

片脚着地動作の成否に関連する 性別および足部アライメントの検討

Association between sex, foot alignment, and single-leg
landing performance

上池浩一*¹, 川口浩太郎*², 吉矢晋一*³

キー・ワード：navicular drop, leg heel angle, postural stability
舟状骨下垂量, 踵骨外がえし角, 姿勢安定性

〔要旨〕 本研究では、片脚着地動作の成否と足部アライメントおよび性別との関連を明らかにすることを目的とした。健康成人 68 名を対象とし、navicular drop (ND) および leg heel angle (LHA) を計測した。single-leg hop for distance を実施し、着地後 3 秒間姿勢を保持できた者を成功群、保持できなかった者を失敗群に分類した。群間比較を行った結果、失敗群は成功群と比較して ND および LHA が有意に大きく (いずれも $p < 0.01$)、性別による差も認められた ($p = 0.04$)。また、性別、ND および LHA を説明変数とした単変量二項ロジスティック回帰分析では ND および LHA が着地成否と有意に関連した。これらの変数を同時に投入した多変量二項ロジスティック回帰分析においても ND および LHA は有意な関連因子として残存した。これらの結果から、片脚着地動作の成否には性別よりも足部アライメントが関連する可能性が示唆された。また、臨床およびスポーツ現場における着地評価において、足部アライメント評価の重要性を支持する基礎的知見と考えられる。

はじめに

スポーツ活動における片脚着地動作は、膝前十字靱帯 (anterior cruciate ligament: ACL) 損傷や足関節捻挫などの非接触型外傷が発生する代表的場面であり、下肢外傷予防の観点から重要な評価対象とされている。これまでの研究では、drop vertical jump などの両脚着地課題を用い、膝外反角度や床反力といった運動学・運動力学的指標に基づく外傷リスク評価が行われてきた^{1,2)}。しかし、これらの指標は専門的測定環境を必要とし、臨床・スポーツ現場での汎用的評価には制約がある。

このような課題を補完する手段として、運動

学・運動力学的指標そのものではなく、着地動作を安定して遂行できたか否かというパフォーマンス結果に着目した評価の有用性が報告されている。Padua らは Landing Error Scoring System (LESS) を用いて両脚ジャンプ着地時のアライメントエラーを評価し、下肢外傷リスクとの関連および簡便なスクリーニングツールとしての有用性を示した^{3,4)}。ただし、LESS は両脚着地アライメント評価であり、片脚着地における姿勢安定性や試技の成否を直接評価する指標とは異なる。一方、DiCesare らは片脚着地課題において成功試技と失敗試技の比較から、着地成否が姿勢制御戦略や神経筋制御特性を反映することを報告し⁵⁾、Lundgren らも着地パフォーマンスが外傷リスクを示唆する可能性を示している⁶⁾。

足部アライメントは下肢運動連鎖を介して近位関節運動に影響を及ぼし、navicular drop (ND)⁷⁾ や leg heel angle (LHA)⁸⁾ は臨床で広く用いられている。Maeda ら⁹⁾ は足部形態と着地動作および姿勢

*¹ 細木病院リハビリテーション課

*² 兵庫医科大学リハビリテーション学部

*³ 西宮回生病院整形外科

Corresponding author: 吉矢晋一 (yoshiya0307@gmail.com)

制御特性には関連があることを報告しているが、足部アライメントと片脚着地動作の成否との関連については十分に明らかにされていない。またBolingらは片脚着地と膝前面痛との関連を検討し、着地動作における下肢関節運動特性に男女差が存在する可能性を報告しているが¹⁰⁾、着地動作の成否というパフォーマンスアウトカムに着目し、性別および足部アライメントとの関連を同時に検討した研究は十分に行われていない。

以上を踏まえ、本研究の目的は、足部の静的アライメントが片脚着地動作の安定性に与える影響を性差も考慮して検討することである。本研究では、足部アライメントの違いが片脚着地動作の安定性に影響を及ぼし、NDおよびLHAの値が大きい者ほど着地動作が不安定となる可能性があるという仮説を立てた。

■ 方 法

1. 対象

本研究におけるサンプルサイズは、健常成人を対象とした予備実験の結果を基に、G*Power version 3.1.9.2 (Heinrich-Heine 大学デュッセルドルフ校、デュッセルドルフ、ドイツ) を用いて算出した。成功群と失敗群の2群間比較において、Mann-Whitney U 検定を想定した検出力分析を行った。NDは成功群(5名)4.2mm(2.0-4.5)、失敗群(5名)6.0mm(4.0-6.0)であり、効果量(Cohen's d)は0.71であった。有意水準 $\alpha=0.05$ (両側)、検出力 $1-\beta=0.80$ と設定した結果、各群34名が必要と算出された。同様にLHAについても算出を行い、成功群 4.0° (3.0-5.0)、失敗群 5.0° (4.0-6.0)、効果量は0.72、各群33名が必要と算出された。以上より、本研究ではNDの算出結果に基づき、各群34名を目標サンプルサイズとして設定した。本研究では、片脚着地動作の成否による群間比較を行った。さらに、着地成否に関連する因子を検討するため、ロジスティック回帰分析を実施した。

選択基準は①20歳以上30歳未満の者、②測定時に計測下肢に整形外科的、神経学的疾患を有していない者、③跳躍動作に支障をきたしていない者、④計測下肢に整形外科的な既往歴、手術歴がない者、⑤明らかな膝マルアライメントを有していない者とした。除外基準は①過去に足関節捻挫、ACL損傷などの外傷歴を有する者、および膝、足関節に自覚的な不安定感を有する者、②跳躍およ

表 1 対象の内訳

対象数	68
性別(男/女)	41/27
年齢(歳)	22.1 $\pm$ 2.1
身長(cm)	168.4 $\pm$ 7.7
体重(kg)	62.1 $\pm$ 8.4
計測肢	右 50 名(男性 24 名, 女性 26 名) 左 18 名(男性 17 名, 女性 1 名)

mean $\pm$ SD(年齢, 身長, 体重)

び着地動作が制限されている者とした。最終的にボランティア成人68名(男性41名, 女性27名, 平均年齢22.1 $\pm$ 2.1歳[20-25歳])を本研究の対象とした。対象者は2023年1月から2023年3月にかけて医療系専門学校において研究協力者として募集し、本研究の説明後に同意が得られた者とした。なお、現在のスポーツ活動状況については測定前に問診を行い、測定時に競技スポーツを継続的に行っている対象はいなかった。計測肢は習慣的にボールを蹴る下肢とした。その結果、右50名、左18名であった(表1)。本研究は西宮回生病院倫理審査委員会の承認を得て実施した(承認番号72号)。

2. 測定項目

2-1. 足部内側縦アーチ

足部内側縦アーチの評価は、Brody⁷⁾が報告したNDを用いた。まず座位で膝関節屈曲 90° 位、足関節底背屈中間位で舟状骨結節最突出部にマーキングを行い、床面までの距離を計測した。同様の手順で片脚立位でも計測を行い、座位の距離から片脚立位の距離を減じた値を求めた(図1)。なお、舟状骨結節最突出部のマーキングは30年の臨床経験を有する理学療法士が行い、マーキング部位に誤差が生じないように配慮した。計測は25年および30年の臨床経験を有する2名の理学療法士が行い、3回計測を行い、その平均を代表値とした。

2-2. 後足部アライメント

後足部アライメントはLHAにより計測を行い、片脚立位にて下腿遠位1/3の長軸線と踵骨の縦軸線でなす角⁸⁾を計測した(図1)。下腿および踵骨の縦軸線のマーキングは30年の臨床経験を有する理学療法士が行い、マーキング部位に誤差が生じないように配慮した。また計測は25年および30年の臨床経験を有する2名の理学療法士が行い、3回計測した平均を代表値とした。

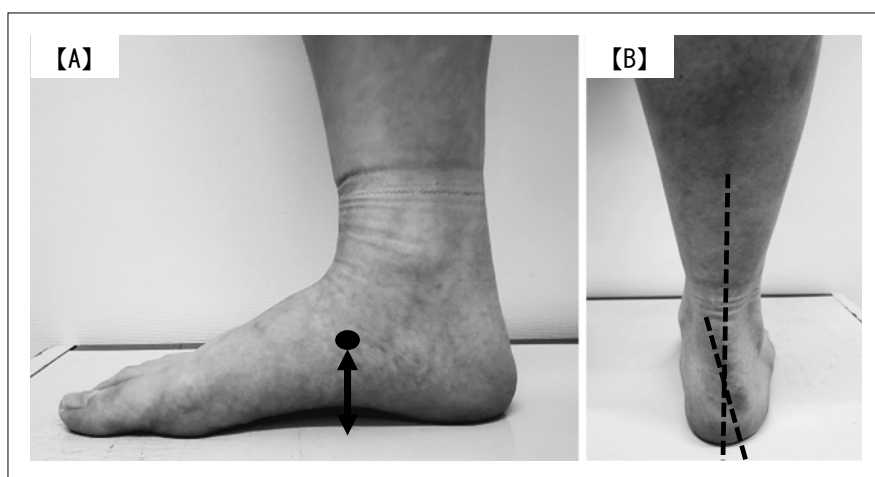


図1 足部静的アライメント計測

【A】 navicular drop (ND)：舟状骨結節から床面までの距離 (mm) を座位・片脚立位で計測してその差を算出

【B】 leg-heel angle (LHA)：片脚立位における下腿遠位 1/3 の長軸線と踵骨縦軸線でなす角 (°) を計測



図2 課題動作 (single leg hop for distance)

両手を胸の前で組み、裸足で前方に最大努力で跳躍をさせ、着地後3秒間静止するように指示。

着地姿勢を3秒間保持できない場合、着地側足部が移動した場合、反対側の足部が床に接地した場合、交差した上肢が離れた場合を失敗試技と定義。

2-3. 課題動作

課題動作は裸足での single-leg hop for distance¹¹⁾とした。開始姿勢は立位とし、両上肢を胸の前で交差させ、非計測肢の膝関節を90°屈曲位に保持させた。計測側足部の足尖を開始位置に合わせた状態から、「可能な限り遠方へ跳躍しよう」と口頭指示を行い、着地後は姿勢を3秒間保持するように指示した(図2)。跳躍距離は開始位置から着地後の踵最後方までの距離をメジャーにより計測した。また検者が明らかに意図的な出力抑

制と判断した試技は除外し、十分な間隔を空けて再試行させた。なお本研究における跳躍動作は、本人の主観的 maximum effort に基づいて遂行させた。本研究では、着地後3秒以内に①支持脚の足部が移動した場合、②反対側の足部が床と接触した場合、③胸の前で交差させた上肢が離れた場合のいずれかが生じた場合を失敗試技と判定した。なお、本研究で用いた着地成否の判定基準は、既存の標準化された評価法に基づくものではなく、本研究において独自に設定したものである。失敗試技に関

表 2 各計測項目および着地動作成否の信頼性

	指標	値	95% 信頼区間	p 値	
検者内信頼性 (ND)	ICC (1, 1)	0.918	0.892–0.920	<0.001	**
検者内信頼性 (LHA)	ICC (1, 1)	0.921	0.908–0.942	<0.001	**
検者間信頼性 (ND)	ICC (2, k)	0.894	0.873–0.902	<0.001	**
検者間信頼性 (LHA)	ICC (2, k)	0.927	0.903–0.933	<0.001	**
検者間信頼性 (跳躍距離)	ICC (2, 1)	0.871	0.859–0.901	<0.001	**
着地動作の成否	Cohen's κ	0.968	0.906–1.000	<0.001	**

ICC : intraclass correlation coefficient

Cohen's κ : Cohen's kappa coefficient** : $p < 0.01$

する要件を対象に説明し、測定前には動作に慣れることを目的として複数回の練習を実施し、本試技は1回とした。また、試技の成否判定は臨床経験25年および30年の理学療法士2名が独立して実施した。研究解析に用いる最終データは、判定が一致しなかった試技について両検者の協議により合意形成を行い決定した。

3. 統計学的解析

ND および LHA の信頼性は、本研究対象とは別の健常成人10名を対象として検討した。2名の検者が同日に1時間以上の間隔を空けてそれぞれ2回測定を行い、級内相関係数 (intraclass correlation coefficient : ICC) を用いて検者内信頼性を算出した。また、各検者の1回目の測定値を用いて検者間信頼性を算出した。一方、跳躍距離と着地動作の成否は、1回の試技を2名の検者が独立して評価し、それぞれ ICC とカッパ係数を用いて評価者間一致度を評価した。なお、本研究では同日に測定を行ったため、再テスト信頼性の検討は行っていない。

計測したデータの正規性について Shapiro-Wilk 検定を行った結果、ND、LHA および跳躍距離では正規性が棄却されたため、これらの群間比較にはノンパラメトリック検定である Mann-Whitney U 検定を用いた。一方、対象特性 (年齢、身長、体重) は正規分布を示したため、群間比較には対応のない t 検定を用いた。

また、成功群と失敗群における性別分布の差を検討するため、 χ^2 検定を用いて単変量の群間比較を行った。多変量ロジスティック回帰分析に先立ち、説明変数間の関連を確認するため、ND と LHA の相関を Spearman 順位相関係数により検討した。さらに、多重共線性の評価として分散拡大係数 (variance inflation factor : VIF) を算出し、

VIF が5未満を多重共線性に大きな問題がない基準とした。着地動作の成否と各変数との関連を検討するため、まず単変量二項ロジスティック回帰分析を行った。多変量解析における説明変数は過剰なモデル化を避けるため、単変量解析において有意差を認めた変数を候補として選択した。その結果、ND および LHA を説明変数とし、性別は交絡因子の影響を検討する目的でダミー変数として符号化した (男性=1, 女性=0)。

検定には統計解析ソフト (エクセル統計, SSRI, 東京) を使用し、有意水準は5%とした。

結 果

1. 計測値の信頼性

ND および LHA の計測値の検者内信頼性および検者間信頼性はいずれも ICC0.7 以上¹²⁾を示し、良好な信頼性が確認された。また、跳躍距離と着地動作の成否判定における評価者間一致度は、それぞれ ICC (2,1) =0.871 と κ =0.97 (95%CI : 0.91–1.00, $p < 0.001$) であり、試技の評価についてもその信頼性は良好であった^{12,13)} (表2)。

2. 2群の群間比較

着地試技の成否について、成功群34名 (男性25名, 女性9名), 失敗群34名 (男性16名, 女性18名) であった。対象の年齢 ($p=0.56$), 身長 ($p=0.79$), 体重 ($p=0.31$) については有意差が認められなかったものの、2群の性別分布については有意差が認められた ($p=0.04$) (表3)。ND は成功群 3.0mm (2.0–6.0), 失敗群 9.0mm (4.3–11.0), LHA は成功群 4.0° (4.0–5.0), 失敗群 5.0° (4.0–6.0) となり、いずれも有意差が認められ失敗群が大きかった ($p=0.002$, $p=0.006$)。跳躍距離は成功群 172.0cm (169–174), 失敗群 169.0cm (168–170) で、2群間の有意差は認められなかった ($p=0.28$) (表4)。

表 3 対象者内訳

	成功群 (n=34)	失敗群 (n=34)	p value	
性別 (男/女)	25/9	16/18	0.04	*
年齢 (歳)	21.5±1.4	22.4±2.2	0.56	
身長 (cm)	167.1±3.7	166.8±3.7	0.79	
体重 (kg)	60.0±6.0	62.0±5.1	0.31	

値は平均値±標準偏差または人数で示した。

性別は χ^2 検定、年齢、身長、体重：対応のないt検定を用いた。

*：p<0.05

表 4 成功群と失敗群における測定項目の比較

	成功群 (n=34)	失敗群 (n=34)	p value	
跳躍距離 (cm)	172.0 (169-174)	169.0 (168-170)	0.280	
ND (mm)	3.0 (2.0-6.0)	9.0 (4.3-11.0)	0.002	**
LHA (°)	4.0 (4.0-5.0)	5.0 (4.0-6.0)	0.006	**

ND：navicular drop

LHA：leg-heel angle

値は中央値（第1四分位数－第3四分位数）で示した。

群間比較には Mann-Whitney U 検定を用いた。

**：p<0.01

表 5 着地動作の成功に関連する因子

変数	単変量 OR (95%CI)	p value		多変量 OR (95%CI)	p value	
ND (mm)	0.74 (0.67-0.88)	0.037	*	0.87 (0.77-0.98)	0.02	*
LHA (°)	0.28 (0.24-0.31)	0.002	**	0.31 (0.16-0.61)	<0.001	**
性別 (男性=1)	2.89 (2.67-3.02)	0.064		3.47 (0.95-12.76)	0.059	
跳躍距離 (cm)	0.94 (0.88-0.97)	0.561		—	—	
ND×性別	—	—		1.25 (1.09-1.65)	0.641	
LHA×性別	—	—		2.33 (2.11-2.67)	0.138	

OR：odds ratio CI：confidence interval ND：navicular drop LHA：leg-heel angle

性別はダミー変数（男性=1，女性=0）

多変量モデルに ND，LHA，性別を投入した。

ND×性別，LHA×性別は交互作用項として追加した。

多変量ロジスティック回帰モデルの適合度：

尤度比 $\chi^2=27.68$ ，自由度=3，p<0.001，Nagelkerke $R^2=0.446$

**：p<0.01，*：p<0.05

3. 着地動作の成否と性別および ND，LHA の関連

ND と LHA の相関係数は $r=0.29$ であった ($p=0.12$)。さらに、VIF は 2.17 であり、説明変数間の多重共線性に大きな問題は認められなかった。単変量二項ロジスティック回帰分析の結果、ND と LHA は着地動作の成否と有意に関連していた (表 5)。ND，LHA および性別を説明変数とした多変量二項ロジスティック回帰分析の結果、回帰モデル全体は統計学的に有意であった (尤度比 $\chi^2=27.68$ ，自由度=3， $p<0.001$)。モデルの Nagelkerke

の擬似決定係数は 0.446 であった。その結果、ND および LHA はいずれも着地動作の成否と有意に関連していた。ND のオッズ比 (OR) は 0.87 (95% 信頼区間 (95%CI)：0.77–0.98， $p=0.02$) であり、ND が 1mm 増加するごとに成功試技となるオッズは約 13% 低下した。LHA の OR は 0.31 (95%CI：0.16–0.61， $p<0.001$) であり、LHA が 1° 増加するごとに成功試技となるオッズは約 69% 低下した。一方、性別は有意な関連を示さなかった ($p=0.059$)。さらに、ND および LHA と性別の交互作用項を加えたモデルを構築したが、ND および LHA と性別

の交互作用はいずれも有意ではなかった (ND×性別: $p=0.641$, LHA×性別: $p=0.138$) (表 5)。

■ 考 察

本研究では、性別と足部アライメント指標である ND および LHA と片脚着地動作の成否との関連について検討した。その結果、性別、ND および LHA は 2 群間で有意差を認められたが、多変量ロジスティック回帰分析では ND、LHA は着地成否と有意に関連する因子として抽出されたものの、性別は有意な関連因子としては選択されなかった。

ND は足部内側縦アーチの低下を反映する指標であり、Hughes らは、ND の増大が着地時の膝外反角度および膝屈曲角度の変化と有意に関連することを報告しており¹⁵⁾、足部配列が下肢運動連鎖を介して着地時の姿勢制御戦略に影響を及ぼすことを示している。本研究において ND が大きいほど着地成功オッズが低下した結果は、足部アーチ機能の低下が着地時の足部安定性に影響を及ぼす可能性を示唆するものと考えられる。

一方、LHA は後足部アライメントを示す指標であり、踵骨の外がえし・内がえしの程度を評価することができる。着地動作と後足部のアライメントの関係について、木下ら¹⁶⁾ は片脚着地動作時において後足部外がえし運動と膝関節外反運動との間に有意な正の相関があり、後足部の運動が膝関節運動制御に影響を及ぼす可能性を指摘している。本研究においても LHA は着地動作の成否と関連しており、後足部アライメントが片脚着地時の姿勢制御に関与している可能性が示唆された。

健常若年成人を対象とした先行研究^{17, 18)} では ND は約 3.6-9.0mm, LHA は 3.5-7.0° と報告されている。本研究における成功群の ND は基準範囲と概ね一致していたが失敗群の値は基準範囲の上限であった。一方、LHA の値は成功群、失敗群ともに先行研究で示された基準範囲であり、さらに、着地試技の成否による LHA は統計学的な有意差は認められたものの群間差は約 1° と小さかった。しかし、本研究において ND および LHA が着地動作の成否と関連する因子として抽出された。特に LHA はオッズ比が小さく、後足部アライメントの変化が片脚着地時の姿勢安定性に影響を及ぼす可能性が示唆された。McClay らは、ランニング時に 1-2° の踵骨外がえしの変化が脛骨回旋や膝

関節モーメントに影響を及ぼすことを報告しており¹⁹⁾、本研究で認められた差も片脚着地時の運動連鎖や姿勢安定性に影響を及ぼす臨床的意義を有する可能性が示唆される。また、着地時の姿勢制御や荷重分散様式を変化させることが報告されている²⁰⁾。特に内側縦アーチ低下や踵骨外がえしは、膝外反や下肢内旋を増大させる要因となり、動作安定性を低下させる可能性がある。

性別は着地成否に統計学的に有意な関連を示さなかったが、これまで着地動作における性差は主として関節角度や床反力などのキネマティクス指標を用いて報告されてきた¹⁰⁾。しかし本課題条件においては、性別よりも足部アライメントの個体差が着地成否に影響する可能性が示唆された。したがって、着地評価においては男女差を前提とするのではなく、性別にかかわらず足部アライメントの評価を行うことが重要と考えられる。

本研究にはいくつかの限界がある。第一に、本研究のサンプルサイズは比較的少なく、統計的検出力の観点から結果の解釈には注意が必要である。今後はより多くの対象者を対象とした研究により、本研究の結果を検証する必要がある。第二に、本研究では ND および LHA の計測値について検者内信頼性および検者間信頼性を評価したが、再テスト信頼性については検討していない。これらの計測は同一条件下で短時間に実施される形態計測であり、測定誤差の主な要因は検者差および同一検者による反復測定に伴う誤差であると考えられるが、時間を隔てた測定における再現性については検証できていない。この点は本研究の限界であり、今後の研究において検討する必要がある。第三に、本研究における評価対象は本番試技 1 回であったが、測定に先立ち片脚着地動作を複数回実施しているため、試技の反復に伴う学習効果の影響を完全に排除することはできない。本研究では試技間に十分な休息を設けるなどの配慮を行ったが、今後の研究では試技回数や試技順が結果に及ぼす影響についてさらに検討する必要がある。最後に、本研究で用いた着地成否の判定基準は既存の標準化された評価法ではなく、本研究独自に設定したものであり、評価基準の妥当性については今後の検証が必要である。

■ 結 論

本研究の結果から、片脚着地動作の成否には性

別や跳躍距離よりも足部アライメントが関連する可能性が示唆された。したがって、着地動作評価を行う際には、ND や LHA といった足部アライメントの評価を併せて行うことが重要であると考えられる。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

著者貢献

上池浩一：概念化，方法論，指導，検証，草稿の執筆，原稿の見直しとエディティング

川口浩太郎：指導，原稿の見直しとエディティング

吉矢晋一：指導，原稿の見直しとエディティング

文 献

- 1) Heebner NR, Rafferty DM, Wohleber MF, et al. Landing kinematics and kinetics at the knee during different landing tasks. *J Athl Train*. 2017; 52: 1101-1108.
- 2) Koshino Y, Ishida T, Taniguchi S, et al. Hip and knee kinematics, center of pressure position, and ground reaction force are associated with Achilles tendon force during jump landing. *Scand J Med Sci Sports*. 2024; 34: e14510.
- 3) Padua DA, Marshall SW, Boling MC, et al. The landing error scoring system (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool. *American Journal of Sports Medicine*. 2009; 37: 1996-2002.
- 4) Padua DA, DiStefano LJ, Beutler AI, et al. The landing error scoring system as a screening tool for an anterior cruciate ligament injury-prevention program. *Journal of Athletic Training*. 2015; 50: 589-595.
- 5) DiCesare CA, Bonnette S, Myer GD, et al. Differentiating successful and unsuccessful single-Leg drop landing performance using uncontrolled manifold analysis. *Motor Control*. 2020; 24: 75-90.
- 6) Lundgren LE, Tran TT, Nimphius S, et al. Development and evaluation of a simple, multifactorial model based on landing performance to indicate injury risk. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2015; 10: 1029-1035.
- 7) Brody D. Techniques in the evaluation and treatment of the injured runner. *Orthop Clin North Am*. 1982; 13: 542-558.
- 8) Bonci CM. Assessment and evaluation of predisposing factors to anterior cruciate ligament injury. *J Athl Train*. 1999; 34: 155-164.
- 9) Maeda N, Tsutsumi S, Arima S, et al. Relationship between foot morphologic characteristic and postural control after jump-landing in youth competitive athletes. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2024; 37: 419-426.
- 10) Boling MC, Nguyen AD, Padua DA, et al. Gender-specific risk factor profiles for patellofemoral pain. *Clin J Sport Med*. 2021; 31: 49-56.
- 11) Zouita BM, Zouita S, Dziri C, et al. Isokinetic, functional and proprioceptive assessment of soccer players two years after surgical reconstruction of the anterior cruciate ligament of the knee. *Ann Readapt Med Phys*. 2008; 51: 248-256.
- 12) Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med*. 2016; 15: 155-163.
- 13) Powers CM. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. *J Orthop Sports Phys*. 2003; 33: 639-646.
- 14) Landis JR, Gary G, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977; 33: 159-174.
- 15) Hughes G, Watkins J, Owen N. Gender differences in lower limb frontal plane kinematics during landing. *Sports Biomechanics*. 2008; 7: 333-341.
- 16) 木下恵美, 浦辺幸夫, 前田慶明, 他. 片脚着地動作時の足部運動と膝関節外反運動の関係. *理学療法科学*. 2016; 31: 227-231.
- 17) Bennett JE, Reinking MF, Pluemer B, et al. Factors contributing to the development of medial tibial stress syndrome in high school runners. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2001; 31: 504-510.
- 18) Sobel E, Levitz S, Caselli M, et al. Natural history of the rearfoot angle: Preliminary values in 150 children. *Foot Ankle Int*. 1999; 20: 119-125.
- 19) McClay I, Manal K. A comparison of three-dimensional lower extremity kinematics during running between excessive pronators and normals. *Clin Biomech (Bristol)*. 1998; 13: 195-203.
- 20) Ye D, Li L, Zhang S, et al. Acute effect of foot strike patterns on in vivo tibiotalar and subtalar joint

Association between sex, foot alignment, and single-leg landing performance

Kamiike, K.^{*1}, Kawaguchi, K.^{*2}, Yoshiya, S.^{*3}

^{*1} Department of Rehabilitation, Hosogi Hospital

^{*2} Department of Rehabilitation, Hyogo Medical University

^{*3} Department of Orthopedics, Nishinomiya Kaisei Hospital

Key words: navicular drop, leg heel angle, postural stability

[Abstract] This study aimed to investigate the association between single-leg landing performance, foot alignment, and sex. Sixty-eight healthy adults were recruited. Navicular drop (ND) and leg-heel angle (LHA) were measured as indices of foot alignment. Participants performed a single-leg hop for distance, and those who were able to maintain a stable posture for 3 seconds after landing were classified as the success group, whereas those who were unable to maintain the posture were classified as the failure group. Group comparisons showed that ND and LHA were significantly greater in the failure group than in the success group (both $p < 0.01$), and a significant difference in sex distribution was also observed between the groups ($p = 0.04$). In univariate binary logistic regression analyses including sex, ND, and LHA as explanatory variables, ND and LHA were significantly associated with landing performance. In the multivariate binary logistic regression analysis including these variables combinedly, ND and LHA remained to be identified as significant predictors. These findings suggest that foot alignment may be more strongly associated with single-leg landing performance than sex. The results provide fundamental evidence supporting the importance of evaluating foot alignment during landing assessments in clinical and sports settings.