

ACL 再建術後選手と健常選手における片脚垂直連続ホッピング中の反応筋力指数の非対称性 - 片脚ホップテストとの比較を含めた分析 -

廣幡 健二・相澤 純也・大見 武弘・大路 駿介・柳下 和慶

東京医科歯科大学 スポーツ医歯学診療センター

Key words / 膝前十字靱帯再建術後, 垂直連続ホッピング, Reactive strength index

【はじめに】

反応筋力指数 (Reactive strength index ; RSI) は, 着地と踏み切りを伴う跳躍能力の一つの指標である。本研究では, ACL 再建術後選手の片脚垂直連続ホッピング中の RSI を既存の片脚ホップテストとともに計測し, 健常選手と比較することで, 術側下肢での跳躍能力評価としての妥当性を検討することとした。

【方法】

ジャンプカッティングスポーツに参加する ACL 再建術後選手 16 名 [ACLR 群 (年齢 20.4 ± 3.6 , 術後経過日数 371.6 ± 224.0)] と健常選手 12 名 [健常群 (年齢 19.4 ± 2.8)] を対象とした。ACLR 群の包含基準は, 初回 ACL 再建術後に術後 5 カ月以上経過し, 受傷前の参加スポーツに部分的あるいは完全に復帰している者とした。計測項目は, 片脚垂直連続ホッピング中の RSI と 3 つの片脚ホップテスト (シングルホップ, トリプルホップ, クロスオーバーホップ) とした。RSI は, Optojump Next (Microgate 社) を使用して計測した片脚垂直連続ホッピング中の跳躍高と接地時間を用いて, [(跳躍高)/(接地時間)] $\times 100$ で算出した。各項目の計測値から下肢対称性指数 (Limb symmetry index, LSI) を [(術側)/(非術側)] $\times 100$ で算出した。健常群では LSI の計算式の分母を値の大きい側とした。各計測項目の群間差を検討し, ACLR 群の計測項目間の LSI を比較するため, 有意差検定を実施した。有意水準は 5% とした。

【倫理的配慮】

本研究は本学医学部倫理審査委員会の承認を得た上で実施した (承認番号 M2017-077)。

【結果】

片脚垂直連続ホッピング中 RSI の LSI にのみ群間差 (ACLR 群 $81.8 \pm 16.5\%$, 健常群 $90.2 \pm 5.2\%$) を認め, ACLR 群で有意に低かった ($p=0.017$)。ACLR 群における片脚垂直連続ホッピング中 RSI の LSI は, 3 つの片脚ホップテスト ($93.9 \sim 95.0\%$) に比べて有意に低値であった ($p=0.011$)。

【考察】

復帰検討段階にある ACL 再建術後選手の片脚垂直連続ホッピング中の RSI を計測することで, 既存の片脚ホップテストでは抽出できない術側片脚跳躍能力低下を捉えることができると示唆された。

大学女子バレーボールアタッカーにおける片脚前方ドロップ着地中の垂直床反力の非対称性 - ポジションによる比較 -

川崎 智子^{1,2)}・大路 駿介²⁾・打越 健太^{2,3)}・廣幡 健二²⁾
大見 武弘²⁾・小関 博久^{1,4)}・相澤 純也²⁾

1) 広尾整形外科

2) 東京医科歯科大学医学部附属病院 スポーツ医学診療センター

3) 国立病院機構 災害医療センター リハビリテーション科

4) 東都リハビリテーション学院

Key words / 片脚前方着地, インパクト, バレーボール

【はじめに】片脚着地インパクトの非対称性はジャンプカッティングスポーツに参加する選手において下肢外傷・障害の危険因子の一つといわれている。バレーボールにおいてアタッカーは, ポジションごとに求められる移動方向や着地パターンが異なるため, ポジションによって片脚着地インパクトの非対称性が異なることが推察される。本研究の目的は, 大学女子バレーボールアタッカーにおける片脚前方着地インパクトの非対称性をポジション別に明らかにし, 着地動作の評価・指導に役立つ情報を得ることとした。

【方法】対象は, 関東大学バレーボール連盟 1 部チームに所属し, アタッカーが主なポジションである健常女子選手 21 名とした。課題動作は 20cm 台からフォースプレートへの片脚前方ドロップ着地とし, 最大垂直床反力 (pVGRF), 初期接地から pVGRF までの時間 (pVGRF time), pVGRF/pVGRF time (Loading rate) を計測・算出した。レフト, センター, ライトごとに各床反力パラメータを対応のある t 検定を用いて左右で比較した。

【倫理的配慮】東京医科歯科大学医学部倫理審査委員会の承認後, 全対象者に参加同意を署名にて確認した後に研究を開始した。(M2016-054)

【結果】pVGRF (右脚; 左脚, %BW) はレフト 405.6; 395.0, センター 381.7; 378.3, ライト 334.9; 322.6, pVGRF time (ms) はレフト 65.6; 62.7, センター 67.2; 67.0, ライト 67.6; 70.8, Loading rate (%BW/ms) はレフト 6.5; 6.6, センター 6.2; 5.9, ライト 5.0; 4.6 であり, ライトにおいてのみ pVGRF time と Loading rate に有意差を認めた ($p < .05$)。

【考察】ライトでは片脚前方着地インパクトが他のポジションの選手よりも非対称になりやすいことが示唆された。ライトは主に右脚で踏み切り, 右脚で着地する傾向があることがライトにのみ非対称性を認めた一因であると考えられる。ライトの下肢スポーツ外傷・障害の予防においては, 片脚着地インパクトの非対称性に着目した評価・指導が特に重要といえるかもしれない。

大学女子バレーボールアタッカーにおける片脚側方ドロップ着地中の垂直床反力の非対称性

打越 健太^{1,2)}・大路 駿介²⁾・川崎 智子^{2,3)}・廣幡 健二²⁾
大見 武弘²⁾・相澤 純也²⁾

- 1) 国立病院機構 災害医療センター リハビリテーション科
2) 東京医科歯科大学医学部附属病院 スポーツ医学診療センター
3) 広尾整形外科

Key words / 片脚側方着地衝撃, 非対称性, アタッカー

【はじめに】片脚着地における衝撃の大きさの非対称性や、膝関節外側方向への床反力の増大はスポーツ膝外傷・障害の危険因子の一つとされている。バレーボールにおいて利き手が右のアタッカーではスパイク後の片脚着地の頻度が左右で異なることが報告されており、片脚着地衝撃においても非対称性が生じやすいことが推察される。本研究目的は、右利き手アタッカーにおける片脚側方着地衝撃の非対称性を明らかにし、着地動作の評価、指導に役立つ情報を得ることとした。

【方法】対象は、関東大学バレーボール連盟 1 部チームに所属する右利き手女子アタッカー 20 名とした。計測課題はステップ台から 15cm 外方のフォースプレートへの片脚ドロップ着地とした。片脚着地衝撃を明らかにするために、着地中の最大垂直床反力 (pVGRF)、初期接地から pVGRF までの時間 (pVGRF time)、pVGRF / pVGRF time (Loading rate) を算出した。各項目において右脚と左脚の値をそれぞれ対応のある t 検定を用いて比較した。有意確率は 5%未満とした。

【倫理的配慮】東京医科歯科大学医学部倫理審査委員会の承認 (承認番号: M2016-054) を得た後、参加同意を署名で確認し計測を開始した。

【結果】pVGRF (右脚 342.8 % BW ; 左脚 365.0 % BW) と Loading rate (右脚 4.4 % BW/ms ; 左脚 4.8 % BW/ms) は左脚が有意に大きかった ($p < .05$)。pVGRF time (右脚 79.7ms ; 左脚 77.5ms) は左右で有意差を認めなかった。

【考察】利き手が右であるアタッカーの片脚外側方ドロップ着地では、pVGRF と Loading rate が非対称であり、左脚でより大きいことが示された。右利き手女子アタッカーのスポーツ膝外傷・障害の予防においては、片脚外側方着地衝撃の非対称性に着目した評価、指導が重要であることが示唆された。

片脚着地動作における大腿四頭筋の筋疲労が下肢筋活動と膝関節アライメントおよび膝関節モーメントに及ぼす影響について

田中 佑一¹⁾・木山 良二²⁾・米 和徳²⁾

- 1) 社会医療法人 緑泉会 米盛病院
2) 鹿児島大学大学院保健学研究科

Key words / 筋疲労, 動作解析, 筋活動

【目的】

膝前十字靱帯 (ACL) 損傷は着地動作などで発生し、疲労による運動パターンの変化が ACL 損傷の一因と考えられる。本研究の目的は大腿四頭筋の筋疲労が、片脚着地動作における膝関節アライメントや膝関節モーメントおよび下肢筋活動に及ぼす影響を明らかにすることである。

【方法】

対象は健康成人女性 14 名 (年齢 24.5 ± 1.7 歳) とした。疲労誘発プロトコル前後に高さ 30cm 台からの片脚着地動作を測定した。3 次元動作解析装置 (VICON Mx, Vicon Motion System 社) および床反力計 (9286A, Kistler 社) にて膝関節屈曲・外反角度の最大値、膝関節最大屈曲・外反モーメントを算出した。また、表面筋電計 (Medi-105MT, メディエリアサポート企業組合) にて着地前 50ms の大腿四頭筋、外側広筋、内側広筋、大腿二頭筋、半腱様筋の筋活動を算出した。疲労誘発プロトコルは、等速度運動訓練装置 (ISOFORCE GT-360, OG 技研) を用い、最大努力での膝関節伸展運動を 180 deg/sec の角速度で反復させ、最大筋力を疲労前の 70% に低下させた。

【倫理的配慮】

対象者には、事前に研究の内容について文書および口頭にて説明し、書面にて同意を得た。なお、本研究は鹿児島大学大学院保健学研究科の倫理審査委員会の承認を得た (承認番号 409)。

【結果】

膝関節角度の最大屈曲角度および外反角度には、有意差を認めなかった。膝関節外反モーメント ($p=0.013$) は疲労により有意に小さくなり、屈曲モーメントは有意差を認めなかった。着地前の筋活動量では、大腿直筋 ($p=0.001$)、外側広筋 ($p=0.002$)、内側広筋 ($p=0.006$) で疲労により有意に増加した。

【考察】

筋疲労により動因する運動単位の増加などの代償的作用が生じた結果、筋活動量が増加し、筋疲労に伴う動作変化を抑制するように適応させた結果、膝関節外反モーメントが減少したと考える。大腿四頭筋の筋疲労は大腿四頭筋およびハムストリングスの筋活動量のバランスに影響を与え、ACL 損傷のリスク因子となり得ることが示唆された。

投球数増加に伴う肘関節内側裂隙の開大と肩甲骨周囲筋筋力の関係

並木 雄介^{1,2)}・齊藤 明²⁾・岡田 恭司²⁾・岩倉 正浩¹⁾
高橋 仁美¹⁾

1) 市立秋田総合病院リハビリテーション科

2) 秋田大学大学院医学系研究科保健学専攻

Key words / 反復投球, 肘関節, 肩甲骨

【はじめに・目的】

投球数増加は肘関節への負荷を増大させ肘関節内側裂隙の開大を引き起こし、投球障害に関連するとされている。また肘関節への負荷が増大する因子の一つに肩甲帯不安定性があり、これは肩甲骨周囲筋の筋力低下が原因で起こるとされている。しかし投球数増加により肩甲骨周囲筋筋力がどのように変化するかは明らかにされておらず、また肘関節内側裂隙の開大との関係も不明である。本研究の目的は、投球数増加が肘関節内側裂隙の開大と肩甲骨周囲筋筋力に及ぼす影響を明らかにし、両者の関係を検討することである。

【方法】

A 大学野球部に所属する男子大学生 29 名 (20 ± 1 歳) を対象に、15 球を 1 イニングとし、7 イニング、計 105 球の全力投球を行わせた。投球前と各イニング終了時に超音波診断装置にて肘関節内側裂隙距離の測定、徒手筋力計を用いて肩甲骨内転、肩甲骨下制と内転の筋力測定を行った。投球前と各イニングの肘関節内側裂隙距離、肩甲骨周囲筋筋力を比較し、また各イニングにおける肘関節内側裂隙距離と肩甲骨周囲筋筋力の関係を検討した。

【倫理的配慮】

秋田大学医学部倫理委員会 (番号 2066) の承認後に実施した。

【結果】

肘関節内側裂隙距離は投球前と比較し 4 イニング以降全てのイニングで有意に増加した (全て $p < 0.01$)。肩甲骨内転筋力は 3 イニングから有意に減少し ($p < 0.05$)、肩甲骨内転と下制の筋力は 7 イニングで有意に減少した ($p < 0.01$)。各イニングの肘関節内側裂隙距離と肩甲骨周囲筋筋力には有意な相関関係は認められなかった。

【考察】

投球数増加により肘関節内側裂隙の開大および肩甲骨周囲筋の筋力低下を生じることが明らかとなった。しかし肘関節内側裂隙距離と肩甲骨周囲筋筋力には関連はみられず、肘関節内側裂隙の開大には他の要因が関与することが示唆された。今後投球フォームや肩・肘関節周囲筋筋力、関節可動域などの他の因子との関連を検討する必要がある。

リアルタイム 2 次元姿勢推定システムを用いた学童野球選手における危険な投球動作の推定

坂田 淳¹⁾・広瀬 統一²⁾・石井 壮郎³⁾

1) トヨタ自動車株式会社トヨタ記念病院リハビリテーション科

2) 早稲田大学スポーツ科学学術院

3) 松戸整形外科病院

Key words / 投球動作分析, 投球障害, 人工知能

【はじめに】本研究の目的は、リアルタイム 2 次元姿勢推定システムを用い、学童野球選手における肘内側障害の発生に関連する危険な投球動作を推定することである。

【方法】過去に肩痛・肘痛の既往がないリトルリーグ選手 138 名を対象とした。高速度カメラを用い側方より投球動作を撮像した。画角は頭頂から足関節までの高さで正規化した。リアルタイム 2 次元姿勢推定システムを用い、肘部と胸部の軌跡を自動追尾した。足接地からボールリリースまでを 100% 投球区間 (5% 毎) とし、胸部の前方変位量と肘部の上方変位量を算出した。肘内側障害発生の有無について、一年間の障害調査を行った。投球時の肘内側部痛に加え、超音波による内側上顆下端部の異常あるいは肘の屈伸・外反強制時痛陽性の場合に発生有りとした。肘内側障害発生群と非発生群の各投球区間での胸部前方変位量と肘部上方変位量を、一元配置の分散分析を用い比較検討した。危険率 P は 5% とした。

【倫理的配慮】早稲田大学スポーツ科学学術院倫理委員会により承認された説明書 (2018 年度より) により、保護者ならびに本人に対し文書及び口頭にて研究に関する十分な説明を行い、同意後署名を得た。

【結果】肘内側障害発生率は 19.1% (28 名) であった。肘内側障害発生群において 40%—45% 投球区間での胸部前方変位量が有意に大きかった ($P < 0.05$)。また 60%—65% 投球区間での中部上方変位量が有意に低かった ($P < 0.05$)。

【考察】足接地後の胸部前方移動量の増大と肩最大外旋に向けての肘部上方移動量の減少はそれぞれ“上体の突込み”や“肘下がり”を示し、肘内側障害の危険な投球動作であると考えられた。人工知能によるリアルタイム 2 次元姿勢推定システムを投球動作の評価へ応用することにより、学童期における危険な投球動作を定量的に評価することができる可能性がある。

投球動作の疼痛出現相に着目した肩甲帯・体幹の機能的徒手筋力検査の有用性

穂山 大輝・佐藤 正裕・生田 亮平

八王子スポーツ整形外科 リハビリテーションセンター

Key words / 投球障害, 肩甲帯・体幹, 機能的徒手筋力検査

【はじめに】

投球障害に関連する不良動作として、肩関節最大外旋位（MER）やボールリリース（BR）での“肘下がり”や“手投げ”が報告されている。一方で、これらの不良動作や投球障害に影響する身体機能は明らかになっていない。そこで、本研究の目的は投球動作を模した肢位での肩甲帯・体幹の機能的徒手筋力検査を用いて、肩・肘痛を有する野球選手における疼痛出現相ごとの各検査の陽性率を調査することとした。

【対象】

対象はメディカルチェックに参加した高校野球選手 28 名（16.5 ± 0.6 歳）と、当院で投球障害肩・肘の診断を受けた 20 名（16.1 ± 3.8 歳）とした。

【方法】

機能的徒手筋力検査には我々が考案した Trunk Shift Stability Test (TSST) と Early Cocking Test (ECT), Acceleration and Release Test (ART) を用いた。TSST と ECT は Cocking 相を、ART は加速相から BR を想定した検査である。すべての検査は同一検者にて測定し、投球障害患者に対する検査はすべて初診時に実施した。

【倫理的配慮】

本研究は、八王子スポーツ整形外科倫理委員会の承認を得て実施した。

【結果】

肩・肘痛の無い選手（25 名）のうち 3 つの検査のいずれかが陽性であった者は 5 名（21%）であった。また、肩・肘痛を有する選手（23 名）のうち 19 名（83%）はいずれかの検査が陽性であった。MER 付近での疼痛を生じていた者は 8 名で、そのうち TSST 陽性は 6 名（75%）、ECT 陽性は 3 名（38%）であった。一方で、BR 付近で疼痛を生じていた者は 15 名で、そのうち ART 陽性は 11 名（85%）であった。

【考察】

MER 付近で疼痛を生じている症例は TSST または ECT が陽性である割合が高く、BR 付近では ART が陽性である割合が高かった。この結果より、疼痛出現相に対応するように機能低下が生じている可能性が示唆され、3 つの検査が疼痛出現相ごとの機能評価として有用であると考えられる。

肩関節等尺性伸展時の肩甲骨安定性と投球動作時の肩甲骨運動との関連性

野村 勇輝¹⁾・戸田 創²⁾・渡部 峻³⁾・山本 敬三³⁾
吉田 昌弘³⁾・吉田 真³⁾・片寄 正樹²⁾

1) 札幌医科大学大学院 保健医療学研究科

2) 札幌医科大学 保健医療学部 理学療法第二講座

3) 北翔大学 生涯スポーツ学部 スポーツ教育学科

Key words / 投球動作解析, 肩甲骨安定性, 肩甲骨運動

【はじめに】肩甲骨不安定性を有する投手では、投球動作時に肩甲骨が下方回旋・内旋・前傾することで、投球障害肩が発生すると考えられている。投球動作のコッキング期では肩関節伸展筋群の遠心性収縮が必要となるため、肩関節伸展筋群を収縮させた時の肩甲骨安定性が重要となる。しかし、肩関節伸展時の肩甲骨安定性と投球動作時の肩甲骨運動との関係性は不明である。本研究は、肩関節等尺性伸展時の肩甲骨安定性と投球動作時の肩甲骨運動との関連性について検討した。

【方法】対象は大学野球投手 15 名、投球側 15 肩とした。本実験では、Scapular Cluster と 3 次元動作解析装置を使用した。肩関節等尺性伸展時の肩甲骨安定性は、外力が上肢に加わった時の肩甲骨位置の変化量として定義した。肩甲骨位置の変化量は、安静位開始時から 25%MVC 等尺性伸展トルク発揮時までの肩甲骨位置の最大変化量として規定した。また、投球動作中の肩関節最大外旋位（MER）での肩甲骨運動を計測した。肩関節等尺性伸展時の肩甲骨位置の変化量と MER での肩甲骨運動との関連性を検討するために、ピアソンの相関係数を算出した。

【倫理的配慮】本研究は、札幌医科大学（承認番号：30-2-2）と北翔大学（承認番号：2017-014）の倫理委員会の承認を得た。対象者にはヘルシンキ宣言に基づいて説明を行い、同意を得た。

【結果】肩関節等尺性伸展時における肩甲骨前傾角度の変化量と MER での肩甲骨内旋角度との間に、有意な正の相関関係が認められた（ $p < 0.05$ ）。

【考察】本研究の結果より、肩関節等尺性伸展時において肩甲骨前傾方向の不安定性を有する投手は、MER で肩甲骨が内旋位になることが明らかとなった。臨床では、肩関節等尺性伸展時の肩甲骨不安定性を評価することで、投球動作時に異常な肩甲骨運動が生じている投手をスクリーニングできる可能性がある。