

女子バスケットボール選手の 内側片脚着地における空中落下の身体制御が着 地動作に及ぼす影響—非接触型前十字靭帯損傷 のリスク要因の検討—

Effect of body control during dropping on the landing mechanics of the
single-leg medial-side landing task in female basketball players
—implication for risk factors for non-contact anterior cruciate
ligament injury—

西野勝敏*¹, 大森 豪*², 鈴木秀知*³, 田中正栄*¹
梨本智史*⁴, 遠藤直人*⁵, 荒川正昭*¹

キー・ワード：landing mechanics, non-contact anterior cruciate ligament injury, female basketball player
着地動作, 非接触型前十字靭帯損傷, 女子バスケットボール選手

【要旨】 着地前の不適正な空中落下姿勢と非接触型前十字靭帯 (ACL) 損傷リスクが高い着地との関連を
検討するために着地スクリーニングテストで見られた安定して着地動作ができなかった不全試技
(FT) の特徴を分析した。対象は女子バスケットボール選手 60 名とした。試技は内側片脚着地とし、空
中落下から着地までの動作を分析した。FT は 27 名に 32 回観測された。骨盤内側屈がある FT には股関
節内旋角と膝関節外反角の増大という非接触型 ACL 損傷リスクが高い特徴が含まれ、空中落下でも骨盤
が不適正な姿勢を呈していた。非接触型 ACL 損傷リスクが高い着地の抑制法のひとつとして空中落下時
の良好な姿勢の保持が重要であることが示唆された。

はじめに

バスケットボール競技で発生する非接触型前十字靭帯 (anterior cruciate ligament, ACL) 損傷は、
ジャンプ着地や繰り返し動作における不適正な動
作が原因であるとされている。特に女子選手の受
傷割合が高く、最近の研究でもアメリカの女子バ
スケットボール選手は男子バスケットボール選手
に比して受傷率が高いこと^{1,2)}や、日本国内の女子

中高校生スポーツ選手の中でバスケットボール選
手の受傷率が高いこと³⁾等が報告されている。これ
らの状況から非接触型 ACL 損傷の予防及び治療
法を検討するために、受傷場面であるジャンプ着
地や繰り返し動作を解析し、その動作に含まれる
非接触型 ACL 損傷リスクが高い特徴を検出する
ことが、これまで研究されてきている。

女子選手の非接触型 ACL 損傷の受傷場面の映
像や着地スクリーニングテストの動作を分析した
研究では、非接触型 ACL 損傷リスクが高い特徴
として大腿骨に対する脛骨内旋角と膝関節外反角
の増大⁴⁾や女子選手は男子選手に比して着地時
における膝関節外反角が大きいこと⁵⁾、不適正な着地
動作には膝関節外反角の増大が認められたこと⁶⁾、

*1 新潟県健康づくり・スポーツ医科学センター

*2 新潟医療福祉大学健康科学部健康スポーツ学科

*3 新潟経営大学スポーツマネジメント学科

*4 新潟医療センターリハビリテーション科

*5 新潟大学大学院医歯学総合研究科機能再建医学講座

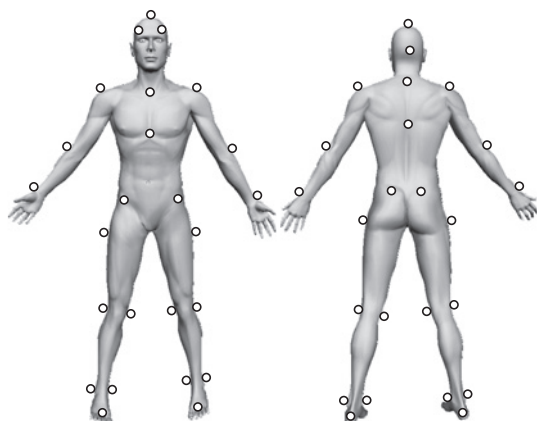


図1 計32個の反射マーカの貼付位置

そして着地不全で ACL を損傷した女性選手の受傷場面に膝関節外反角と体幹側屈角の増大が認められたこと⁷⁾等が報告されている。一方、女子サッカー選手と女子ハンドボール選手を対象にした前向きコホート研究では、着地スクリーニングテストは非接触型 ACL 損傷リスクが高い特徴を検出するには至らないとも述べている⁸⁾。

着地スクリーニングテストで度々観測される不適正な動作を非接触型 ACL 損傷リスクが高い動作として検出することを目的としている研究もあるが、定性的評価に留まっているために特徴が詳しく分析できていない⁹⁾。我々は、女子バスケットボール選手を対象にした着地スクリーニングテストで度々観測された指示要件を達成できずに不全着地した試技 (failed trial, FT) の着地動作を生体力学的に分析した結果、非接触型 ACL 損傷リスクが高い特徴が含まれていることを明らかにした¹⁰⁾。そして、着地の不全試技には着地前の空中落下においても不適正な特徴が含まれている可能性を考え、これを次回の課題とした。そこで本研究は、「着地スクリーニングテストで観測した FT には非接触型 ACL 損傷リスクが高い特徴が含まれ、その着地前の空中落下においても不適正な特徴が現れている」という仮説を立てた。これを検証するため、女子バスケットボール選手に着地スクリーニングテストを実施し、観測した FT と同一対象の成功試技 (successful trial, ST) との運動学的・動力学的な差異を空中落下と着地の 2 つの区間で比較分析した。

■ 対象および方法

1. 対象

本研究は、新潟大学医学部 (承認番号 1417 号) 及び新潟県健康づくり・スポーツ医科学センター (承認番号 24 号) の倫理審査委員会の厳密な審査によって承認された後に実施した。

対象は、次の 4 つの条件に全て当てはまる者を募集した: (1) 女性, (2) 高校生又は大学生, (3) バスケットボールチーム所属の現役選手, (4) 分析対象脚の下肢関節に手術歴が無く健常である。分析対象脚は、ドリブル及びシュートを得意とする方向と同側の脚と定義した (例えば、主に左手でドリブル及びシュートする選手であれば分析対象脚は左脚)。大学生 46 名と高校生 14 名の計 60 名から応募があり、事前に趣旨を十分に説明し、同意を得た後に測定した。

2. 3次元動作測定

対象に 32 個の反射マーカを貼付した (図 1)。試技はバスケットボール競技のリバウンドで観察される内側片脚着地とし、次の 4 つの要件を指示して試技を行わせた: (1) 20cm 高の台上で分析対象脚を支持脚とした片脚立位で静止, (2) 台上から浮かしている非支持脚側へ側方落下, (3) 台から側方 30cm 先の床面に分析対象脚で片脚着地, (4) 着地後に床面から足底を浮かさずに着地姿勢を 3 秒間保持する¹⁰⁾。

測定にはモーション・キャプチャー・システム VICON (120Hz) とフォースプレート (240Hz) を使用し、試技中の動作を 3 次元的に撮影した。指示要件を決定した検者 2 名が撮影直後に試技の内容を判定し、要件の (4) を成し遂げたものと両者の判定が一致した試技を ST、成し遂げられずに不適正な動作で終了したものと両者の判定が一致した試技を FT とした。測定は ST が 3 回得られるまで繰り返した。

3. 分析項目

マーカの 3 次元位置データから胸部、骨盤、大腿部、下腿部、足部の身体の各部分に座標系を決定した。これらの座標系を用いて胸部と骨盤、股関節、膝関節の角度を算出した。胸部と骨盤の角度は床面に対する相対角度として表し、着地する分析対象脚から見て後屈+/前屈-, 外側屈+/内側屈-, 内旋+/外旋-とした。股関節角度は、骨盤と大腿部の相対角度として屈曲+/伸展-, 内転

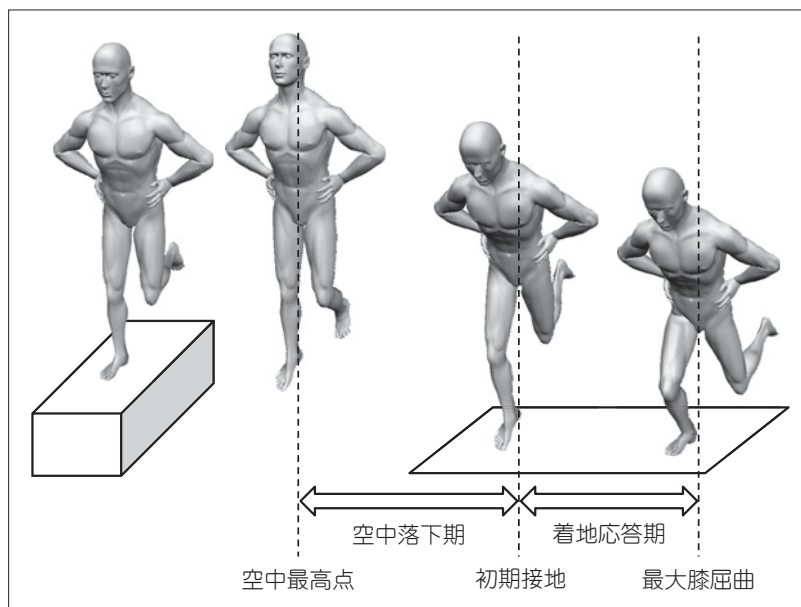


図2 分析した瞬間と区間

+ / 外転-, 内旋+ / 外旋-で表した。膝関節角度は、大腿部と下腿部の相対角度として屈曲+ / 伸展-, 外反+ / 内反-, 内旋+ / 外旋-で表した。これらの角度は、両脚立位静止時の姿勢でオフセットした¹⁰⁾。

着地した分析対象脚の動力的分析項目として、膝関節の関節モーメントと床反力を次のように求めた¹⁰⁾。床反力はフォースプレートから求め、着地脚の足部から見た3方向の成分(前方/後方, 外側/内側, 上方/下方)とこれらの合成値で表した。膝関節モーメントは対象の身長と体重で除して標準化し(単位はHTBW), 床反力は対象の体重で除して標準化した(単位はBW)。なお、関節モーメントは、外力によって関節を回転させるモーメントに対抗しようと関節内部で反対方向に釣り合うモーメントと定義した。

空中落下から着地して試技が終了するまでの間で、空中落下における身体の空中最高点、床面への初期接地、着地後の最大膝屈曲の3つの瞬間を抽出し、空中最高点から初期接地までを空中落下期、初期接地から最大膝屈曲までを着地応答期と定義した(図2)。角度は各瞬間における値で評価し、膝関節モーメントと床反力は着地応答期における各成分の正負方向それぞれの最大値を絶対値として表した。

4. 統計分析

FTが観測される身体的背景を検討するため、

STを3回得られるまでに1回以上のFTが観測された群とFTが全く観測されなかった群で、年齢、身長、体重の平均値の差をStudent's t-test ($p < .05$)で比較した。

1回以上のFTが観測された群について、同一対象のSTとFTとの空中落下期の時間、着地応答期の時間、関節角度、関節モーメント、床反力の差をWilcoxon signed-rank test ($p < .05$)で比較した。この時に比較対照として用いたSTは、STの試技3回の平均値を用いた。

結果

測定中に1回以上のFTが観測された対象は60名中27名(年齢 19.3 ± 1.6 歳, 身長 164.1 ± 7.9 cm, 体重 60.5 ± 7.8 kg)であり、その27名で観測されたFTは計32回であった。対象の中で最も多くのFTが観測された回数は2回であった。年齢や体格について、FTが観測された27名の群とFTが全く観測されなかった残りの33名の群(年齢 19.1 ± 1.9 歳, 身長 164.2 ± 6.6 cm, 体重 58.3 ± 6.5 kg)との間には、年齢、身長、体重において有意な差はなかった(年齢: $p=.712$, 身長: $p=.930$, 体重: $p=.252$)。

観測したFTは、着地姿勢を3秒間保持できずに試技を中止するまでの間で特に大きく見えた骨盤の動作から次の3つのパターンに分類した(図3): 骨盤が床面に対して内側へ側屈した「骨盤内

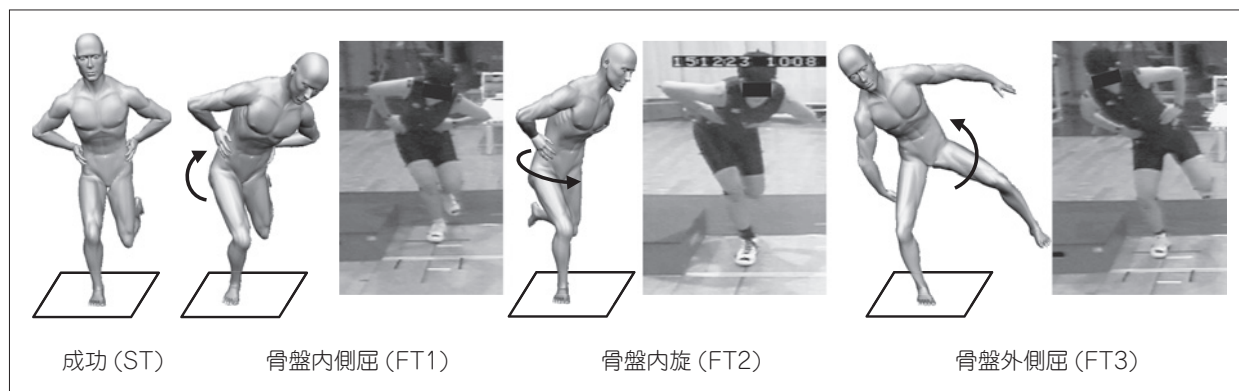


図3 観測された不全試技パターン

表1 空中落下期と着地応答期の時間 [秒] : 中央値 (第1四分位数, 第3四分位数)

試技		FT1	p 値	FT2	p 値	FT3	p 値
空中落下期	成功	.415 (.392, .447)	.109	.397 (.380, .420)	.333	.422 (.379, .463)	.285
	不全	.392 (.350, .446)		.413 (.385, .431)		.396 (.350, .431)	
着地応答期	成功	.200 (.182, .206)	.071	.176 (.170, .195)	.541	.207 (.172, .250)	.260
	不全	.183 (.150, .213)		.175 (.160, .200)		.167 (.154, .188)	

側屈」(FT1), 骨盤が床面に対して内旋した「骨盤内旋」(FT2), 骨盤が床面に対して外側へ側屈した「骨盤外側屈」(FT3). 各パターンの観測数は, FT1が11名12回, FT2が10名10回, FT3が10名10回であった.

表1に空中落下期と着地応答期の時間を示す. 各区分においてFTとSTの差は認められなかった.

図4に床面に対する胸部と骨盤の角度を示す. 空中最高点では, FT1は, そのSTに対して胸部内旋 ($p=.028$) と骨盤内旋 ($p=.049$) が有意に大きかった. FT1の骨盤外側屈はそのSTの方が有意に大きかった ($p=.034$). 初期接地では, FT1の骨盤外側屈はそのSTの方が有意に大きく ($p=.015$), FT2の胸部外側屈もそのSTの方が有意に大きかった ($p=.047$). FT3の骨盤外側屈角は, 逆にFT3の方がそのSTに対して有意に大きかった ($p=.048$). 最大膝屈曲では, FT1の胸部外側屈 ($p=.010$) と骨盤外側屈 ($p=.012$) はそのSTの方が有意に大きく, FT2の骨盤外側屈もそのSTの方が有意に大きかった. FT3の胸部外側屈 ($p=.028$) と骨盤外側屈 ($p=.017$) は, 逆にFT3の方がそのSTに対して有意に大きかった.

図5に着地応答期における股関節と膝関節の角度を示す. 初期接地では有意な差は認められなかったが, 最大膝屈曲ではFT1はそのSTに対し

て股関節が内転 ($p=.010$) かつ内旋 ($p=.023$) し, 膝関節が外反 ($p=.049$) していた. FT3は, そのSTに対して膝関節の屈曲が浅かった ($p=.028$).

表2に着地応答期における膝関節モーメントの最大値を, 表3に着地応答期における床反力の各成分の最大値を示す. 膝関節モーメントは, 屈曲モーメントについて, FT3がそのSTよりも有意に大きかった ($p=.007$). 床反力について, FT1の着地脚足部の外側成分はそのSTの方が有意に大きかった ($p=.012$).

考察

ACL損傷の受傷場面のビデオ映像を分析した報告では, 初期接地から約0.04秒後に受傷している可能性を示している¹¹⁾. 本研究で得た不全試技の初期接地から最大膝屈曲までの着地応答期は, その時間が約0.19秒であるために前述の受傷の瞬間を含んでいる可能性がある.

着地応答期について, 不全試技の観測パターンのひとつである骨盤内側屈は, 股関節内転角と内旋角の増大, そして膝関節外反角の増大が認められた(図6b). この股関節内旋角と膝関節外反角の増大は, 非接触型ACL損傷リスクが高い特徴^{4-7,12,13)}であると過去の報告でも指摘されているため, 骨盤内側屈パターンは非接触型ACL損傷リスクが高い着地動作である. 一方, その成功試

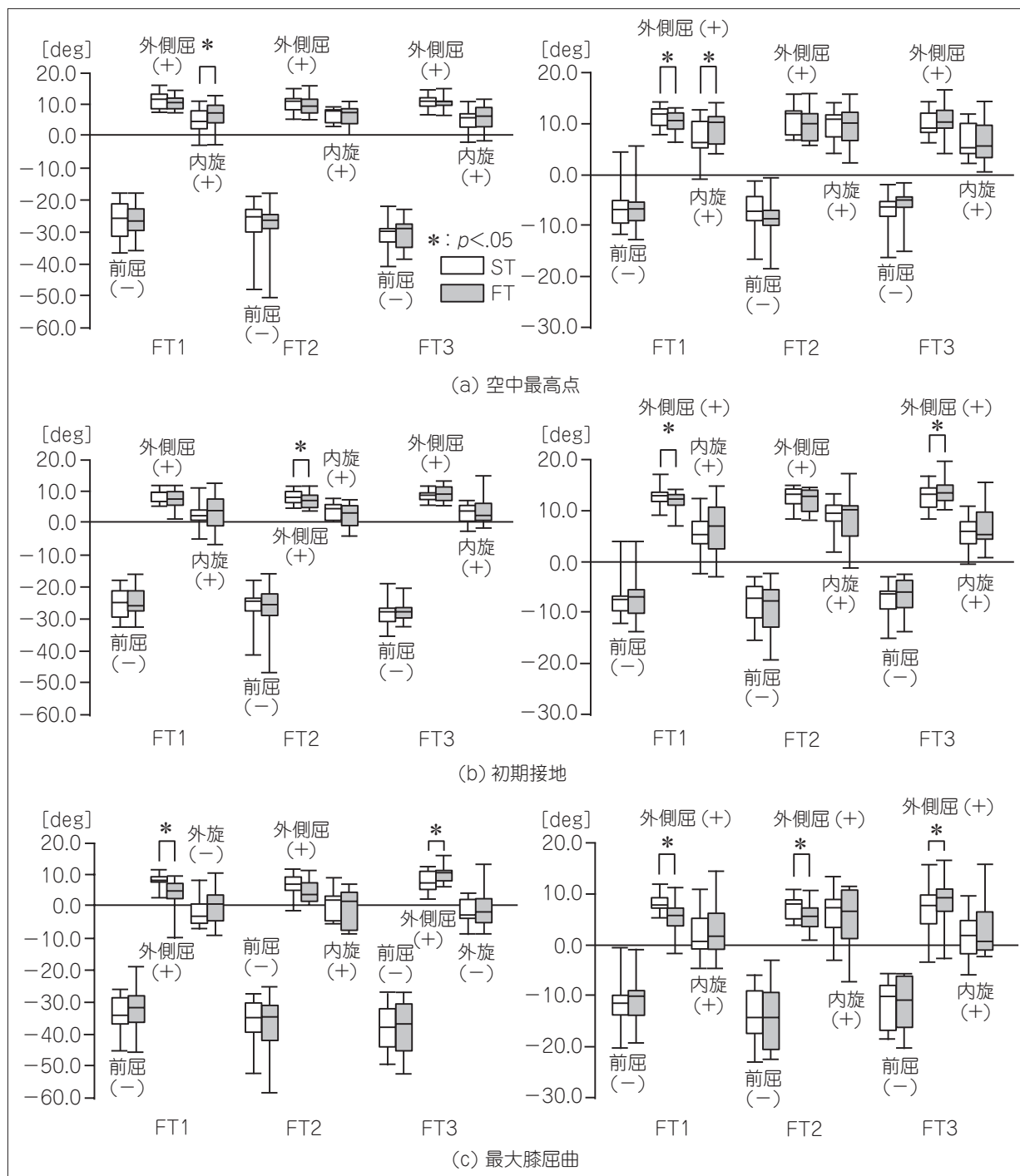


図4 床面に対する胸部(左)と骨盤(右)の角度:(a)空中最高点,(b)初期接地,(c)最大膝屈曲

技の着地動作は、骨盤の外側屈角が大きい姿勢を保持し、胸部は外側屈に傾けていた。成功試技の床反力について、着地脚足部の外側成分が大きかった結果もこれを反映しているものと考えられる。成功試技の骨盤は、床面に対して側屈して初期接地しているものの、着地後もその姿勢を保持していたので、安定性が比較的高かったものと考ええる。それが骨盤を土台にしている胸部が側屈し

ても骨盤が安定性を保っていたので、静止姿勢を保持できたものと推察する。また、空中落下期でも骨盤内側屈パターンは胸部と骨盤の内旋角が増大していた(図6a)。これらの結果から、骨盤内側屈パターンは着地前の空中落下期で胸部と骨盤に回旋が入った姿勢をしており、これがその後の非接触型 ACL 損傷リスクが高い着地動作に繋がったものと推察される。従って、空中落下時に胸部

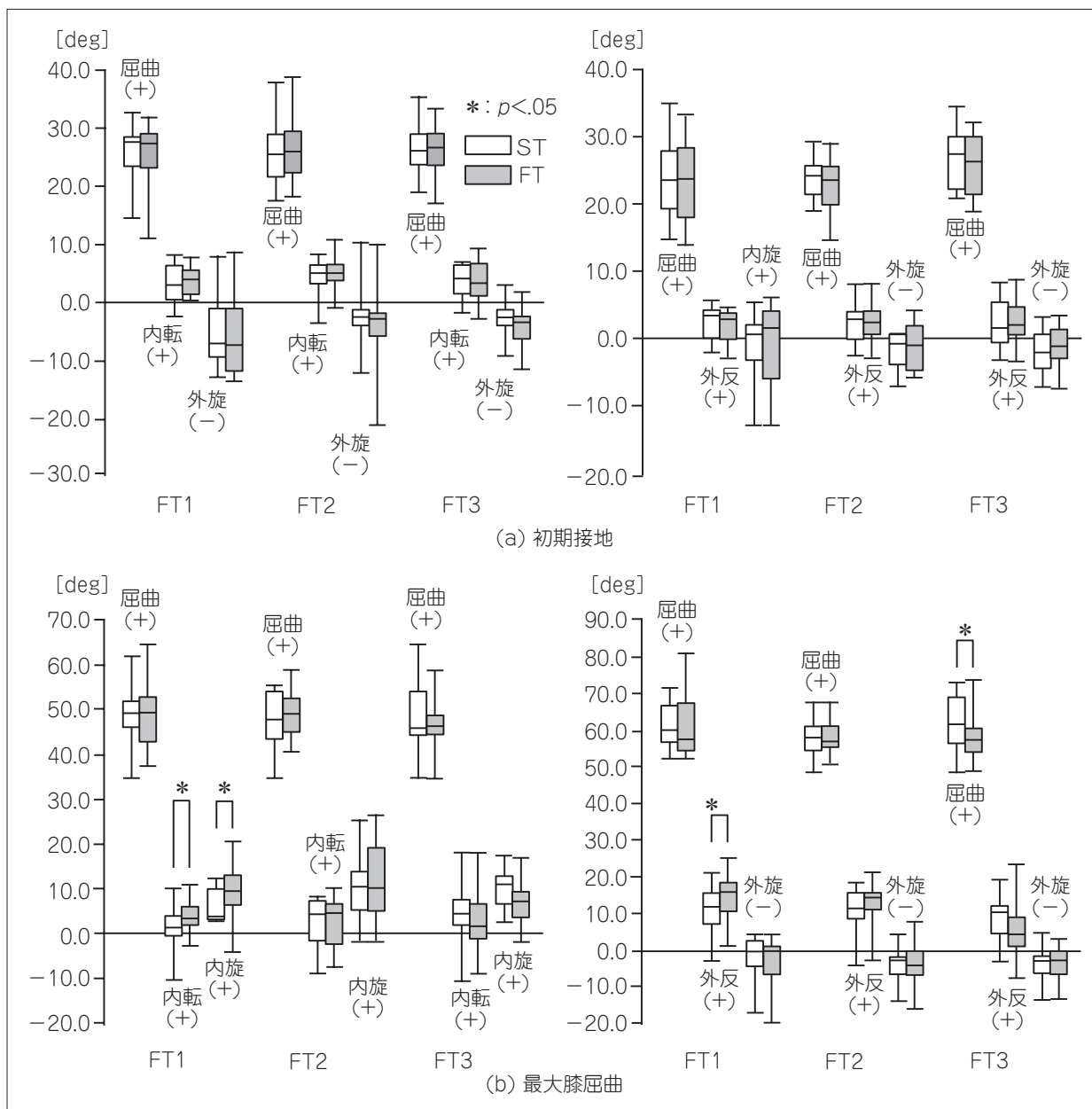


図5 着地応答期における股関節（左）と膝関節（右）の角度：(a) 初期接地，(b) 最大膝屈曲

と骨盤が回旋を伴わない姿勢を保持できれば、骨盤が側屈して着地したとしてもその後は安定した静止姿勢を保持できる可能性が高いことが明らかになった。これはジャンプ着地における非接触型 ACL 損傷リスクの抑制に繋がると考える。

他の2つの不全試技パターンについて、着地応答期では床面に対する胸部・骨盤角の変化は見られたが、骨盤外側屈パターンにおける膝屈曲モーメント以外の膝関節の角度とモーメントに関する特徴は得られなかった。着地前の空中落下期での姿勢も、初期接地における胸部と骨盤の側屈角の変化以外は認められなかった。これらの2つのパ

ターンは膝関節への負担が大きい動作であるとはまだ言えないが股関節や足関節への影響が大きい可能性が考えられるため、今後の詳しい分析が必要である。

本研究で実施した試技環境で身体が受ける外力は、実際の競技環境に比べれば十分小さいことが考えられる。一方、今回のような環境下でも非接触型 ACL 損傷リスクが高い骨盤内側屈パターンが60名中11名(18.3%)で観測された。実際の競技環境ではボールリバウンド等の空中で他の選手と接触することによって身体に大きな外力を受けやすいため、さらに高い割合で非接触型 ACL 損

表2 着地応答期における膝関節モーメント[HTBW]*の最大値：中央値（第1四分位数，第3四分位数）

成分	試技	FT1	p 値	FT2	p 値	FT3	p 値
伸展	成功	.046 (.040, .064)	.583	.036 (.030, .039)	.203	.038 (.022, .049)	.386
	不全	.054 (.043, .066)		.031 (.024, .040)		.026 (.014, .036)	
屈曲	成功	.138 (.106, .158)	.239	.139 (.108, .159)	.646	.136 (.123, .150)	.007
	不全	.129 (.112, .151)		.145 (.107, .156)		.143 (.135, .153)	
内反	成功	.036 (.026, .040)	.937	.021 (.014, .028)	.959	.033 (.021, .049)	.878
	不全	.024 (.021, .029)		.023 (.021, .041)		.036 (.024, .048)	
外反	成功	.016 (.009, .023)	.136	.017 (.016, .029)	.241	.016 (.010, .020)	.508
	不全	.012 (.004, .028)		.026 (.015, .039)		.013 (.005, .020)	
外旋	成功	.010 (.007, .011)	.583	.010 (.009, .014)	.169	.008 (.005, .011)	.959
	不全	.009 (.006, .012)		.010 (.006, .015)		.007 (.005, .010)	
内旋	成功	.008 (.006, .012)	.433	.004 (.004, .005)	.508	.007 (.004, .008)	.799
	不全	.008 (.007, .010)		.006 (.003, .007)		.006 (.004, .009)	

*膝関節モーメント [Nm] を対象の身長と体重で除して標準化

表3 着地応答期における床反力 [BW]*の最大値：中央値（第1四分位数，第3四分位数）

成分	試技	FT1	p 値	FT2	p 値	FT3	p 値
合成	成功	3.12 (2.93, 3.34)	.136	3.05 (2.85, 3.31)	.959	3.05 (2.83, 3.16)	.386
	不全	2.95 (2.81, 3.03)		3.08 (2.84, 3.59)		3.06 (2.77, 3.24)	
前方	成功	.36 (.28, .46)	.433	.31 (.20, .42)	.959	.28 (.21, .39)	.139
	不全	.27 (.18, .48)		.30 (.22, .52)		.24 (.09, .41)	
後方	成功	.24 (.23, .32)	.754	.26 (.22, .30)	.959	.24 (.21, .31)	.646
	不全	.26 (.22, .30)		.23 (.21, .30)		.27 (.20, .32)	
内側	成功	.01 (.00, .03)	.754	.01 (.00, .03)	.285	.02 (.03, .26)	.959
	不全	.01 (.00, .03)		.03 (.01, .04)		.00 (.03, .31)	
外側	成功	.51 (.40, .55)	.012	.45 (.43, .53)	.386	.42 (.07, .53)	.203
	不全	.45 (.38, .50)		.43 (.34, .52)		.44 (.08, .61)	
上方	成功	3.07 (2.88, 3.28)	.158	3.01 (2.83, 3.24)	.959	3.00 (2.82, 3.09)	.575
	不全	2.92 (2.79, 2.98)		3.05 (2.82, 3.50)		3.02 (2.74, 3.18)	

床反力の成分は着地脚足部から見た方向で表記

*床反力 [N] を対象の体重で除して標準化

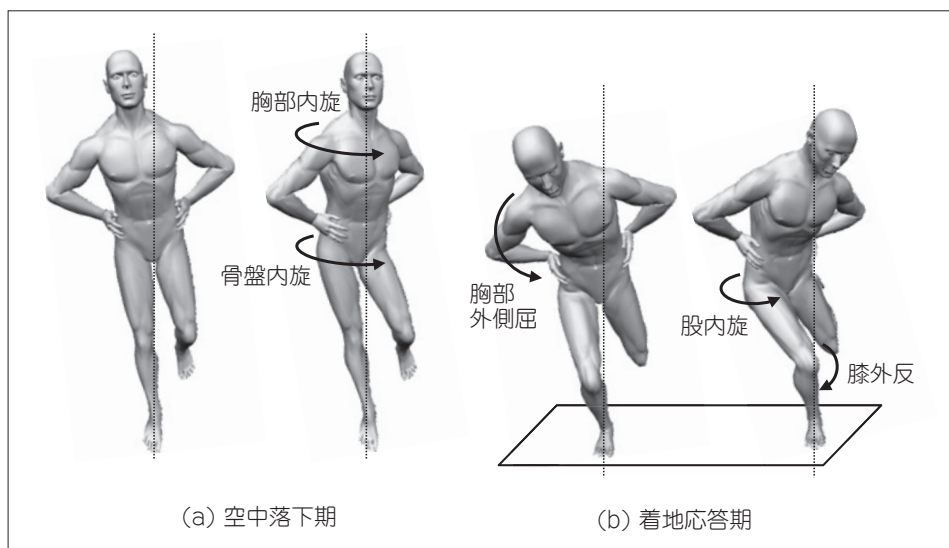


図6 成功試技（左）と不全試技の骨盤内側屈（右）における姿勢の違い

傷リスクが高い着地動作が生じている可能性がある。着地前の空中落下時に胸部と骨盤の良好な姿勢を保持できれば着地における非接触型 ACL 損傷リスクが高い着地動作の抑制に繋がる可能性が示唆されたことから、空中で身体に外力を受ける状況であっても胸部と骨盤の良好な姿勢を保持できる身体制御能力を養成することが重要であると考える。

女子選手の非接触型 ACL 損傷予防のためのトレーニング法はこれまで数多くの研究がなされており、最近では適正な着地動作を成し遂げるためには体幹・股関節筋群の強化が有益である報告¹⁴⁻¹⁶⁾ や神経筋力トレーニング (neuromuscular training) が効果的と指摘している報告^{17,18)} 等がある。一方、着地前の空中落下の姿勢制御に効果的なトレーニング法は皆無である。従って、本研究の結果を基にして空中落下における身体制御能力を高めるトレーニング法を開発し、女子バスケットボール選手に実践させてその介入効果を検討する必要がある。また、本研究の結果から、胸部と骨盤の良好な姿勢を保持することが重要であることを指摘した。着地時の良好な姿勢の保持は、公益財団法人日本バスケットボール協会が発行したジュニア向け外傷予防プログラム¹⁹⁾ でもパワーポジションと定義しており、これを養成するトレーニングメニューを提案している。本研究の結果はこれを支持するものであるため、着地後の非接触型 ACL 損傷リスクを抑制する方法のひとつとしてこのメニューを実践することに賛成する。

本研究の限界として、空中落下時の胸部と骨盤の姿勢の差を生じた身体的・技術的・心理的背景を得ていない。また、空中最高点から着地後の最大膝屈曲までの区間しか分析しておらず、台上から落下する瞬間や最大膝屈曲から試技を停止するまでの区間も分析していない。今後の課題は、本研究で得た結果を基にして空中落下で良好な姿勢を保持できる身体制御能力を養成するためのトレーニング法を考案し、着地スクリーニングテストで陽性の結果を得た女子バスケットボール選手に対してトレーニングの介入効果を検討することである。

まとめ

1. 内側片側着地のスクリーニングテストを女子バスケットボール選手 60 名に試行し、空中落下

から着地までの動作を 3 次元測定した。安定した着地姿勢を成し遂げられなかった不全試技は 27 名に 32 回観測され、この試技と成功試技との差を比較した。

2. 不全試技パターンのひとつである骨盤内側屈は、着地後の動作に股関節内旋角と膝関節外反角の増大という非接触型 ACL 損傷リスクが高い特徴が含まれており、さらにその前の空中落下においても胸部と骨盤の内旋角の増大という特徴が認められた。

3. 非接触型 ACL 損傷リスクの高い着地動作を抑制する方法のひとつとして、着地前の空中落下において良好な姿勢を保持することが重要であることが示唆された。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

文 献

- 1) Beynon, BD et al. The Effects of Level of Competition, Sport, and Sex on the Incidence of First-Time Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury. *Am J Sports Med.* 2014; 42: 1806-1812.
- 2) Gornitzky, AL et al. Sport-Specific Yearly Risk and Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears in High School Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2016; 44: 2716-2723.
- 3) 高橋佐江子, 奥脇 透. 我が国の中高校生における膝前十字靭帯損傷の実態. *日臨スポーツ医学会誌.* 2015; 23: 480-485.
- 4) Nagano, Y et al. Biomechanical characteristics of the knee joint in female athletes during tasks associated with anterior cruciate ligament injury. *Knee.* 2009; 16: 153-158.
- 5) 大崎皓郎. 性差が Drop Vertical Jump に及ぼす影響. *臨床バイオメカニクス.* 2016; 37: 301-304.
- 6) Jones, PA et al. Is there a relationship between landing, cutting, and pivoting tasks in terms of the characteristics of dynamic valgus? *Am J Sports Med.* 2014; 42: 2095-2102.
- 7) Hewett, TE et al. Video analysis of trunk and knee motion during non-contact anterior cruciate ligament injury in female athletes: Lateral trunk and knee abduction motion are combined components

- of the injury mechanism. *Br J Sports Med.* 2009; 43: 417-422.
- 8) Krosshaug, T et al.. The vertical jump is a poor screening test for ACL injuries in female elite soccer and handball players -Prospective cohort study of 710 athletes-. *Am J Sport Med.* 2016; 44: 874-883.
- 9) Stensrud, S et al.. Correlation between two-dimensional video analysis and subjective assessment in evaluating knee control among elite female team handball players. *Br J Sports Med.* 2011; 45: 589-595.
- 10) 西野勝敏ほか. 女子バスケットボール選手の内側片脚着地動作における骨盤・下肢の生体力学的分析—成功試技と失敗試技との比較—. *日臨スポーツ医学会誌.* 2015; 23: 472-479.
- 11) Koga, H et al.. Mechanisms for non-contact anterior cruciate ligament injuries: knee joint kinematics in 10 injury situations from female team handball and basketball. *Am J Sports Med.* 2010; 38: 2218-2225.
- 12) 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.
- 13) Bedi, A et al.. Restriction in hip internal rotation is associated with an increased risk of ACL injury. *Knee Surg Sport Tr A.* 2016; 24: 2024-2031.
- 14) Suzuki, H et al.. The influence of hip strength on knee kinematics during a single-legged medial drop landing among competitive collegiate basketball players. *Int J Sports Phys Ther.* 2015; 10: 592-601.
- 15) Stearns, KM et al.. Improvements in hip muscle performance result in increased use of the hip extensors and abductors during a landing task. *Am J Sport Med.* 2014; 42: 602-609.
- 16) 笠木広志. 片脚着地動作における体幹筋活動に伴う下肢アライメントおよび下肢筋活動の変化—Sitting Drow-inによる体幹筋活動—. *理学療法科学.* 2014; 29: 425-430.
- 17) Noyes, FR et al.. A training program to improve neuromuscular and performance indices in female high school basketball players. *J Strength Cond Res.* 2012; 26: 709-719.
- 18) Otsuki, R et al.. Effect of injury prevention training on knee mechanics in female adolescents during puberty. *Int J Sports Phys Ther.* 2014; 9: 149-156.
- 19) ジュニア向け外傷予防プログラムについて. *日本バスケットボール協会.* <http://www.japanbasketball.jp/news/8728>, 2011.

(受付：2016年12月20日，受理：2017年5月26日)

Effect of body control during dropping on the landing mechanics of the single-leg medial-side landing task in female basketball players—implication for risk factors for non-contact anterior cruciate ligament injury—

Nishino, K.^{*1}, Omori, G.^{*2}, Suzuki, H.^{*3}, Tanaka, M.^{*1}
Nashimoto, S.^{*4}, Endo, N.^{*5}, Arakawa, M.^{*1}

^{*1} Niigata Institute for Health and Sports Medicine

^{*2} Department of Health and Sports, Faculty of Health Sciences, Niigata University of Health and Welfare

^{*3} Department of Sports Management, Niigata University of Management

^{*4} Department of Rehabilitation, Niigata Medical Center

^{*5} Department of Regenerative and Transplant Medicine, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

Key words: landing mechanics, non-contact anterior cruciate ligament injury, female basketball player

[Abstract] To investigate the effect of body control during dropping on landing mechanics, the purpose of this study was to analyze the characteristics of failed trial (FT), which is often observed in the box landing screening test. Subjects were a total of 60 healthy female basketball players. The athletic task of the screening test was single-leg medial-side landing, and the three-dimensional body mechanics from dropping to landing were measured by a motion capture system and force plates. FT was defined as a trial for which a stable landing pose could not be completely accomplished. Thirty-two trials by 27 subjects showed different FT patterns. FT with medial tilt of the pelvis included an increase in the hip internal rotation and knee valgus angles, which were reported as high risk factors for non-contact anterior cruciate ligament injury. An improper posture of the pelvis was seen during dropping before landing in FT. These findings suggest that a proper body posture during dropping is important as one of the methods to restrain landing mechanics with high-risk factors for non-contact anterior cruciate ligament injury.