

ランニング動作の足部の 運動特性とランニング障害発症因子の関連性 ～足関節背屈制限, 扁平足形状, 下肢力学因子に 着目して～

The relationship between kinematic characteristics of the foot while
running and factors involved in running injury
—Focus on restrictive ankle dorsiflexion, flat foot deformity and
lower limb kinetic factors—

栗原 靖*¹, 田上未来*¹, 松田雅弘*¹, 大杉紘徳*¹
河辺信秀*¹, 桑江 豊*¹, 松村将司*², 藤川提碁*³

キー・ワード : Foot angle, running injury, three-dimensional analysis
足部, ランニング障害, 三次元動作分析

〔要旨〕 ランニング障害予防に向けて, 適切で簡易的な臨床評価が求められる. 本研究の目的は, ランニング動作を推進期における床面に対する足部の水平面上の動き(足部内外旋)に着目して分類し, さらに, この分類とランニング障害発症に関連する足部静的アライメントおよび下肢力学因子との関連性について検討することとした. 対象は健常成人男性 36 名で, ランニング動作の三次元動作分析を行った. 推進期における足部内外旋を抽出し, 5.0 度以上の足部内旋変化量(内旋群), 5.0 度未満の足部内外旋変化量(中間群), 5.0 度以上の足部外旋変化量(外旋群)に分類した. この分類と足部静的アライメント(足関節背屈角度, 扁平足形状)の関連性を調べた. さらに, この分類間の制動期および推進期における各算出項目の角度変化量, 最大値を比較した. 結果, 内旋群, 中間群の 2 つに分類され, 中間群と比較し内旋群では, 足関節背屈制限および扁平足形状の対象者が有意に多かった. また, 制動期における股関節内転角度変化量と, 膝関節外反角度変化量が有意に大きかった. さらに, 股関節伸展モーメントおよび股関節屈曲の負のパワー最大値および, 股関節外転の負のパワー最大値が有意に小さかった. 以上から, 本研究のランニング動作の分類は, 制動期および推進期によって生じる力学的負荷を推測し, さらに, ランニング障害に発展する可能性を推測する評価指標として活用できると考えられた.

緒 言

昨今, ランニングによって骨格筋代謝機能や血行動態が向上するといった効果が一般的に受け入れられつつある¹⁾. それに伴い, 日常的にランニン

グを行う者が増加し, 健康志向のためのランニングが流行している. その一方, ランニングを続けることで運動器に対する負荷が繰り返され, 筋骨格系障害であるランニング障害(アキレス腱周囲炎, 足底筋膜炎, 腸脛靭帯炎など)が問題となっている²⁾. そのため, ランニング障害予防に向けて, 適切で簡易的な臨床評価を明らかにすることが重要である.

これまでの報告では, ランニング障害と下肢マ

*1 城西国際大学福祉総合学部理学療法学科

*2 杏林大学保健学部理学療法学科

*3 京成小岩訪問診療所

ルアライメントとの関連が指摘され、足部静的アライメントおよびランニング動作における足部の動きに着目した報告が多くみられる^{3,4)}。ランニング動作時における足部の動きについては以下のように述べられている。着地時に足関節は内がえし位となり、踵骨外側部で接地する。その後、足関節外がえしの動きが立脚相の40%程度まで続き、そこで足関節内がえしの動きに切り替わる。立脚相の70%前後で足関節内がえし位となり、足部離地時までわずかな足関節内がえしの動きが持続するとされている⁵⁾。Clementら⁴⁾は、こうした一連の足部の動きにおいて過剰な足関節外がえしが生じた場合、アキレス腱伸張負荷が高まり、アキレス腱周囲炎が生じる可能性を指摘している。また、過剰な足関節外がえしが生じた場合、下腿・大腿部におけるランニング障害に発展していくことが報告されている⁶⁾。これらのことから、ランニング動作評価においては足関節の前額面上の動きを判断する必要性が考えられる。

一方、臨床場面での動作評価では、床面に対する足部の動きで判断を行い、立脚相における足部の水平面上の動きが症例ごとのランニング動作の特徴を表していることを経験する。加賀谷⁷⁾は、藤井ら⁸⁾の考案した片脚立位時の床面に対する後足部の傾斜角を基準としたカーフレイズ時の角度変化量に着目し、この角度変化量が足関節内反捻挫の発生に影響を与えることを示唆している。またGinckleら⁹⁾は、ランニング障害発症と関連のある特徴として、ランニング推進期における足圧中心の外側化を報告しており、このことは足部の前額面上および水平面上における動きの変化がランニング障害発症を推測する指標になることを示唆する。これらのことから、床面に対して足部がどのように動くかという視点は、ランニング動作の評価指標の一助になり得るが、床面に対する足部の水平面上の動きに着目した検討は筆者の調べる限り見当たらない。

そこで本研究の目的は、ランニング動作を推進期における床面に対する足部の水平面上の動きに着目して分類すること、さらに、この分類とランニング障害発症に関連する足部静的アライメントおよび下肢力学因子との関連について明らかにし、分類の臨床評価としての有用性について検証することとした。

■ 対象および方法

1. 対象者

対象者は、過去6か月以内に下肢に整形外科的既往のない若年健常成人男性36名とした。選定基準を満たし本研究の趣旨について同意を得られた対象者は36名であった。対象者の年齢、身長、体重、Body Mass Index (BMI)の平均値(標準偏差)はそれぞれ、22.3 (4.3)歳、171.5 (6.3) cm、61.6 (6.3) kg、20.9 (1.6)であった。対象者の過去のスポーツ歴は、全例において陸上あるいは球技の経験があった。中・長距離競技の経験者はいなかった。現在のスポーツ歴は、全例において不定期でスポーツ活動を行っていた。対象者には、ヘルシンキ宣言をもとに、対象者の保護・権利の優先、参加・中止の自由、研究内容、身体への影響などを口頭および文書にて説明し、同意が得られた者のみを対象に計測を行った。なお、本研究は城西国際大学の倫理委員会の承認(承認番号6N170003)を得ている。

2. 計測機器

計測環境は屋内の計測空間で、直線走行路上に床反力計1枚を配置した。計測機器は、三次元動作解析装置(Vicon Nexus、カメラ9台)と床反力計(AMTI社製)を用いた。床反力計の出力はVICONのアナログチャンネルに接続し、カメラデータと電氣的に同期して計測した。各計測機器のサンプリング周波数は、赤外線カメラ200Hz、床反力計1000Hzとした。反射マーカは、直径14mmを用い、貼付部位は、左右上前腸骨棘、左右上後腸骨棘、左右大腿外側、左右膝関節外側、左右膝関節内側、左右下腿外側、左右外果、左右内果、左右踵骨隆起、左右第2中足骨頭の計20点とした(図1)。

3. 運動課題

運動課題は、計測空間内の裸足でのランニング動作とした。対象者は左回りの同一方向に計測空間を走り続け、3周目の直線走行路で床反力計上に右足部が完全に接地し、通り抜けるようにした。ランニング速度は、3.0m/sを目安に自然な動作で行えるように予め練習を行い、「一定の速度を保ちながら走ってください」と口頭指示した。なお、ランニング動作時の踵接地の有無を目視で確認したところ、全対象者が踵接地をしていた。計測は計測間で十分な休憩をとり、床反力計に右足を自

然に載せることができた1データを取得するまで反復した。

4. データ処理

三次元動作解析装置によって得られたデータは、データ処理ソフトウェア Nexus1.7.1 (VICON社製) を用いて処理をした。ランニング動作に対する遮断周波数については、Williams ら¹⁰⁾ の先行研究を参考に、マーカー座標に遮断周波数 10Hz、床反力計のアナログデータにカットオフ周波数 50Hz のローパスフィルターをかけた。その後、

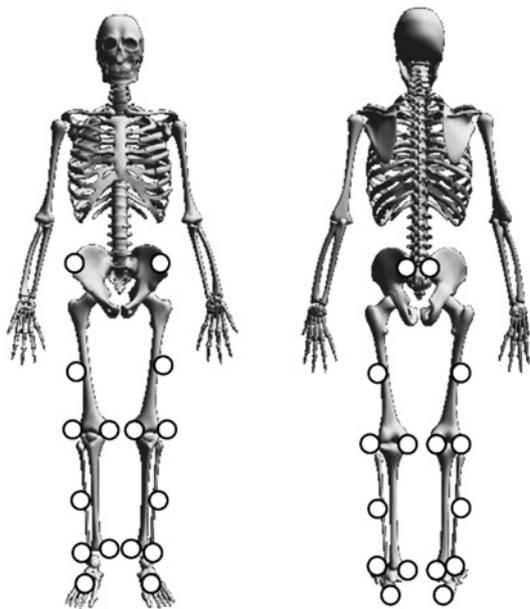


図1 反射マーカー貼付部位 (20点)

Nexus 上にて Plug-In-Gait モデルを用い、矢状面と前額面の右下肢各関節角度、関節モーメント、関節パワーを算出した。関節モーメントおよび関節パワーは体重で正規化した。また、計測空間に対する右足部の絶対角度の算出には、データ処理ソフトウェア Body Builder Language を用いた。足部セグメントは右足関節中心、右踵骨隆起、右第2中足骨頭の3点のマーカーで定義し、X軸回りを前後傾、Y軸回りを内外傾、Z軸回りを内外旋とした。この局所座標系より、オイラー角を用いて足部内外旋角度を算出した。

データは、ランニング動作の右立脚期を抽出した。ランニング立脚相は先行研究を参考に、床反力が前方分力に切り替わる時点までを制動期、前方分力の期間を推進期と定義した¹¹⁾。

5. 分析

床面に対する足部内外旋角度は、推進期開始時点から足部離地時点の足部内旋角度変化量を算出した(図2)。さらに Souza ら¹²⁾ の報告を参考に、5.0度以上の足部内旋変化量を足部内旋群(以下、内旋群)、5.0度未満の足部内外旋変化量を足部中間群(以下、中間群)、5.0度以上の足部外旋変化量を足部外旋群(以下、外旋群)としてランニング動作を分類した。また、対象者の足部静的アライメントを計測した。足部静的アライメントは、足関節背屈制限の有無および扁平足形状の有無を評価し、足関節背屈制限は Riddle ら¹³⁾ の報告を参考に 10.0度未満、扁平足形状は大久保ら¹⁴⁾ の考案したアーチ高率で 16.4% 未満と定義して分類した。

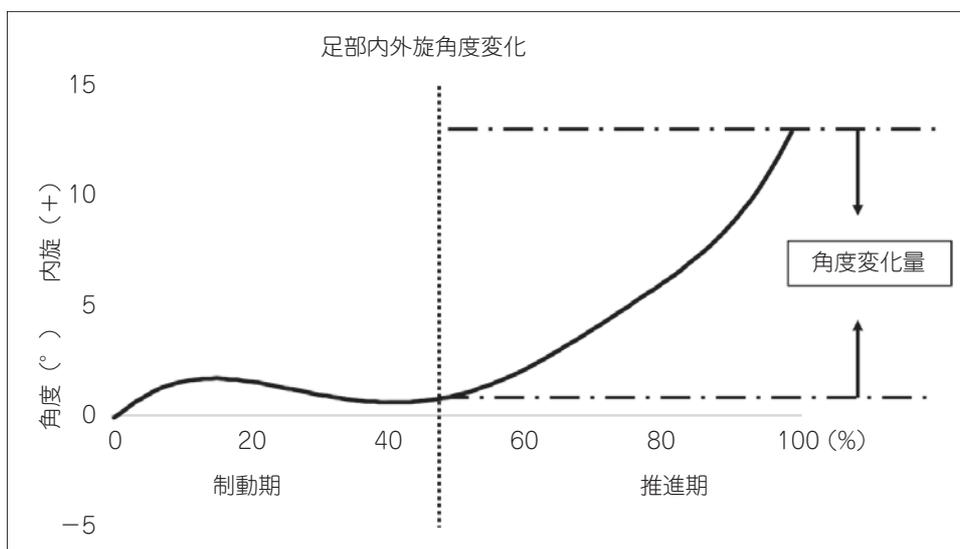


図2 足部内外旋角度変化量の算出方法

なお、どちらの計測値も正常範囲である場合は正常足と定義して分類した。

統計処理には、IBM SPSS Statistics Ver.22 (IBM 社製)を用いた。ランニング動作の分類の違いで足部静的アライメントの分類に有意な偏りが生じるかを、Fisher の直接確率法の検定を用いて検討した。また、制動期および推進期それぞれの右下肢各関節の角度変化量、関節内部モーメントおよび関節パワーの最大値を抽出し、ランニング動作で分類した3群間の比較を行った。検定に先立ち各データの正規性および等分散性の確認を行い、等分散の場合は一元配置分散分析により検討し、等分散でない場合はKruskal-Wallis 検定を行った。要因の主効果が認められた場合は多重比較検定を行った。ただし、群間が2つに分類され

た場合、正規性および等分散が確認された時は対応のないt 検定を行い、それ以外の場合は Mann-Whitney の U 検定を用いた。すべての分析において、有意水準を5%とした。

結 果

表1にランニング動作で分類した各群の属性を示した。内旋群16名、中間群20名、外旋群0名となったため、内旋群と中間群の2群に分類された。身長、体重、BMI、ランニング速度の平均値(標準偏差)については、内旋群はそれぞれ、169.4 (5.7) cm, 59.7 (5.2) kg, 20.8 (1.4), 3.0 (0.4) m/s, 中間群はそれぞれ、173.1 (6.3) cm, 63.1 (6.7) kg, 21.0 (1.7), 3.0 (0.3) m/s であり、有意差はなかった。

表2にランニング動作の分類と、足部静的アライメントを用いた分類の結果を示した。内旋群で、足関節背屈制限6名、扁平足形状8名、正常足2名であった。中間群で、足関節背屈制限3名、扁平足形状4名、健全足13名であった。なお足関節背屈制限と扁平足形状を重複した対象者は0名であった。Fisher の直接確率法の検定の結果、有意な偏りが認められ、内旋群では足関節背屈制限と扁平足形状を示す対象者が有意に多かった ($p < 0.05$)。

表3~5に制動期および推進期それぞれの右下肢各関節の角度変化量、関節モーメントおよび関節パワーの最大値の比較結果を示した。股関節角度について、制動期の内転角度変化量の平均値は、内旋群6.4°, 中間群3.4°であり、有意差があった ($p < 0.05$)。膝関節角度について、制動期の外反角度変化量の平均値は、内旋群4.1°, 中間群-0.9°

表1 内旋群, 中間群, 外旋群の属性

	内旋群	中間群	外旋群
人数 (名)	16	20	0
身長 (cm)	169.4 (5.7)	173.1 (6.3)	—
体重 (kg)	59.7 (5.2)	63.1 (6.7)	—
BMI	20.8 (1.4)	21.0 (1.7)	—
ランニング速度 (m/s)	3.0 (0.4)	3.0 (0.3)	—

平均 (標準偏差)

表2 ランニング動作と足部静的アライメントによる分類

	足部静的アライメント			計 (名)
	足関節背屈制限	扁平足形状	正常足	
内旋群	6	8	2	16
中間群	3	4	13	20
計 (名)	9	12	15	36

$p < 0.05$

表3 制動期, 推進期の右下肢各関節の角度変化量

角度変化量	制動期		推進期		
	内旋群	中間群	内旋群	中間群	
股関節	伸展 (+)/屈曲 (-)	14.1 (3.8)	13.7 (4.6)	27.1 (6.1)	30.3 (6.2)
	内転 (+)/外転 (-)	6.4 (2.7)	3.4 (2.6) *	12.8 (3.6)	10.4 (4.3)
膝関節	伸展 (+)/屈曲 (-)	-20.1 (4.7)	-22.4 (4.4)	24.7 (5.6)	23.0 (6.5)
	内反 (+)/外反 (-)	-4.1 (7.3)	0.9 (7.8) *	2.3 (6.5)	-3.6 (8.7)
足関節	底屈 (+)/背屈 (-)	-22.4 (5.2)	-23.0 (3.6)	49.7 (7.5)	49.8 (6.5)
	内がえし (+)/外がえし (-)	-2.2 (1.4)	-2.1 (1.1)	3.8 (1.9)	3.8 (2.1)

平均値 (標準偏差) * : $p < 0.05$

内旋群: 5.0 度以上の足部内旋角度変化量となる群

中間群: 5.0 度未満の足部内外旋角度変化量となる群

表4 制動期, 推進期の右下肢各関節モーメント最大値

関節モーメント (Nm/BW)		制動期		推進期	
		内旋群	中間群	内旋群	中間群
股関節	伸展 (+)/屈曲 (-)	2.0 (1.6)	3.1 (1.4) *	-2.7 (2.1)	-1.9 (1.3)
	内転 (+)/外転 (-)	-2.8 (0.7)	-2.9 (1.0)		
膝関節	伸展 (+)/屈曲 (-)	4.8 (1.5)	4.3 (1.2)		
	内反 (+)/外反 (-)	2.6 (1.1)	1.8 (0.8)		
足関節	底屈 (+)/背屈 (-)	4.4 (0.6)	4.3 (1.0)		
	内がえし (+)/外がえし (-)	0.2 (0.3)	0.3 (0.3)	-0.3 (0.3)	-0.2 (0.2)

平均値 (標準偏差) * : p<0.05
空欄: 極値なし

表5 制動期, 推進期の右下肢各関節の正および負のパワー最大値

関節パワー (W)		制動期		推進期	
		内旋群	中間群	内旋群	中間群
股関節	矢状面	-183.4 (171.8)	-419.0 (334.0) *	654.3 (541.0)	391.7 (261.9)
	前額面	-158.8 (51.7)	-249.7 (111.0) *	204.5 (141.7)	350.0 (132.0) *
膝関節	矢状面	-1110.7 (348.2)	-1044.7 (395.6)	603.9 (188.0)	647.6 (212.9)
	前額面	-194.2 (172.6)	-190.6 (146.3)	314.4 (304.2)	229.4 (170.7)
足関節	矢状面	-727.0 (168.6)	-819.9 (485.3)	1627.9 (503.9)	1803.1 (676.9)
	前額面	8.7 (6.7)	17.4 (11.0)	-15.8 (12.1)	-8.9 (7.0) *

平均値 (標準偏差) * : p<0.05

で, 有意差があった (p<0.05).

関節モーメントについて, 制動期の股関節伸展モーメント最大値の平均値は, 内旋群 2.0Nm/BW, 中間群 3.1Nm/BW であり, 有意差があった (p<0.05).

関節パワーについて, 制動期の股関節屈曲の負のパワー最大値の平均値は, 内旋群 -183.4W, 中間群 -419.0W であり, 有意差があった (p<0.05). 制動期の股関節外転の負のパワー最大値の平均値は, 内旋群 -158.8W, 中間群 -249.7W で, 推進期の股関節外転の正のパワー最大値の平均値は, 内旋群 204.5W, 中間群 350.0W であり, ともに有意差があった (p<0.05). 推進期の足関節内がえしの負のパワー最大値の平均値は, 内旋群 -15.8W, 中間群 -8.9W であり, 有意差があった (p<0.05).

考 察

本研究はランニング推進期の床面に対する足部の水平面上の動きに着目してランニング動作を分類し, さらに, この分類とランニング障害発症に関連する足部静的アライメントおよび下肢力学因子との関連を検討した.

中間群と比較し内旋群においては, 足関節背屈制限および扁平足形状となる対象者が有意に多かった. これは, 足関節背屈角度 10° 未満の足関節背屈角度制限およびアーチ高率 16.4% 未満の扁平足形状が, 内旋群の分類に影響していることを示している.

足部静的アライメントとランニング障害との関係については, ランニング障害を発症した対象者の身体機能因子として, 足関節背屈制限および扁平足形状が有意であったことが報告される¹⁵⁻¹⁷⁾. Whitting ら¹⁵⁾は, 足関節背屈制限が生じている場合, ランニング動作時の足関節背屈可動域の限界域で動作を遂行する頻度が高まり, その結果, 下腿三頭筋への過負荷が生じることを示唆している. また Waldecker ら¹⁶⁾は, 扁平足形状とアキレス腱周囲炎発症との関連を調査し, 扁平足形状においてアキレス腱周囲炎発症率が有意に高くなることを明らかにしている. このように, 足関節背屈制限および扁平足形状は, ランニング障害発症と関連のある特徴となり得る. よって, 足関節背屈制限および扁平足形状の有無を区分できる本研究のランニング動作の分類は, ランニング障害発

症と関連のある足部静的アライメントの特徴を反映していることが考えられた。

次いで本研究では、内旋群と中間群の下肢力学因子の違いについて、制動期および推進期に分けて検討を行った。中間群と比較し内旋群では、制動期における股関節内転角度変化量と、膝関節外反角度変化量が大きかった。さらに、股関節伸展モーメントおよび股関節屈曲の負のパワー最大値と、股関節外転の負のパワー最大値が小さく、膝関節内反モーメントの最大値が大きくなる結果となった。推進期においては、股関節外転の正のパワー最大値が小さく、足関節外がえしの負のパワー最大値が大きかった。

ランニング動作時の股関節内転角度変化量および膝関節外反角度変化量の増加については、ランニング障害発症との関連が報告される¹⁷⁾。本研究のランニング動作の分類では、中間群と比較し内旋群で同様の傾向を示していた。一方、ランニング動作時の足関節外がえしに影響する動きとして膝関節内旋、股関節内転・内旋が挙げられ、過剰な足関節内がえし位から外がえしとなる結果、下肢各部の障害発症につながる可能性が指摘されている¹⁷⁻¹⁹⁾。本研究の分類で示した股関節内転角度変化量の違いについて、足関節と下肢各関節の相互関係が影響している場合、足関節外がえしの動きに違いが生じると考えられたが、分類間の足関節外がえし変化量に差はなかった。よって、本研究の結果は足関節と下肢各関節の相互関係の影響は認められないが、ランニング障害発症と関連のある下肢の動作の特徴について推測可能であると考えられた。

ランニング動作の力学因子において、制動期では股関節伸展・外転筋群、膝関節伸展筋群および足関節背屈筋群による遠心性収縮の作用、推進期では股関節伸展・外転筋群、膝関節伸展筋群および足関節底屈筋群の求心性収縮の作用が必要とされる⁵⁾。本研究における股関節屈曲の負のパワーは股関節伸展モーメントと股関節伸展角速度の積、股関節外転の負のパワーは股関節外転モーメントと股関節外転角速度の積であり、それぞれ股関節伸展筋群と股関節外転筋群の遠心性収縮を示すと考えることができる。股関節外転の正のパワーは股関節外転筋群の求心性収縮を表す。したがって、中間群と比較して内旋群においては、制動期の役割である股関節伸展・外転筋群の遠心性収縮の作

用と、推進期の役割である股関節外転筋群の求心性収縮の作用を小さくさせるといった下肢の力学的特徴が考えられた。

本研究の限界として以下が挙げられる。本研究では、ランニング動作の分類と、ランニング障害発症と関連のある足部静的アライメントおよび力学的因子との関係を示したに過ぎず、本研究の結果とランニング障害発症との関係を直接的に検証したものではない。また、本研究は若年健常成人男性を対象に、裸足でのランニング動作を分析している。そのため、年齢や性別、靴を考慮したランニング動作によっては異なる特徴が示される可能性がある。

結 語

本研究は、ランニング推進期における床面に対する足部の水平面上の動きに着目して分類した。結果、内旋群と中間群の2つに分類され、内旋群は足関節背屈制限および扁平足形状を有する対象者が有意に多かった。また、中間群と比較して内旋群においては、ランニング障害発症と関連のある下肢の動作の特徴が確認され、股関節の制動および推進の作用が小さかった。これらのことから、本研究のランニング動作の分類は、臨床場面のランニング動作によって生じる力学的負荷を推測し、さらに、ランニング障害に発展する可能性を推測する評価指標として活用できると考えられた。

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) 田中喜代次, 松尾知明. 高強度運動としてのランニングの効用. 臨スポーツ医. 2014; 31(9): 818-822.
- 2) 鳥居 俊. ランニング障害—総論—. 臨スポーツ医. 2017; 34(7): 640-644.
- 3) 日本臨床スポーツ医学会学術委員会(編). ランニング障害. 東京: 文光堂; 76-87, 2003.
- 4) Clement, D, Taunton, G, Smart, GW. Achilles tendinitis and peritendinitis: etiology and treatment. Am J Sport Med. 1982; 12(3): 179-184.
- 5) Novacheck, TF. The biomechanics of running. Gait Posture. 1998; 7(1): 77-95.
- 6) Tiberio, D. The effect of excessive subtalar joint

- pronation on patellofemoral mechanics: a theoretical model. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1987; 9(4): 160-165.
- 7) 加賀谷義教. アライメントから見た足部・足関節のスポーツ障害と理学療法. *理学療法.* 2015; 32(5): 437-446.
 - 8) 藤井康成, 小倉 雅, 東郷泰久. 下肢アライメントの評価における動的 Heel-Floor Angle の有用性. *臨床スポーツ医.* 2004; 21(6): 687-692.
 - 9) Van Ginckel, A, Thijs, Y, Hesar, N, Mahieu, N, De Clercq, D, Witvrouw, E. Intrinsic gait-related risk factors for Achilles tendinopathy in novice runners: a prospective study. *Gait Posture.* 2009; 29(3): 387-391.
 - 10) Williams, D, Zambardino, J, Banning, V. Transverse-plane mechanics at the knee and tibia in runners with and without a history of achilles tendinopathy. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008; 38(12): 761-767.
 - 11) Baur, H, Divert, C, Hirschmuller, A, Muller, S, Belli, A, Mayer, F. Analysis of gait differences in healthy runners and runners with chronic Achilles tendon complaints. *Isokinet Exerc Sci.* 2004; 12(2): 111-116.
 - 12) Souza, RB, Hatamiya, N, Martin, C, Aramaki, A, Martinelli, B, Wong, J, Luke, A. Medial and Lateral Heel Whip: Prevalence and Characteristics in Recreational Runners. *PM R.* 2015; 7(8): 823-830.
 - 13) Riddle, DL, Pulisic, M, Pidcoke, P, Johnson, R. Risk factors for Plantar fasciitis: a matched case-control study. *J Bone Joint Surg Am.* 2003; 85-A(5): 872-877.
 - 14) 大久保衛, 島津 晃, 上野憲司. メディカルチェックにおける足アーチ高測定方法の検討. *臨床スポーツ医.* 1989; 6(別冊): 336-339.
 - 15) Whitting, J, Steele, J, McGhee, D, Munro, B. Dorsiflexion capacity affects achilles tendon loading during drop landings. *Med Sci Sports Exerc.* 2011; 43(4): 706-713.
 - 16) Waldecker, U, Hofmann, G, Drewitz, S. Epidemiologic investigation of 1394 feet: Coincidence of hindfoot malalignment and Achilles tendon disorders. *Foot Ankle Surg.* 2012; 18(2): 119-123.
 - 17) Dierks, TA, Manal, KT, Hamill, J, Davis, I. Proximal and distal influences on hip and knee kinematics in runners with patellofemoral pain during a prolonged run. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1987; 9(4): 160-165.
 - 18) Tibelio, D. The effect of excessive subtalar joint pronation on patellofemoral mechanics: a theoretical model. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1987; 9(4): 160-165.
 - 19) Woodford-Rogers, B, Cyphert, L, Denegar, CR. Risk factors for anterior cruciate ligament injury in high school and college athletes. *J Athl Train.* 1994; 29(4): 343-346.

(受付：2018年5月7日, 受理：2018年10月10日)

The relationship between kinematic characteristics of the foot while running and factors involved in running injury —Focus on restrictive ankle dorsiflexion, flat foot deformity and lower limb kinetic factors—

Kurihara, Y.^{*1}, Tagami, M.^{*1}, Matsuda, T.^{*1}, Ohsugi, H.^{*1}
Kawabe, N.^{*1}, Kuwae, Y.^{*1}, Matsumura, M.^{*2}, Fujikawa, D.^{*3}

^{*1} Department of Physical Therapy, Faculty of Social Work Studies, Josai International University

^{*2} Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Kyorin University

^{*3} Keiseikoikiwa Clinic, Home Medical Care

Key words: Foot angle, running injury, three-dimensional analysis

[Abstract] We classified foot posture in the horizontal plane relative to a global reference frame (internal/external foot angle), and showed the clinical usefulness of this classification. Subjects comprised 36 healthy males aged mean 22.1 (range, 20 to 36) years. Three-dimensional motion analysis was performed during running at a constant speed, and foot posture during the propulsive phase was classified into three types, namely, internal rotation of the foot ≥ 5.0 degrees (internal-type), internal/external rotation of the foot < 5.0 degrees (mid-type) and external rotation of the foot ≥ 5.0 degrees (external-type). The relationship between this classification and static foot alignment (ankle dorsiflexion angle, foot deformity) and lower limb kinetic factors were investigated. As a result, subjects were classified as internal- or external-type runners. Internal-type runners showed significantly more restrictive ankle dorsiflexion and flat foot deformity. These two types showed significant differences in hip adduction angle, hip extension moment, hip flexion negative power, and hip abduction positive power in the braking phase. These findings suggest the classification of running proposed in this study may be used as an index to evaluate mechanical stress in the braking phase and the propulsive phase and estimate the risk of running injuries.