

令和 2 年 5 月 28 日現在

機関番号：22501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K13098

研究課題名（和文）踵骨 - 下腿の運動連鎖が変形性膝関節症および外側ヒールウェッジ効果に与える影響

研究課題名（英文）Effects of kinematic chain between calcaneus and shank on knee osteoarthritis and the lateral heel wedge effect

研究代表者

江戸 優裕（Edo, Masahiro）

千葉県立保健医療大学・健康科学部・助教

研究者番号：20743694

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000 円

研究成果の概要（和文）：本研究は、下肢関節の病態運動の改善のために重要な踵骨と下腿の運動を定量的に評価する手法を構築した。また、この踵骨と下腿の運動の比率は個人差が大きく、足部のアーチ構造などのアライメントや足関節の肢位の影響を受けることを明らかにした。そして、この運動は歩行中の膝関節の側方運動にも影響することや、変形性膝関節症に対する足底板による膝関節のメカニカルストレスの軽減作用にも影響する可能性を示唆した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、踵骨と下腿の運動を応用した下肢関節の病態運動の改善、特に歩行中の膝関節のメカニカルストレス軽減のための運動療法や足底挿板療法を発展させ得る基盤的知見を得た。すなわち、踵骨と下腿の運動に影響する足部要因と、その運動が歩行中の膝関節運動に影響するという知見からは、歩行中の膝関節ストレスの軽減に足部への介入が有効である可能性が示唆され、臨床応用に向けた更なる研究の展望を得た。

研究成果の概要（英文）：In this study, we created a method for quantitatively evaluating the kinematic chain between calcaneus and shank that are important for improving pathological movements of the lower limb joints. In addition, we observed large individual differences in the ratio of this series of calcaneus and shank movements and demonstrated how these differences affect foot alignment, i.e. arch structure, and ankle position. Our results also suggest that this kinematic chain affects the lateral movements of the knee during gait and that orthotic insoles for knee osteoarthritis may reduce mechanical stress on the knee.

研究分野：運動器障害理学療法

キーワード：足部 運動連鎖 歩行 動作解析 変形性膝関節症 外側ヒールウェッジ

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19（共通）

1. 研究開始当初の背景

足部への荷重環境下において、踵骨回内には下腿内旋が、踵骨回外には下腿外旋が伴って生じる（以下、踵骨 - 下腿の運動連鎖；Fig. 1）。この運動連鎖は、足部と下腿の運動面の変換機能を有すると解釈され、足部と近位体節との運動伝達のキーファクターとして下肢の関節疾患の運動療法や足底挿板療法において重要視されている。

踵骨 - 下腿の運動連鎖は非常に強固な連動であることから、その動態が特異な場合は歩行中の下肢運動にも影響を及ぼすと考えられる。これによる力学的ストレスの変化は、下肢関節に小外傷を蓄積させ、内側型変形性膝関節症（以下、膝 OA；Osteoarthritis）などの変性疾患の発症・進行に関与する可能性がある。膝 OA 者の歩行で特に問題となるのは、立脚初期のラテラルスラスト（以下、LT；Lateral thrust）である。本来、立脚初期における膝関節の運動制御は踵骨が軽度回外位から回内することにより、踵骨 - 下腿の運動連鎖の作用で下腿の内旋が誘発され、これによって下腿の外方傾斜、すなわち膝関節外方化が抑制される。しかし、運動連鎖として生じる踵骨回内に伴う下腿内旋が小さい場合、この制御機構が作用しづらいため、LT を抑制できない可能性がある。

膝 OA の歩行改善には、足底挿板療法として外側ヒールウェッジが古くから用いられてきた。外側ヒールウェッジは足部を回内方向に傾ける形状により連鎖的に膝関節を内方化させると考えられているが、これには否定的な報告も多く、十分なエビデンスはない¹⁾。この背景には、踵骨 - 下腿の運動連鎖の動態の個人差の影響がある可能性がある。すなわち、上述の立脚初期における膝関節側方制御の観点から、踵骨回内に対して下腿内旋が大きく伴う運動連鎖の動態を呈する対象者は、外側ヒールウェッジによる膝関節の内方化作用は大きいと推察されるが、そうでない場合は膝関節への波及効果は乏しいと考えられる。

このように、踵骨 - 下腿の運動連鎖の動態と膝 OA 者における立脚初期の膝関節側方制御や外側ヒールウェッジ効果との関係が明らかとなれば、膝 OA 歩行の改善に向けた議論に一石を投じることになる。

2. 研究の目的

本研究は、踵骨 - 下腿の運動連鎖と立脚初期の膝関節側方制御の関係を解明し、膝 OA に対する運動療法や足底挿板療法などの臨床応用に展開させるための基盤となるべく、以下のことを明らかにする。

- (1) 場所を選ばず、臨床現場でも実施可能な踵骨 - 下腿の運動連鎖の動態評価法を構築する。
- (2) 踵骨 - 下腿の運動連鎖の動態が踵骨回内が優位な対象者ほど、歩行時立脚初期の下腿内旋が小さく、膝関節内反ストレスが大きいことを健常者において検証する。更に膝 OA 者においても、この特徴が認められることを明らかにする。
- (3) 踵骨 - 下腿の運動連鎖の動態が踵骨回内が優位な対象者ほど、歩行時の外側ヒールウェッジによる膝関節内反ストレスの抑制効果が小さいことを明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 踵骨 - 下腿の運動連鎖の動態計測の妥当性と再現性

踵骨 - 下腿の運動連鎖の動態計測の方法は、立位での両足部の能動的な回内外運動を動作課題とし、下肢に貼付したマーカー位置を三次元動作解析システム（Vicon motion systems 社製）により計測することで、踵骨回内外角度と下腿回旋角度を取得することとした。そして、踵骨回内外角度に対する下腿回旋角度の一次回帰係数を Kinematic Chain Ratio（以下、KCR）と定義し、運動連鎖の動態の指標として捉えた（Fig. 2）。KCR は、その値が大きければ下腿回旋が優位な動態を呈し、小さければ踵骨回内外が優位な動態を呈することを意味するものである。

本手法の妥当性については、Computed Tomography 画像を用いて踵骨と下腿の骨自体の角度とマーカーが示す角度を計測し、両者の角度変化量を比較した。また、KCR の決定係数と運動方向別の KCR の級内相関係数も求めた。再現性については、日を変えた計測における KCR の級内相関係数により検討した。

(2) 踵骨 - 下腿の運動連鎖の動態の個人差

対象は健常な若年者 25 名と高齢者 29 名とした。3-(1)に示す手法により踵骨 - 下腿の運動連鎖の動態の指標である KCR を計測した。そして、KCR の個人差や年代差・性差・左右差を検討した。

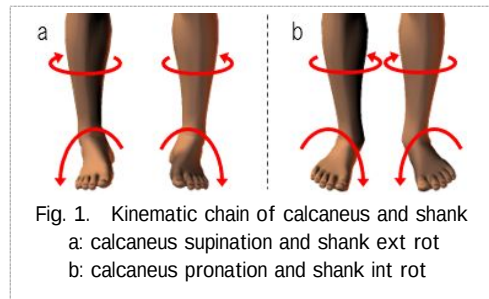


Fig. 1. Kinematic chain of calcaneus and shank
a: calcaneus supination and shank ext rot
b: calcaneus pronation and shank int rot

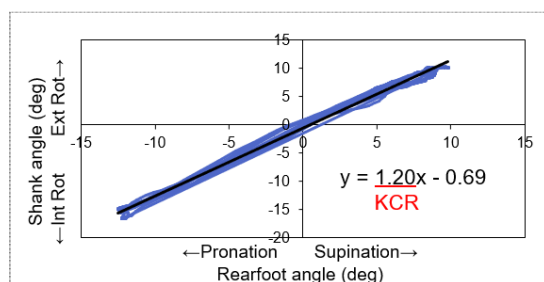


Fig. 2. Indicators definition of behavior of kinematic chain between rearfoot and shank (KCR)
(Representative example)

(3) 踵骨 - 下腿の運動連鎖と足部アライメントの関係

対象は健康成人 15 名とした。3-(1)に示す手法により踵骨 - 下腿の運動連鎖の動態の指標である KCR を計測した。そして、放射線技師により撮像した足部の単純 X 線画像（側面像と低背像）から、画像解析ソフトウェア ImageJ（米国国立衛生研究所製）を用いて 35 項目の骨アライメントを計測し、KCR との関係进行分析した。

(4) 踵骨 - 下腿の運動連鎖と足関節肢位の関係

対象は健康な若年者 25 名と高齢者 29 名とした。3-(1)に示す手法により踵骨 - 下腿の運動連鎖の動態の指標である KCR を計測した。なお、KCR は安定した台を支えに身体全体を前傾または後傾させることで設定した足関節底屈位、中間位、背屈位の 3 条件で計測した。そして、各条件間での KCR を比較した。

(5) 踵骨 - 下腿の運動連鎖と立脚初期の膝関節制御の関係

対象は健康成人 26 名とした。3-(1)に示す手法により踵骨 - 下腿の運動連鎖の動態の指標である KCR を計測した。また、三次元動作解析システム（Vicon motion systems 社製）と床反力計（AMTI 社製）を使用した歩行解析を、Plug-in Gait lower body model と Oxford Foot Model および Point cluster technic に準拠して実施した。なお、歩行は裸足で 3 回計測し、データを立脚期時間で正規化した後に平均し、立脚初期（10・20・30%SP；Stance phase）のパラメータを分析に用いた。そして、膝関節内反角度を従属変数とし、KCR および足部・膝関節パラメータを独立変数として stepwise 法による重回帰分析を行った。

(6) 踵骨 - 下腿の運動連鎖と膝 OA の関係

対象は膝 OA 者 8 名とした。3-(1)に示す手法を参考に慣性センサ MP-M6（Microstone 社製）を用いて踵骨 - 下腿の運動連鎖の動態の指標である KCR を計測した。すなわち、慣性センサを脛骨内側面と踵骨後面に固定し、立位での両足部の能動的な回内外運動を動作課題とした。得られた下腿回旋と踵骨回内外の角速度を台形近似により時間積分することで角変位を求めた。なお、ドリフトは一回帰係数により補正した。その上で、踵骨回内外角度に対する下腿回旋角度の一回帰係数である KCR を算出した。

(7) 踵骨 - 下腿の運動連鎖と外側ヒールウェッジ効果の関係

対象は膝 OA 者 8 名とした。3-(6)に示す手法により踵骨 - 下腿の運動連鎖の動態の指標である KCR を計測した。また、慣性センサ MP-M6 および MVP-RF8-GC（Microstone 社製）を用いて歩行解析を行った。歩行の条件は、裸足（以下、BF；Barefoot）・5mm の踵補高パッド（以下、HP；Heel pad）・4mm の外側ヒールウェッジ（以下、GW；Gentle wedge）・10mm の外側ヒールウェッジ（以下、SW；Steep wedge）の 4 条件とした。慣性センサは仙骨後面・大腿外側・下腿外側・腓骨頭外側・脛骨内側面・踵骨後面・第 1 中足骨背面に固定し、3-(6)と同様に積分およびドリフト補正により各々の変位と角変位を求めた。なお、LT は腓骨頭のセンサの外側加速度により評価した。そして、Loading response（以下、LR）における各パラメータの条件間比較や関連性について分析した。

4. 研究成果

(1) 踵骨 - 下腿の運動連鎖の動態計測の妥当性と再現性

本手法の妥当性については、マーカーは踵骨の回外運動を 5%、回内運動を 21% 過大評価し、下腿の外旋運動を 13%、内旋運動を 9% 内旋位に評価した。また、KCR の決定係数は全例において $R^2=0.9$ 以上、運動方向別の KCR の級内相関係数は、 $ICC(1,1)=0.95$ であった。再現性については、日を変えた計測における KCR の級内相関係数は、 $ICC(1,1)=0.72$ であった。これらの結果から、本手法は踵骨 - 下腿の運動連鎖の動態を評価する上で実用可能と判断した。

なお、膝 OA 者に対して本手法を適用する場合、膝関節伸展制限によって立位時の足関節底背屈角度が統制できない問題が想定されたため、本手法を座位で行うという手法も考案していた。しかし、座位での動作課題の遂行は、足位や下腿の側方傾斜が不安定で十分な再現性が確保できなかったため、最終的には立位で行う方が適切と判断した。

(2) 踵骨 - 下腿の運動連鎖の動態の個人差

全対象者における KCR の平均は 1.0 ± 0.2 で、最大 1.6 から最小 0.4 までの個人差が認められた。年代・性別・左右を要因とした KCR の三元配置分散分析の結果、性別にのみ有意差が認められ（ $p<0.001$ ）男性 1.1 ± 0.2 ・女性 0.9 ± 0.2 であった。その他の要因および交互作用は有意でなかった。KCR の変動係数は、若年群と高齢群および男性と女性の比較ではほぼ同等だったが、左右の比較においては右が 25.3% に対して左が 20.4% であった。

本検討により、KCR の性差や左右差が明らかとなったが、これらの差は個人差に比べると非常に小さかった。したがって、運動連鎖の動態は対象者の属性によって捉えるのではなく、個体差に注意を払うべきと推論された。

(3) 踵骨 - 下腿の運動連鎖と足部アライメントの関係

KCR と足部骨アライメントの相関分析の結果、15 項目のアライメントに有意な相関を認めた。それらの特徴をシンプルにまとめると、内側縦アーチが高いほど KCR が大きい(下腿回旋が優位)ことが示唆された。

また、より詳細に KCR を決定する要因を明らかにするために、この 15 項目のうちで下腿・距骨・踵骨に独占的に関与する 5 項目に対して偏相関分析を行った。その結果、側面像における脛骨 - 距骨長軸角度および脛骨 - 踵骨上前縁角度を制御変数とした場合に、他の項目の偏相関係数が最も減少し、全項目で |0.2| 以下であった。距骨長軸と踵骨上前縁は距骨下関節の関節面を挟むように位置することから、これらの前傾は距骨下関節面の前傾、つまり距骨下関節軸が足部長軸に近づく状態と推論できる。距骨下関節軸が足部長軸に近づくほど KCR が小さく(足部回内外が優位)、逆に距骨下関節面の後傾によって距骨下関節軸が下腿長軸に近づくほど KCR が大きい(下腿回旋が優位)ことは物理的にも矛盾しない。以上のことから、KCR は矢状面における下腿と足部に対する距骨下関節軸の成す角度の影響を強く受けると考えられた。

(4) 踵骨 - 下腿の運動連鎖と足関節肢位の関係

足関節肢位と年代を要因とした KCR の二元配置分散分析の結果、足関節肢位においてのみ有意差が認められた ($p < 0.001$)。全対象者における KCR の平均は、底屈位 0.9 ± 0.3 、中間位 1.0 ± 0.2 、背屈位 1.3 ± 0.4 で、全ての肢位間に有意差が認められた(底屈位 vs 中間位: $p < 0.05$ 、底屈位 vs 背屈位: $p < 0.001$ 、中間位 vs 背屈位: $p < 0.001$)。

4-(3)に示す成果より、KCR は矢状面における下腿と足部に対する距骨下関節軸の成す角度の影響を受ける。これを踏まえて本検討においては、足関節背屈位では下腿長軸が距骨下関節軸に近づくため KCR が増大(下腿回旋が優位)し、逆に足関節底屈位では下腿長軸が距骨下関節軸と大きな角度を成すため KCR が減少(踵骨回内外が優位)したと推論された。

(5) 踵骨 - 下腿の運動連鎖と立脚初期の膝関節制御の関係

重回帰分析の結果 (Table 1)

から、KCR が小さく、立脚初期に床に対する後足部の回内運動が大きいほど膝関節は内反位になることが分かった。また、膝関節が外反位で内旋運動が大きいほど膝関節は内反運動をすることが分かった。

立脚初期の膝関節の前額面運動は、足部の前額面運動と膝関節の水平面運動、そしてそれらの変換機能を有する踵骨 - 下腿の運動連鎖の影響を受けることが示唆された。

(6) 踵骨 - 下腿の運動連鎖と膝 OA の関係

膝 OA 者の KCR は 1.4 ± 0.5 であった。これは先行研究²⁾での値 (1.5 ± 0.6)と概ね同等であった。ただし、どちらも膝 OA 由来の膝関節伸展制限により足関節背屈位で計測されたため、4-(4)に示す機序で過大評価されたものと推論される。

(7) 踵骨 - 下腿の運動連鎖と外側ヒールウェッジ効果の関係

計測値を (BF / HP / GW / SW) で表す。

LT 加速度 ($18.0 \pm 3.7 / 19.5 \pm 4.8 / 19.1 \pm 4.4 / 17.2 \pm 2.4$ m/sec²)、LR における踵骨回内運動量 ($2.8 \pm 1.7 / 2.2 \pm 2.2 / 2.8 \pm 2.0 / 4.5 \pm 1.9$ deg)、LR における下腿内旋運動量 ($1.8 \pm 3.3 / 4.0 \pm 2.9 / 4.7 \pm 2.1 / 1.3 \pm 2.6$ deg) であった。

LT 加速度の各条件での変化量と、KCR および LT 加速度と同条件での LR 中の踵骨回内運動量の変化量の相関分析の結果 (Table 2)、HP に対する SW の変化量でみると LT

Table 1. Influence factors on knee adduction angle

	(B)	(β)	(p)	(95% CI)
10%SP (Constant)	13.63			8.02, 19.25
KCR	-13.48	-0.59	0.00	-19.46, -7.49
Int Rot angle of shank relative to foot	-0.21	-0.42	0.00	-0.33, -0.08
Eversion angle of rearfoot relative to floor	0.75	0.37	0.01	0.22, 1.29
p<0.001 (ANOVA), R ² =0.66, Adjusted R ² =0.61, Durbin-Watson ratio=1.93				
20%SP (Constant)	11.58			-16.74, -6.42
KCR	-11.77	-0.50	0.00	-17.59, -5.94
Δ Eversion angle of rearfoot relative to floor	1.05	0.64	0.00	0.58, 1.52
Δ Int Rot angle of knee	0.89	0.52	0.01	0.39, 1.40
p<0.001 (ANOVA), R ² =0.72, Adjusted R ² =0.68, Durbin-Watson ratio=2.23				
30%SP (Constant)	11.80			-16.48, -7.12
KCR	-13.62	-0.59	0.00	-18.67, -8.57
Δ Eversion angle of rearfoot relative to floor	0.79	0.47	0.00	0.42, 1.16
Toe-out angle	-0.31	-0.46	0.00	-0.46, -0.15
Internal inversion moment of ankle	-1.25	-0.25	0.03	-2.28, -0.11
p<0.001 (ANOVA), R ² =0.77, Adjusted R ² =0.73, Durbin-Watson ratio=2.27				
Δ10%SP n. s. (ANOVA)				
Δ20%SP (Constant)	0.28			-0.99, 1.54
Int Rot angle of knee	-0.14	-0.58	0.00	-0.22, -0.50
Δ Int Rot angle of knee	0.32	4.80	0.01	0.09, 0.55
p<0.001 (ANOVA), R ² =0.40, Adjusted R ² =0.34, Durbin-Watson ratio=2.08				
Δ30%SP (Constant)	2.58			0.01, 5.14
Int Rot angle of knee	-0.15	-0.59	0.00	-0.23, -0.07
Δ Int Rot angle of knee	0.34	0.58	0.00	0.13, 0.55
Δ Eversion angle of rearfoot relative to shank	0.10	0.37	0.04	0.01, 0.20
p<0.001 (ANOVA), R ² =0.50, Adjusted R ² =0.43, Durbin-Watson ratio=1.64				

SP, stance phase, Multiple regression analysis (stepwise method), p<0.05

Table 2. Correlation coefficient between kinematic chain of calcaneus and shank and LT in lateral heel wedge efficacy

	KCR	Amount of change during LR	
		Δ Shank Int Rot	Δ Calcaneus Eversion
HP-BF	0.42	-0.48	0.34
GW-BF	0.74*	-0.43	-0.26
SW-BF	0.08	0.04	-0.83
GW-HP	0.55	-0.41	-0.12
SW-HP	-0.19	-0.86*	-0.56
SW-GW	-0.42	-0.78*	-0.88*

Pearson's correlation coefficient, p<0.05

加速度と LR の下腿内旋運動 ($r=-0.86$)、そして GW に対する SW の変化量でみると LT 加速度と LR の下腿内旋運動 ($r=-0.78$) および踵骨回内運動 ($r=-0.88$) に有意な相関が認められた。

これらの結果は、HP や GW に対して SW において、下腿内旋や踵骨回内が大きく生じるほど LT 加速度が抑制されると解釈することができる。つまり、踵骨 - 下腿の運動連鎖が LT の制御に関与することを支持する知見ではあるが、KCR との特筆すべき関係は認めなかった。

【文献】

- 1) Penny P, Geere J, Smith TO: A systematic review investigating the efficacy of laterally wedged insoles for medial knee osteoarthritis. *Rheumatology International*. 2013; 33(10):2529-2538.
- 2) 江戸優裕, 山本澄子, 保坂亮, 他: 踵骨 - 下腿の運動連鎖と変形性膝関節症の関係—荷重位における踵骨回内外と下腿回旋の連動動態の解析—. 文京学院大学保健医療技術学部紀要. 2014; 7:1-7.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 江戸優裕, 上條史子, 佐藤俊彦, 山本澄子	4. 巻 6
2. 論文標題 演算処理ソフトBodyBuilderを用いた関節角度計算における最適なプログラムの検討と歩行時計算値のプログラム間相違	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 臨床歩行分析研究会誌	6. 最初と最後の頁 11-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Edo Masahiro, Yamamoto Sumiko	4. 巻 5
2. 論文標題 The Difference in Kinematic Chain Behavior between Pronation/Supination of Calcaneus and Rotation of Shank in Standing Position by Individual, Age, Gender and Right and Left: Analysis of Kinematic Using Optical Three Dimensional Motion Analysis System	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Physiotherapy	6. 最初と最後の頁 31-35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15621/ijphy/2018/v5i2/170731	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Edo Masahiro, Yamamoto Sumiko, Yonezawa Toshikazu	4. 巻 30
2. 論文標題 Factors that determine kinematic coupling behavior of calcaneal pronation/supination and shank rotation during weight bearing :an analysis based on foot bone alignment using radiographic images	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Physical Therapy Science	6. 最初と最後の頁 1215-1220
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1589/jpts.30.1215	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Edo Masahiro, Yamamoto Sumiko	4. 巻 30
2. 論文標題 Changes in kinematic chain dynamics between calcaneal pronation/supination and shank rotation during load bearing associated with ankle position during plantar and dorsiflexion	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Physical Therapy Science	6. 最初と最後の頁 1479-1482
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1589/jpts.30.1479	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 江戸優裕, 上條史子, 佐藤俊彦	4. 巻 9
2. 論文標題 歩行時の膝関節ストレスに影響する足部・体幹運動の解明と慣性センサによる計測手法の構築	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 文京学院大学総合研究所紀要	6. 最初と最後の頁 211-222
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Edo Masahiro, Yamamoto Sumiko, Yonezawa Toshikazu	4. 巻 4
2. 論文標題 Validity and Reproducibility of Measuring the Kinematic Coupling Behavior of Calcaneal Pronation/Supination and Shank Rotation during Weight Bearing Using an Optical Three-Dimensional Motion Analysis System	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Physiotherapy	6. 最初と最後の頁 343-347
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15621/ijphy/2017/v4i6/163921	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 上條史子, 江戸優裕, 佐藤俊彦, 上田泰久, 大竹祐子
2. 発表標題 矢状面における胸郭角度に関与する要因について: 健常若年者の静止立位からの検討
3. 学会等名 第24回日本基礎理学療法学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤俊彦, 江戸優裕, 上條史子, 福井勉
2. 発表標題 歩行時の下肢サポートモーメント解析
3. 学会等名 第7回日本運動器理学療法学会学術大会
4. 発表年 2019年

1．発表者名 Iida K, Edo M
2．発表標題 A new measurement method of the center of pressure trajectory during gait
3．学会等名 The XXVII Congress of the International Society of Biomechanics (国際学会)
4．発表年 2019年

1．発表者名 Edo M, Iida K, Yabata K
2．発表標題 Contribution of the kinematic chain of pronation-supination of the rearfoot and internal-external rotation of the shank to lateral movement of the knee during early stance
3．学会等名 The XXVII Congress of the International Society of Biomechanics (国際学会)
4．発表年 2019年

1．発表者名 Edo M, Kamijo F, Sato T
2．発表標題 Elucidation of the trunk motion affecting the knee joint stress during gait
3．学会等名 The International Society of Posture and Gait Research World Congress 2019 (国際学会)
4．発表年 2019年

1．発表者名 江戸優裕, 上條史子, 佐藤俊彦
2．発表標題 歩行立脚期におけるPlug-in-Gait modelとジャイロセンサによる体幹・下肢関節角度の計測値の類似度分析
3．学会等名 第23回日本基礎理学療法学会学術大会
4．発表年 2018年

1．発表者名 佐藤俊彦，江戸優裕，上條史子
2．発表標題 歩行時の足部動態解析：慣性センサを用いた検討
3．学会等名 第23回日本基礎理学療法学会学術大会
4．発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1．著者名 福井勉，安里和也，新井恒雄，荒木茂，有賀崇記，安中聡一，飯田開，石井慎一郎，石井美和子，磯あすか，伊藤友哉，上田泰久，上原卓也，江戸優裕，他	4．発行年 2017年
2．出版社 ヒューマン・プレス	5．総ページ数 367
3．書名 新ブラッシュアップ理学療法	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6．研究組織

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
--	---------------------------	-----------------------	----