

トリプルホップ距離と膝関節伸展筋力および屈曲筋力の関係

Relationship between Triple Hop Distance and Knee Extension and Flexion Strength

吉 田 真¹⁾
Makoto YOSHIDA

吉 田 昌 弘¹⁾
Masahiro YOSHIDA

I. はじめに

トリプルホップ距離 (triple hop distance, 以下 THD) テストは, アスレティックリハビリテーションの効果判定や競技復帰の指標などに用いられている¹⁻¹⁰⁾。THDテストは, 下肢の筋力, 神経系の協調能力, 関節の安定性などを評価する。THDテストのようなファンクショナルテストは, 測定において特別な道具や特殊技能を必要とせず, スポーツ現場で簡便かつ短時間で測定できる評価である。THDテストは, 大腿四頭筋の筋力を推定する方法として活用され¹⁾, また傷害発生リスクの要因を捉えるうえで, 両側差を指標として対称性指数Limb symmetry index (以下, LSI) が用いられている⁵⁻¹⁰⁾。

各種評価結果を有効に活用するため, シーズン開始前のメディカルチェック等で, 選手個人あるいはチーム全体のベースラインを把握しておくことが望ましい。選手個人内の分析において, 絶対値の経時的推移を元に評価することもあれば, LSIを算出し両側差の程度から傷害発生のリスクを予測する方法もある。

そこで, 本研究の目的は, (1) THDと膝関節伸展筋力および屈曲筋力の関係について検討すること, (2) THDおよび膝関節筋力のLSIを比較検討することとした。

II. 方 法

1. 対象

対象は, 北翔大学女子バドミントン部に所属する18歳から22歳の女子選手18名であった (年齢: 18.9 ± 2.9 歳, 身長: 160.7 ± 3.3 cm, 体重: 52.1 ± 12.6 kg)。対象の取り込み基準は, (1) 競技としてバドミントンに取り組んでいること, (2) 測定時に全ての練習が参加可能であること, (3) 全ての測定を完了可能なコンディションであることとした。除外基準は, 測定の一部を完了できないこととした。測定は, 大会シーズンに移行する4月に行なった。測定開始にあたり, 全ての対象者に本研究の目的や方法等について口頭にて説明し, 同意を得たうえで測定を実施した。

2. 測定方法

1) トリプルホップ距離テスト (triple hop

1) 北翔大学生涯スポーツ学部スポーツ教育学科

キーワード: 膝関節, 筋力, 跳躍力, トリプルホップ

distance, THD)

進行方向に対して垂直になるよう床にスタートラインのテープを貼り付けた。選手は測定に先立ち、十分なウォーミングアップを行なった。選手は測定する側の脚で立ち、スタートラインの前端まで最大限つま先を合わせた。跳躍時における腕の振りは自由に許可した。測定は、片脚で前方へ連続3回の最大跳躍を行い、スタートラインから3回目の跳躍の着地における踵との距離を計測し、センチメートル単位で記録した。3回目の跳躍の着地において、バランスを崩して転倒などにより足関節捻挫などの傷害を予防するために、測定足接地後に反対足を接地することは許可した。測定本番前に、選手はTHDテストに慣れるために数回練習した。測定は、同一肢を連続2回行い、各試技間は疲労の影響を最小限にするために、適度に休息をとった。THDテストの再現性は、先行研究による検証結果にて十分に確立されている¹¹⁾。

分析にあたり、2回測定したうち、高い方の値を分析対象として採用した。また、両側の非対称性を検討するために、LSI ([left limb performance/right limb performance] × 100%) を算出した。

2) 膝関節伸展筋力および屈曲筋力の測定

膝関節伸展筋力および屈曲筋力の測定は、等速性筋力測定機器であるBiodex System 3を使用した。

選手は坐位にて体幹および大腿部をストラップで固定され、角速度毎秒60度の膝関節伸展および屈曲の求心性収縮筋力を測定した。関節可動域は膝関節伸展0度から屈曲100度に設定した。

測定に先立ち、十分にウォーミングアップを行なった。選手は測定プロトコルに慣れるために、最大努力の発揮に向けて段階的に関節運動を行なった。測定は最大努力にて膝関節伸展および屈曲を連続5回反復した。測定中、選手が最大努力を発揮するように「強く、速く、伸ばして、曲げて」と口頭にて鼓舞した。測定する右左の順序は、選手ごとに無作為に実施した。

測定結果は、Biodex softwareに保存され、⑤回反復した膝関節伸展と屈曲の最大トルクの体重比および最大トルク (Nm) を分析対象として採用した。また、膝関節伸展筋力に対する屈曲筋力の比として、HQ ratioを算出した。また、両側の非対称性を検討するために、LSI ([left limb performance/right limb performance] × 100%) を算出した。

3. 統計処理

各測定値は、平均、標準偏差、範囲の記述統計にて表した。THDと膝関節伸展と屈曲の最大トルク、最大トルクの体重比、HQ ratioの両側差を検討するために、対応のないt検定を用いた。また、vを検討するために、ピアソンの関数相関係数を用いた。統計処理には、StatPlus: mac Pro (ver. 6.1.60) を使用した。なお、統計解析の有意水準は、危険率5%未満に設定した。

Ⅲ. 結 果

THDの平均±標準偏差(範囲)について、右 $510.3 \pm 34.2\text{cm}$ (425-555cm)、左 $488.3 \pm 35.0\text{cm}$ (400-537cm) であり、LSIは 96.0 ± 8.0 (80.2-117.6) であった。t検定により両

側差を検討したところ、統計学的有意差は認められなかった ($p=0.064$)。

膝関節伸展筋力における最大トルクの平均±標準偏差(範囲)について、右 $124.2 \pm 22.2\text{Nm}$ (88.7-172.3Nm)、左 $121.4 \pm 21.2\text{Nm}$ (90.3-168.4Nm)であった。また、体重比について、右 224.9 ± 42.5 (144.7-301.2)、左 219.7 ± 33.4 (164.4-294.4)であった。膝関節伸展筋力における最大トルクのLSIは 96.0 ± 8.0 (80.2-117.6)であった。t検定により両側差を検討したところ、最大トルクと体重比ともに、統計学的有意差は認められなかった ($p=0.703$, $p=0.684$)。

膝関節屈曲筋力における最大トルクの平均±標準偏差(範囲)について、右 $60.9 \pm$

11.6Nm (43.1-87.5Nm)、左 $56.2 \pm 13.0\text{Nm}$ (38.0-83.6Nm)であった。また、体重比について、右 108.4 ± 23.1 (69.9-161.9)、左 103.5 ± 20.2 (74.8-146.2)であった。膝関節伸展筋力における最大トルクのLSIは 97.5 ± 18.2 (75.3-137.6)であった。t検定により両側差を検討したところ、最大トルクと体重比ともに、統計学的有意差は認められなかった ($p=0.260$, $p=0.504$)。

膝関節伸展筋力に対する屈曲筋力の比であるHQ ratioの平均±標準偏差(範囲)について、右は 0.501 ± 0.070 (0.382-0.606)であり、左は 0.469 ± 0.070 (0.366-0.577)であった。t検定により両側差を検討したところ、統計学的有意差は認められなかった ($p=0.566$)。

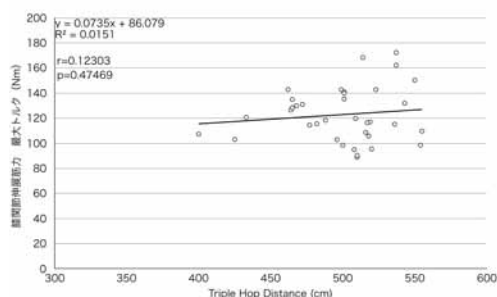


図1 トリプルホップ距離と角速度60度/秒における膝関節伸展筋力の相関関係

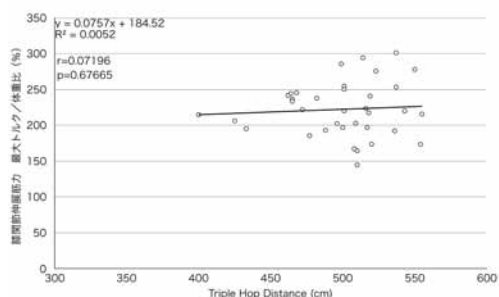


図3 トリプルホップ距離と角速度60度/秒における膝関節伸展筋力の相関関係

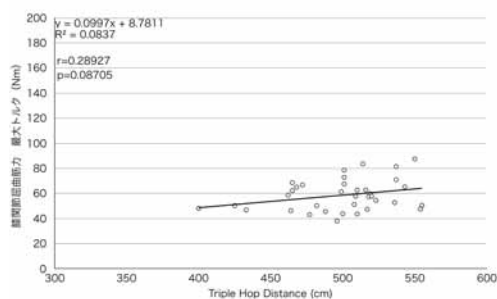


図2 トリプルホップ距離と角速度60度/秒における膝関節屈曲筋力の相関関係

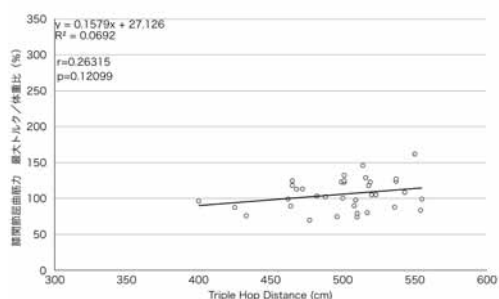


図4 トリプルホップ距離と角速度60度/秒における膝関節屈曲筋力の相関関係

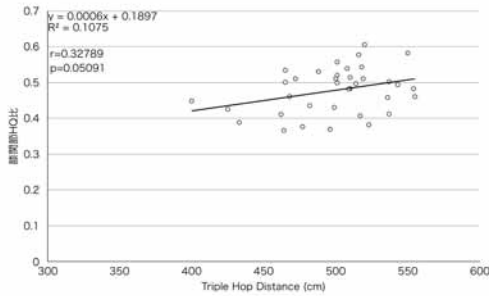


図5 トリプルホップ距離と角速度60度／秒における膝関節HQ比の相関関係

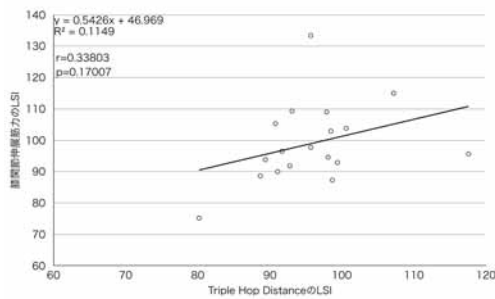


図6 トリプルホップ距離のLSIと角速度60度／秒における膝関節伸展筋力のLSIの相関関係

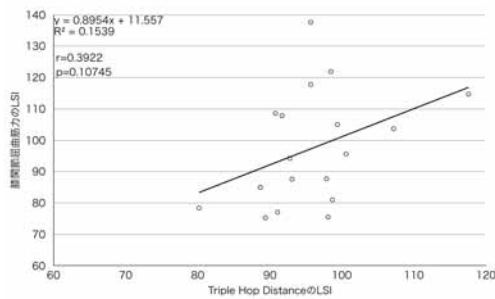


図7 トリプルホップ距離のLSIと角速度60度／秒における膝関節屈曲筋力のLSIの相関関係

THDと膝関節伸展と屈曲の最大トルク(図1, 2), 最大トルクの体重比(図3, 4), HQ ratio(図5), LSI(図6, 7)の相関関係は, 全ての項目について統計学的有意差は認められなかった(表1)。

Ⅳ. 考 察

本研究の目的は, (1) THDと膝関節伸展筋力および屈曲筋力の関係について検討すること, (2) THDおよび膝関節筋力のLSIを比較検討することであった。本研究の結果から, THDは膝関節筋力と統計学的に有意な関係は認められなかった。また, THDおよび膝関節伸展と屈曲筋力の両側差について, 統計学的有意な差は認められなかった。

THDは下肢の筋力やパワーを予測因子となりうるという先行研究の結果を踏まえて, 本研究において追試を行なった。その結果, 本研究では先行研究の結果と異なり, THDと膝関節伸展筋力および屈曲筋力の間には統計学的有意な相関関係は認められなかった。その要因として, 標本数が18名と少なかったことが考えられる。Hamiltonら¹⁾は, NCAA Division Iに所属する男女サッカー選手を対象に, 標本数を決定する上で, 決定係数0.25を検出するためにパワー計算を行い, 40名を

表1 トリプルホップ距離と膝関節筋力の相関関係

	r	p
膝関節伸展筋力 最大トルク (Nm)	0.12303	0.47469
膝関節屈曲筋力 最大トルク (Nm)	0.28927	0.08705
膝関節伸展筋力 体重比 (%)	0.07196	0.67665
膝関節屈曲筋力 体重比 (%)	0.26315	0.12099
HQ ratio	0.32789	0.05091
膝関節伸展筋力のLSI	0.33803	0.17007
膝関節屈曲筋力のLSI	0.3922	0.10745

対象者に研究を進めた。その結果、THDと膝関節伸展筋力の間には $r=0.700$ ($R^2=0.490$, $p<0.01$), 膝関節屈曲筋力との間には $r=0.753$ ($R^2=0.567$, $p<0.01$) と統計学的に有意な相関関係を報告した。

本研究でTHDと膝関節筋力の間に統計学的有意差が認められなかったもう一つの要因として、本研究の対象者は股関節の筋力が弱かった可能性がある。Baldonら¹²⁾は、下肢傷害発生のリスク要因として股関節筋力に着目し、THDと股関節筋力の関係について研究した。彼らは、THDの65%は股関節外旋と外転の遠心性筋力が関わることを報告した。本研究では、対象者の股関節筋力を測定していないため、研究結果から直接的に述べることはできないが、選手のスクリーニング評価を行う中で、股関節筋力の弱さが問題点であったため、股関節筋力の弱さが影響した可能性が示唆される。

前十字靭帯損傷の競技復帰基準として、大腿四頭筋の筋力やファンクショナルテストの両側差の指標であるLSIは、10%以下が推奨されている⁴⁾。本研究の対象者18名のうちLSIが10%以上であったのは、THDでは4名(22%)、膝関節伸展筋力では5名(28%)、膝関節屈曲筋力では最も多く11名(61%)であった。バドミントンは利き手側の下肢を前方に踏み出すことを繰り返す片側優位の競技特性がある。しかしながら、筋力などの身体能力の非対称性は傷害発生のリスクとなることから、メディカルチェック等を通して、筋力等の非対称性を検出し、選手の体づくりにおいて対称性をはかることが傷害発生の予防として大切な取り組みなる。

付記

本研究は、平成28年度北翔大学北方圏生涯スポーツ研究センター選定事業の助成を受けて実施したものである。

文 献

- 1) Hamilton RT, Shultz SJ, Schmitz RJ, Perrin DH: Triple-hop distance as a valid predictor of lower limb strength and power. *J Athl Train* 43(2): 144-151, 2008.
- 2) Munro AG, Herrington LC: Between-session reliability of four hop tests and the agility T-test. *J Strength Cond Res* 25(5): 1470-1477, 2011.
- 3) Reinke EK, Spindler KP, Lorrington D, Jones MH, Schmitz L, Flanigan DC, et al.: Hop tests correlate with IKDC and KOOS at minimum of 2 years after primary ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 19(11): 1806-1816, 2011.
- 4) Adams D, Logerstedt DS, Hunter-Giordano A, Axe MJ, Snyder-Mackler L: Current concepts for anterior cruciate ligament reconstruction: a criterion-based rehabilitation progression. *J Orthop Sports Phys Ther* 42(7): 601-614, 2012.
- 5) Schmitt LC, Paterno MV, Hewett TE: The impact of quadriceps femoris strength asymmetry on functional performance at return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 42(9): 750-759, 2012.
- 6) Logerstedt D, Grindem H, Lynch A,

- Eitzen I, Engebretsen L, Risberg MA, et al.: Single-Legged Hop Tests as Predictors of Self-Reported Knee Function After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: The Delaware-Oslo ACL Cohort Study. *Am J Sports Med* 40(10): 2348-2356, 2012.
- 7) Xergia SA, Pappas E, Zampeli F, Georgiou S, Georgoulis AD: Asymmetries in functional hop tests, lower extremity kinematics, and isokinetic strength persist 6 to 9 months following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 43(3): 154-162, 2013.
- 8) Garrison JC, Bothwell JM, Wolf G, Aryal S, Thigpen CA: Y BALANCE TEST™ ANTERIOR REACH SYMMETRY AT THREE MONTHS IS RELATED TO SINGLE LEG FUNCTIONAL PERFORMANCE AT TIME OF RETURN TO SPORTS FOLLOWING ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RECONSTRUCTION. *Int J Sports Phys Ther* 10(5): 602-11, 2015.
- 9) Hoog P, Warren M, Smith CA, Chimera NJ: FUNCTIONAL HOP TESTS AND TUCK JUMP ASSESSMENT SCORES BETWEEN FEMALE DIVISION I COLLEGIATE ATHLETES PARTICIPATING IN HIGH VERSUS LOW ACL INJURY PRONE SPORTS: A CROSS SECTIONAL ANALYSIS. *Int J Sports Phys Ther* 11(6): 945-953, 2016.
- 10) Zwolski C, Schmitt LC, Thomas S, Hewett TE, Paterno MV: The Utility of Limb Symmetry Indices in Return-to-Sport Assessment in Patients With Bilateral Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med* 44(8): 2030-2038, 2016.
- 11) Bolgla LA, Keskula DR: Reliability of lower extremity functional performance tests. *J Orthop Sports Phys Ther* 26(3): 138-142, 1997.
- 12) Baldon R de M, Lobato D FM, Carvalho LP, Wun P YL, Presotti CV, Serrão FV: Relationships between eccentric hip isokinetic torque and functional performance. *J Sport Rehabil* 21(1): 26-33, 2012.