名を対象にした。両側例では最初に受傷した側を対象とした。接触性/非接触性損傷、性差、左右差について検討し、 χ^2 独立性の検定にて統計処理した。

(2) 大学スポーツ部員 218 名に対してアンケート調査を行った。218 名の運動種類は、ハンドボール部 (男性 13 名/女性 21 名)、バスケットボール部 (男性 13 名/女性 14 名)、バレーボール部 (女性 18 名)、野

球部 (男性 34 名)、陸上部 (男性 15 名/女性 11 名)、剣道部 (男性 8 名/女性 12 名)、柔道部 (男性 17 名/女性 3 名) であった。調査項目は損傷歴、左右別、受傷機序、利き足 (ボールを蹴る側)、着地足などであった。この中で膝・足関節に損傷歴を有し受傷機序が判断できた 106 名 (左右両側例は除外) について、下肢の一侧優位性を検討し、 χ^2 独立性の検定にて統計処理した。

結 果

(1) ACL 損傷患者での検討

1) 性差

接触性損傷は 191 名で、女性 77 名 (平均年齢 30.1

図 1 下肢一侧優位性の検討

ACL 非接触性損傷は左膝 (円グラフの黒領域) に有意に多かった。

図 2 性別・左右別検討

ACL 非接触性損傷は女性の左膝に有意に多かった。

歳), 男性 114 名 (平均年齢 27.4 歳) であった。受傷スポーツ・事故の主なものは, バスケットボール 25 膝, スキー 25 膝, 柔道 19 膝, 二輪車転倒 13 膝, その他の交通事故 13 膝, ラグビー 12 膝, バレーボール 9 膝, 野球 9 膝, 転倒・転落 8 膝, サッカー 7 膝などであった。

非接触性損傷は 276 名で, 女性 208 名 (平均年齢 23.1 歳), 男性 68 名 (平均年齢 26.0 歳) であった。主な受傷スポーツは, バレーボール 102 膝, バスケット

ボール 88 膝, 器械体操 27 膝, サッカー 7 膝などであった。ジャンプ着地時損傷は, 非接触性損傷の 76.4% を占めた。

性別に見た非接触性損傷の割合は, 男性 37.4% (非接触性損傷 68 膝/接触性損傷 114 膝), 女性 73.0% (非接触性損傷 208 膝/接触性損傷 77 膝) で, 有意に女性の非接触性損傷が多かった ($p < 0.0001$)。ジャンプ着地機序に限って検討した結果でも, 女性 68.4% (ジャンプ着地 167 膝/接触性損傷 77 膝), 男性 31.3%

図3 大学運動部員アンケートから下肢一側優位性の検討
膝・足関節損傷 106 名において, 非接触性損傷 (円グラフの黒領域) での左下肢損傷は優位に多かった (χ^2 独立性の検定 $p < 0.0001$)。

図4 利き足と着地足との相関の検討
利き足と着地足の間には相関は見られなかった。

(ジャンプ着地 52 膝/接触性損傷 114 膝) で、ジャンプ着地時損傷は有意に女性に多かった ($p<0.0001$)。

2) 下肢一側優位性

左膝の占める割合は、接触性損傷 45.5% (左 87 膝/右 104 膝)、非接触性損傷 60.1% (左 166 膝/右 110 膝) で、有意に非接触性損傷で多かった ($p=0.0022$)。更に、ジャンプ着地時損傷においても、左膝の占める割合は 65.4% (左 138 膝/右 73 膝) となり、有意に左膝に多かった ($p<0.0001$) (図 1)。

以上をまとめると、非接触性損傷は女性の左膝に有意に多かったことが判明した ($p<0.0001$) (図 2)。

(2) 大学運動部員アンケートの結果

右下肢 61 名、左下肢 45 名であった。他人の足の上に乗った受傷した場合は接触性損傷とした。非接触性損傷は、右下肢では 42.6% (非接触性損傷 26 名/接触性損傷 35 名) に対して、左下肢では 64.4% (非接触性損傷 29 名/接触性損傷 16 名) であった。非接触性損傷での左下肢損傷は、有意に多かった ($p=0.0262$) (図 3)。

利き足と着地足との関係を見た結果、利き足 (右 91 足、左 10 名、どちらとも決まっていない 5 名) と、着地足 (右 23 名、左 39 名、どちらとも決まっていない 44 名) 間には相関はなかった (図 4)。

考 察

(1) 性差

ACL 損傷の 80% は非接触性外傷でそれもジャンプ着地時に起こると言われている²⁶⁾。女性では、ジャンプ着地時やカッティング時に ACL 損傷を起こす割合は男性の 2~8 倍¹⁾²⁾¹⁷⁾²²⁾²³⁾⁴²⁾ にも達する。非接触性の ACL 損傷が女性に多い理由として報告されている要因を列記する。筋・下肢反応について、女性は、電気力学的遅延³⁾、筋電反応開始~最大トルク到達時間や筋トルク出現~最大トルク到達時間³⁸⁾、膝屈筋最大トルク到達時間⁴⁰⁾、体重移動 50% 達成時間¹⁶⁾が長く、視覚トラッキングによる追従能での学習効果が劣っている³⁵⁾。女性ホルモンのエストラジオールが軟部組織の緊張を減少させる⁶⁾³⁹⁾。バイオリズムで感情要注意日と受傷日が重なる傾向がある¹⁹⁾。求心性・遠心性筋力と屈筋求心性筋力との相対比が減少する¹²⁾¹⁵⁾。膝伸筋遠心性筋力優位である²⁹⁾。筋瞬発力や耐久力に劣る¹⁴⁾。脛骨後傾角が大きい²⁵⁾。全身関節弛緩が存在する²⁸⁾。

関節固有覚に劣る²⁷⁾³⁰⁾³²⁾。ジャンプ着地時の膝屈曲減少や脛骨前方剪断力が大きい⁵⁾。内旋力作用に対する筋活動下での膝回旋剛性が小さい⁴⁰⁾、スクワット時の膝内反保持能が低下し大腿四頭筋直筋活動が増加する⁴³⁾。その他、着地時の膝屈曲度が浅い、下肢アライメントが悪い、顆間窩が狭い、靱帯が細いなどが挙げられる。このように女性に多い理由として解剖学的、筋力面、神経生理的、運動学的、内分泌的に、個別に検討されてきたが、今後は、各研究を統合した要素から、なぜ女性に多いのかを探る必要があろう。

(2) 下肢一側優位性

本研究では、非接触性損傷は左膝に多いことが判明した。利き足と着地足との関係では、利き足は右足だが、着地足はどちらとも決まっていない者が多かったことより、左膝受傷が多いのは、左足着地の機会が多いためではないと判断できる。

ではなぜ左膝に多いのであろうか。それには下肢の一側優位性から見ていく必要がある。一側優位性を論じた 2 つの注目すべき研究が存在する。木村と浅枝²¹⁾は、アンケート調査から利き手と反対側の下肢が支持側、同側の下肢が機能的役割を果たすとした。さらに形態・筋力・反応時間の計測にて、上肢との関連動作では、利き手と反対側の下肢の優位性を示した。

平沢¹³⁾は、両・片脚起立において左足は右足より支持能力が高く、左足は直立姿勢を支持し、右足は運動作用の役をなすとした。平沢は利き手との関連には言及していないが、右利き手が大部分であることを考えると、木村と浅枝の結論と同様に、利き手と反対側は支持側で、同側は機能的役割であると考えてもよいであろう。

その他、一側優位性を見た研究には、歩行時³¹⁾³⁴⁾の足底荷重率、両脚起立時の接地足底面積³⁶⁾・足底荷重率⁸⁾³³⁾⁴¹⁾・荷重再現性¹¹⁾・左右移動時間²⁾、歩行減・加速時の重心瞬間速度変化²⁴⁾、サッカーでの運動判別能⁴⁾・訓練側¹⁰⁾、上肢運動との関連⁷⁾などが存在する。

スポーツにおける受傷頻度から左右差を論じたものとして、岩崎¹⁸⁾は、左膝は接触型損傷では 58%、非接触型損傷では 51% として、左右差がないと報告しているが、スポーツ種目別に検討すれば結果は異なる可能性があると思われる。本研究では非接触受傷では左膝が多かった。接触性であれば受傷側は運が悪かったという判断もできよう。しかし非接触受傷の場合、

内在する受傷要因を有していると考えられる。受傷肢位の解明では、受傷場面のビデオ解析により膝軽度屈曲位での膝外反・下腿回旋が提示されている²⁷⁾。しかし、何千回、何万回と行っているジャンプ着地動作の中では膝外反・下腿回旋は多く経験する肢位ではないであろうか。なぜ、その肢位がある瞬間にはACL損傷を引き起こすまでになるのか。これには右下肢との関係で、左下肢の支持足機能が一要因として関与しているように思えてならない。

本研究にて仮説「非接触性損傷は女性に多く、しかも左膝でその頻度が高い」を証明することができた。今後、動的状態での左下肢の特異性解明、特に女性の左下肢の特性解明が必要である。

要 約

①ACL 損傷 467 名に対して後ろ向き研究にて、接触性/非接触性損傷有無、性別、左右別について検討した。その結果、接触性損傷女性左膝 39 名、接触性損傷女性右膝 38 名、接触性損傷男性左膝 48 名、接触性損傷男性右膝 66 名、非接触性損傷女性左膝 124 名、非接触性損傷女性右膝 84 名、非接触性損傷男性左膝 42 名、非接触性損傷男性右膝 26 名であった。 χ^2 独立性の検定にて、非接触性損傷は女性の左膝に有意に多いことが示された。

②大学運動部員に対するアンケート結果から下肢受傷者 106 名の下肢一側優位性を χ^2 独立性の検定にて検討した。その結果、非接触性損傷での左下肢損傷が有意に多かった。

③女性の左下肢の動的機能特性の解明の必要が今後必要である。

*本研究は「若林記念医学研究」によるものである。

参 考 文 献

- 1) Arendt, E. A., Dick, R.: Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer; NCAA data and review of literature. *Am. J. Sports Med.*, 23 : 694-701, 1995.
- 2) Arendt, E. A., et al.: Anterior cruciate ligament injury patterns among collegiate men and women. *J. Athletic Training*, 34 : 86-92, 1999.
- 3) Bell, D. G., Jacobs, I.: Electro-mechanical response times and rate of force development in males and females. *Med. Sci. Sports Exer.*, 18 : 31-36, 1986.
- 4) Cameron, M., Adams, R.: Kicking footedness and movement discrimination by elite Australian Rules footballers. *J. Sci. Med. Sport*, 6 : 266-274, 2003.
- 5) Chappell, J. D., et al.: A comparison of knee kinetics between male and female recreational athletes in stop-jump tasks. *Am. J. Sports Med.*, 30 : 261-267, 2002.
- 6) Charlton, W. P. H., et al.: Correlation of estradiol in pregnancy and anterior cruciate ligament laxity. *Clin. Orthop.*, 387 : 165-170, 2001.
- 7) Gabbard, C., Hart, S.: Effects of standing and sitting on finger-tapping speed in healthy adults. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, 32 : 525-529, 2002.
- 8) Gatev, P., et al.: Changes in plantar pressures during bipedal stance with different stance width. *Acta. Physiol. Pharmacol. Bulg.*, 26 : 137-142, 2001.
- 9) Gwinn, D., et al.: The relative incidence of anterior cruciate ligament injury in men and women at the united states naval academy. *Am. J. Sports Med.*, 28 : 98-102, 2000.
- 10) Haaland, E., Hoff, J.: Non-dominant leg training improves the bilateral motor performance of soccer players. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 13 : 179-184, 2003.
- 11) 濱田美希, 他: 下肢部分荷重訓練における荷重再現能力の特性. *運動療法と物理療法*, 13 : 28, 2002.
- 12) Hewett, T. E., et al.: The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athlete: a prospective study. *Am. J. Sports Med.*, 27 : 699-706, 1999.
- 13) 平沢彌一郎: Stasiology からみた右足と左足. *神経進*, 24 : 623-633, 1980.
- 14) Huston, L. J., Wojtyls, E. M.: Neuromuscular performance characteristics in elite female athletes. *Am. J. Sports Med.*, 24 : 427-436, 1996.
- 15) 井原秀俊, 高柳清美, 高山正伸: 前十字靱帯損傷患者におけるハムストリング遠心性筋力: 大腿四頭筋求心性筋力比. *九州スポーツ医・科学会誌*, 4 : 43-46, 1992.
- 16) 井原秀俊, 他: 下肢の神経筋機能からみた性差. *日災医誌*, 43 : 282-286, 1995.
- 17) Ireland, M. L., Wall, C.: Epidemiology And comparison of knee injuries in elite male and female United States basketball athletes. *Med. Sci. Sports Exec.*, 22 (Suppl) : S8, 1990.
- 18) 岩増弘志: 非接触型膝前十字靱帯損傷の損傷頻度. *臨床スポーツ医学*, 19 : 985-990, 2002.
- 19) 軸丸しのぶ, 他: 受傷日とバイオリズムとの関連. 膝前十字靱帯損傷について. *九スボ学会誌*, 5 : 27-29, 1993.
- 20) 茅野慎一, 他: 足圧中心の移動時間から見た利き足と軸足の特性. *運動療法と物理療法*, 13 : 27, 2002.
- 21) 木村邦彦, 浅枝澄子: ヒトの四肢の一側優位性について. *人類学雑誌*, 82 : 189-207, 1974.
- 22) Lindenfeld, T. N., et al.: Incidence of injury in in-

- door soccer. *Am. J. Sports Med.*, 22 : 364-371, 1994.
- 23) Malone, T. R.: Relationship of gender in anterior cruciate ligament injuries of NCAA division I basketball players. *J. South Orthop. Assoc.*, 2 : 36-39, 1992.
- 24) 見波 静, 北陽口純: 歩行における瞬間速度分析接近法. 加速度 (力) の積分. *理学療法*, 20 : 877-881, 2003.
- 25) 森田秀穂, 他: 膝関節の矢状面力学解析について. *膝*, 11 : 68-75, 1986.
- 26) Noyes, F. R., et al.: The symptomatic anterior cruciate-deficient knee. *J. Bone Joint Surg.*, 65A : 154-162, 1983.
- 27) Olsen, O. E., et al.: Injury mechanisms for anterior cruciateligament injuries in team handball. a systematic video analysis. *Am. J. Sport Med.*, 32 : 1002-1012, 2004.
- 28) Rozzi, S. L., et al.: Knee joint laxity and neuromuscular characteristics of male and female soccer and basketball players. *Am. J. Sports Med.*, 27 : 312-319, 1999.
- 29) 高杉紳一郎, 他: 高校バスケットボール男女一流選手の膝屈伸筋力と競技能力. *リハ医学*, 31 : 808, 1994.
- 30) 高山正伸, 他: 膝関節位置覚の男女差について. *九スポ学会誌*, 5 : 23-35, 1993.
- 31) 鴫田文男, 他: 靴型足底力分布測定装置の開発直線歩行解析の臨床試用. *日本臨床バイオメカニクス学会誌*, 15 : 423-426, 1994.
- 32) 辻本晴俊, 他: 関節運動感覚に関する研究. *日整会誌*, 66 : S351, 1992.
- 33) 月村泰治, 他: 荷重力からみた右足と左足. *姿勢研究*, 11 : 23-29, 1991.
- 34) Tsuru, T., et al.: Dynamic pressure distribution beneath the foot during walking. *Seikeigeka to Saigaigeka (West Jp. J. Orthop. Traumtol.)*, 39 : 839-842, 1990.
- 35) 堤 文生, 他: 視標追従運動での習熟性理論の応用. *Visual-Trainer による下肢誘導能の性差*. *九州スポーツ医・科学会誌*, 1 : 92-95, 1988.
- 36) 臼井永男, 平沢彌一郎: 小児の足の機能的左右差に関する発育反達の一考察. *放送大学研究年報*, 7 : 143-154, 1989.
- 37) Whiteside, P. A.: Men's and women's injuries in comparable sports. *Physician Sportsmed.*, 8 : 130-140, 1980.
- 38) Winter, E. M., Brookes, F. B. C.: Electromechanical response times and muscle elasticity in men and women. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 63 : 124-128, 1991.
- 39) Wojtys, E. M., et al.: Association between the menstrual cycle and anterior cruciate ligament injuries in female athletes. *Am. J. Sports Med.*, 26 : 614-619, 1998.
- 40) Wojtys, E. M., et al.: Gender differences in muscular protection on the knee in torsion in size-matched athletes. *J. Bone Joint Surg.*, 85A : 782-789, 2003.
- 41) 藪越公司, 他: 立位における下肢荷重非対称性の評価. 姿勢安定性の指標となりえるか. 第40回日本リハビリテーション医学会学術集会抄録集: S351, 2003.
- 42) Zelisko, J. A., et al.: Comparison of men's and women's professional basketball injuries. *Am. J. Sports Med.*, 10 : 297-299, 1982.
- 43) Zeller, B. L., et al.: Differences in kinematics and electromyographic activity between men and women during the single-legged squat. *Am. J. Sports Med.*, 31 : 449-456, 2003.