

平成 24 年度

順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科 修士論文

体操競技における股関節外旋が下肢の 振上げ動作に及ぼす影響

スポーツ科学領域
コーチング科学分野

先崎友紀子

論文指導教員 加納 実 教授

合格年月日 平成 25 年 2 月 25 日

論文審査員 主査 河村 剛光

副査 河村 剛光

副査 加納 実

目次

第1章 緒言	1
第2章 関連文献の考証	4
第1節 体操競技の特性	4
(1) 体操競技の競技特性	4
(2) 採点競技の特性	4
第2節 ゆか・平均台の技の体系	5
(1) ゆかの技の体系	5
(2) 平均台の技の体系	6
第3節 ダンス系について	7
第4節 股関節外旋について	8
第3章 研究目的	9
第4章 研究方法	10
第1節 実験構成	10
(1) 実験日時	11
(2) カメラの設定条件および位置	11
(3) 被験者の身体部位マーカー	12
第2節 被験者および実験課題	12
(1) 被験者	12
(2) 実験課題	13
第3節 資料と考察方法および計測方法	14

(1) 資料	14
(2) 考察方法	14
(3) 下肢振上げ角度および開脚角度の算出方法	14
第5章 結果.....	18
第1節 前方への下肢振上げ.....	18
第2節 側方への下肢振上げ.....	20
第3節 後方への下肢振上げ.....	22
第4節 前後開脚ジャンプ	24
第5節 自己観察報告	26
第6章 考察.....	27
第1節 前方への下肢振上げ.....	27
第2節 側方への下肢振上げ.....	29
第3節 後方への下肢振上げ.....	31
第4節 前後開脚ジャンプ	34
第5節 自己観察報告	36
第7章 結論.....	38
第8章 要約.....	39
文献表	41
英文要約.....	43
資料	

第1章 緒言

クラシックバレエの技法に股関節外旋(ターンアウト)というものがある。この技術は、クラシックバレエの基礎であり、新体操選手も普段の練習でトレーニングを積んでいる。



図1 股関節外旋(ターンアウト)

文献10より引用

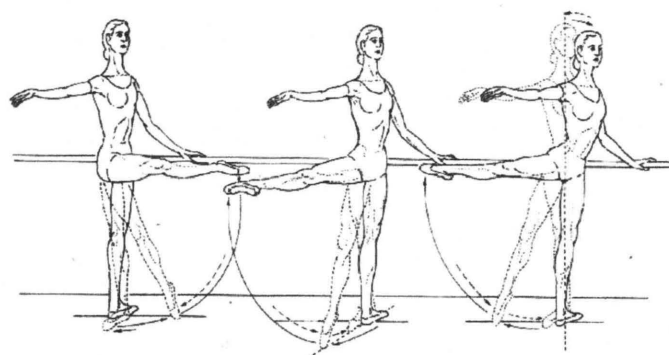


図2 前方・側方・後方の下肢振上げ動作

文献10より引用

Kushner et al. (1990)⁹⁾は「股関節を外旋することによって脚を高くあげることができる¹³⁾、また股関節外旋角度の増加に伴い、外転角度も増加する」と述べている。「股関節外旋は解剖学的、技術的にバレエダンサーには必要なものである」¹³⁾と同様に芸術性が要求される競技においても必要と考えられる。このことは、クラシックバレエや新体操などのダンス系の動作を含む種目において、股関節外旋は柔軟性が要求される動きのパフォーマンスを向上させる可能性を示している。

Stone and Kroll(1991)²⁰⁾は芸術性が要求される競技(体操競技、新体操、フィギュアスケート、飛込)さらにはクラシックバレエなどにおいては、柔軟性が優れている方が有利であることは明白であると述べている。また、これらの競技には芸術的な得点項目もあり、高い柔軟性は良いパフォーマンスには必要不可欠であるとも述べている。これらのことから、クラシックバレエや新体操と同じ動作や技が存在する体操競技でも同様に高い柔軟性が必要であると考えられる。

体操競技では、2006年のルール改正¹⁶⁾により従来の10点満点制が廃止され、終末技を含む10個の技の難度点によって構成されるDスコアと、姿勢欠点や着地などの演技の出来栄を評価して10点満点から減点されるEスコアの合計点で得点が決まるようになった。2006年のルール改正で10点満点制が廃止されたことにより、より高い難度の技を行う選手が高得点を得るという傾向が強くなり、現在は従来の美しい演技よりもより高難

度の技で構成されたダイナミックな演技へと変わりつつある。しかし、そのような変化の中でも変わらずに、「美しさ」と「正確さ」が最も必要とされるのが「ダンス系」である。ダンス系とは、女子の体操競技におけるゆかと平均台で行われるターンやジャンプ、リープなどのことである。2009年のルール変更¹⁷⁾に伴い、8個の技で構成される演技のうちダンス系の技を必ず3つ以上入れなければならないとされた。そのため、Dスコア（演技価値点）を上げるためには、より確実にダンス系要素の技を実施する必要がある。

日本体操協会が示した2012年強化指針¹⁸⁾によると「ジャンプの高さと180度以上の開脚度が求められD難度以上のダンス系が必要である。羊とびや交差輪とび、交差ジャンプ1/2ひねりなどの不正確な実施が多く見られるので正確に実施することが要求される。2回ターンやターンとアクロバットの連続など個性的で変化のある構成が要求される。」とある。このことからジャンプにおける開脚度不足が問題視されていると言える。尚、不正確な実施とは「不完全な運動」「ゆるんだ、または不正確な足、脚、身体、胴体の姿勢をとる」「開脚度不足」などが挙げられ、それぞれ開脚度不足や腰、膝の曲がった角度に応じて0.1～0.3の減点がなされる^{17) 18)}。

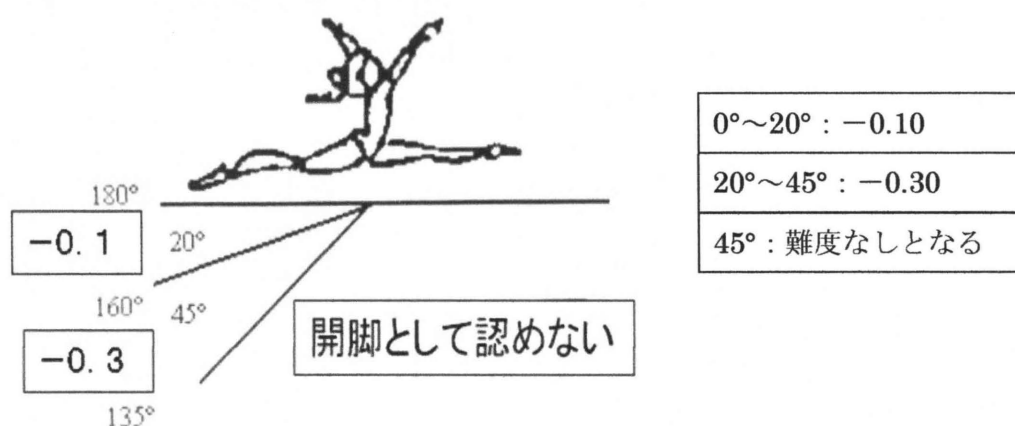


図3 前後開脚ジャンプにおける開脚不十分の減点図 文献17より引用

前後開脚ジャンプはジャンプ中に前後の脚が開脚しそれぞれ水平の位置まで上がり、空間で180°の開脚姿勢がみられないと技として承認されない。難易度の低いA難度である前後開脚ジャンプは、多くの選手が演技に使用する技である。羽田⁵⁾は「全日本学生体操競技選手権大会などの競技レベルが高い試合を観察すると、この前後開脚ジャンプが正しく実施できていない選手や、実施の欠点を多く持つ選手が見られる。」と述べており、さらに「ジャンプ時に前脚は水平位置まで上がるもののすぐに下がり、後脚は水平位置ま

で上がらないため、空中で 180° の開脚姿勢がみられず、前後開脚ジャンプとして承認されないか、減点されることが多い。また、空中で 180° の開脚姿勢をする技は多くあり、前後開脚ジャンプを習得することは他の技を行うためにも重要であるといえる」とも述べている。このことから、前後開脚ジャンプの正確な実施が求められており、前後開脚ジャンプをはじめとしたダンス系の技の強化が欠かせないといえる。

以上のことから、クラシックバレエや新体操と同じ技が存在する体操競技においても、開脚度を増大させる可能性がある股関節の外旋を行う必要があるのではないかと考えられるが、体操競技における股関節外旋に関する先行研究は十分ではない。股関節外旋により開脚度不足などが改善されれば不正確な実施が減り、雄大で美しい完成度の高い演技へ繋がることが推察される。

第2章 関連文献の考証

第1節 体操競技の特性

(1) 体操競技の競技特性

体操競技は日常生活では見られない動き、すなわち 2 足歩行の直立動物である人間が「倒立」や「宙返り」をしたりするという、風変わりな驚異性を持った運動形態が見られる。金子⁷⁾はこれを体操競技の本質的特性のひとつとして「非日常的驚異性」と述べている。体操競技における運動形態は記録を出すために行うものではなく、動きそのものが目的として要求されるのであって運動形態が「非日常的驚異性」を求め、評価を受けるのである。しかし、「非日常的驚異性」だけに傾斜したならば、体操競技の求める方向性ではない。そこで、金子は体操競技の特性としてさらに「姿勢的簡潔性」の重要性を指摘しており、「伸ばされた膝は曲げられた膝よりも簡潔であり、つま先を伸ばすことは脚の線を切らずに延長できるので同様に簡潔である。また、体を直角に保った浮腰支持は背中を丸め、膝を曲げた浮腰支持よりもはるかにすっきりしており、われわれの心を引きつけるものである⁷⁾」と述べている。この「非日常的驚異性」と「姿勢的簡潔性」が体操競技の本質的特性であり、すなわち、「難しさ」と「美しさ」の志向が相互に関連し合いながら体操競技の運動特性を形づくっているとと言える。体操競技の試合でより高い評価を得るには、Dスコア（演技価値点）、Eスコア（演技実施点）の相方が高くなければならない。どちらか一つに偏った演技構成では高得点には結びつかないのである。

(2) 採点競技の特性

スポーツは競技特性によって次の3つに大別することができる。

1. 測定競技系スポーツ（陸上競技・競泳・重量挙げ等）
2. 評定競技系スポーツ（体操競技・フィギュアスケート・新体操等）
3. 判定競技系スポーツ「球技系」（サッカー・バレーボール・野球等）

「格闘技系」（柔道・レスリング・ボクシング等）である⁸⁾。

体操競技は評定競技系のスポーツであり、単なる運動の結果だけではなく、定められた規則により、行われた動きそのものを評価するスポーツである。すなわち、運動経過の良否や動きの質を判定して演技の優劣を競う競技特性を有する。そして、演技の採点尺度は、採点規則で詳細に定められており、何を(技)、どのように構成したかという演技のDスコア（価値点）と、どのように行ったかという演技実施の出来栄Eスコア（実施点）が採点される。そのため、選手は難度の高い技を構成することにより、演技の価値を高め、動きの雄

大きさや優雅さ、さらに技の習熟による安定性を重視し、身体を十分に支配した演技の実施を遂行しなければならない。

丹羽¹⁵⁾らは、「演技評価の際芸術性をも加味した「美しさ」の基準が用いられる」と述べ、さらに金子⁸⁾は「運動が、一過性の可視的現象であることからすれば、そこに何が現象したかを出来るだけ正確に把握することがまず必要である（中略）。人間が運動現象を把握する第一歩は、一瞬一瞬に生起し、また消滅する動きを連続したものとして観察し、さらには次の瞬間に何が起こるかを予測することによって、まとまった運動ゲシュタルトとして意識することが可能となる。」、また「評定スポーツにおいて、優位決定の規則を形づくっている二大要因は、〈何〉を演じたか、〈どのように〉演じたかである（中略）。その採点対象の分化による多岐性に対して、それらを適切に適用して公正な採点を保証するには、もっぱら審判員の個人的な運動感覚能力によるしかない。」と述べており、現象としての運動（動き）の難しさと重要性を指摘している。

評定競技系では、技術的評価に加えて感性学的評価が求められる¹²⁾。技術的に正しい評価を受けたとしても、美しい動きでなければそれは減点の対象となってしまう。「この競技は、採点する審判員の動きかたに関する価値意識や判断力を信頼するという前提の上に成立する。審判員に全幅の信頼をおいて成立するはずの競技スポーツではあるが、どんなに採点規則という精度の高い物差しを厳正に適用しても問題は起こる。審判員への厳しい訓練を要求する。」と金子は¹²⁾評定競技の問題点を指摘し、競技としての体操競技の存続には技術的發展はもとより、審判員の研修により、質の向上を図ることが複雑化した競技には必要不可欠となってきていることを示唆している。

第2節 ゆか・平均台の技の体系

(1) ゆかの技の体系

ゆかは、12m四方の「ゆか」の上で、90秒以内にアクロバット系の技（宙返りなど）やジャンプの組み合わせ、ターンなどを音楽に合わせて演技する。ゆかの技は、アクロバット系とダンス系の要素から成り立っている（図4参照）。8個の技からなる演技構成のうち、アクロバット系は最大5つ、ダンス系は最低3つ以上の技を含まなければならない¹⁷⁾。

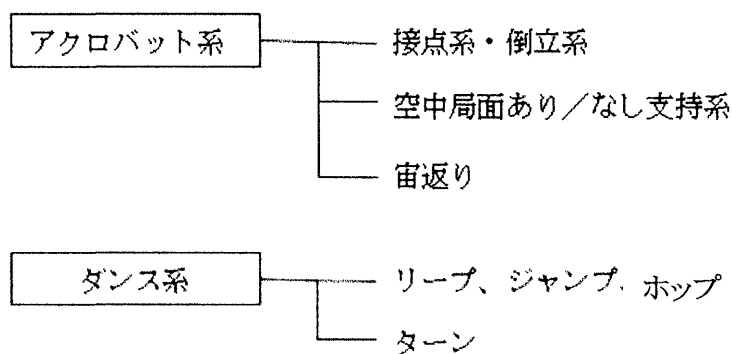


図4 ゆかにおける技の体系

表1 2009年版採点規則のゆかにおける構成要求(CR)

1. 前後開脚ジャンプ (180度)を含む、少なくとも2つのダンス系要素の移動(1つめは片足着地)
2. 2つの異なる宙返りを含むアクロライン
3.前／側方と後方の宙返り
4. 2回宙返りとひねりを伴う宙返り
5. 最後の宙返り

(2) 平均台の技の体系

平均台は高さ 125 cm・長さ 500 cm・幅 10 cmの台上で 90 秒以内にアクロバット系の技(宙返りなど)やダンス系の技(ジャンプ・ターン・バランスなど)で構成される。平均台の技は、アクロバット系とダンス系の要素から成り立っている(図5参照)。8個の技からなる演技構成のうち、アクロバット系は最大5つの技、ダンス系は最低3つ以上の技を含まなければならない¹⁷⁾。

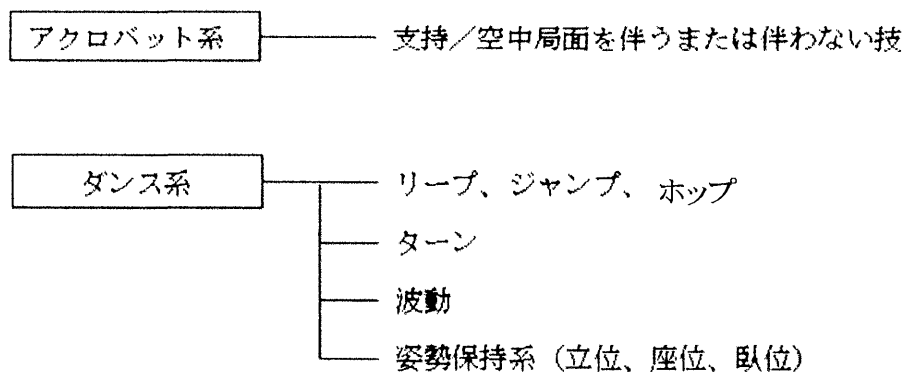


図5 平均台における技の体系

表 2 2009 年版採点規則の平均台における構成要求(CR)

1. 180 度の前後開脚を伴うリープ、ジャンプ、ホップを含む、少なくとも 2 つのダンス系組み合わせ
2. ターン
3. 1 つの宙返りを含む少なくとも 2 つの空中局面を伴う技からなるアクロバット系シリーズ
4. 方向の異なる(前方/側方と後方)アクロバット系
5. 終末技

第 3 節 ダンス系について

ダンス系の基本技術として、ゆかのダンス系の基本姿勢はクラシックバレエの技術を取り入れた芸術体操にそのベースをおいている。足のポジションは、クラシックバレエの基本ポジションの第 1 ポジション～第 5 ポジションまでが導入されている。ステップ、ターン、ポーズはこの基本型から始められ、またその型に終わる⁷⁾。

ダンス系はほかの回転系や功技系に比べて、その体系の構造や特性に差異が認められる。ヘルシンキ・オリンピック大会（1952 年）の旧ソ連選手のゆかの模範演技ではじめて音楽伴奏をもって行われ、その数年後ルールとしてゆかに音楽伴奏が規定されてからこのダンス系は独自の発展を遂げるに至った⁷⁾。

ダンス系は 4 群にまとめられる。

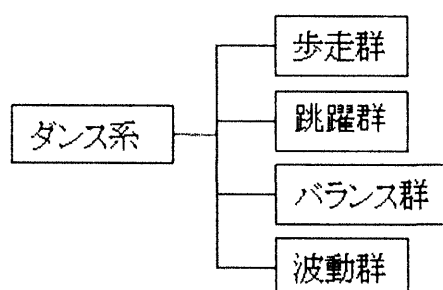


図 6 ダンス系の模式図

跳躍群の中に体操競技や新体操において、股関節の柔軟性を使って表現する運動として「180 度開脚姿勢を伴う跳躍技」があり、その中の代表的な技として「片脚踏み切り前後開脚ジャンプ」がある。「片脚踏み切り前後開脚ジャンプ」は片足で踏み切ってジャンプし、空中で 180° の開脚をすることが運動課題となっている。「片脚踏み切り前後開脚ジャンプ」は A 難度と価値点は低いものの他のジャンプの基礎となる重要な技である⁵⁾。

この技に対する評価は、ジャンプの高さや、ジャンプ時の股関節における開脚度（以後開脚度とする）等に観点をおいて行われている。その中でもジャンプ時、特に運動構造上の主要局面における開脚度に重点を置き、開脚度の最大角度が 180 度に満たない場合、もしくはフロアーに対する水平面よりも脚が下がっている場合、角度不足として技術的な減点対象となっている¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾

第4節 股関節外旋について

Kushner et al. (1990)⁹⁾は「股関節を外旋することによって脚を高くあげることができ、また股関節外旋角度の増加に伴い、外転角度も増加する」と述べている¹⁴⁾。さらに、「股関節外旋は解剖学的に脚を外側に上げやすくする。正常なポジションにおいて脚の動きは、骨盤と股関節の間における関節構造に制限される。脚が外側に引かれると、大腿骨頭が寛骨臼縁に当たるので、脚が動かなくなる。しかし、股関節を外旋していたならば大転子が後方に動き、寛骨臼縁には大腿骨頭の平らな側面が当たる」と述べており、股関節外旋は解剖学的、技術的にクラシックバレエダンサーには必要なものであると考えられ、このことは芸術性が要求される競技には必要なものであると考えられる¹³⁾。クラシックバレエや新体操などのダンス系の動作を含む種目において股関節外旋が柔軟性の表現を高めるのではないだろうか。

上体を傾斜させない場合の股関節の可動域は、前方へは約 60°、側方へは約 40°、後方へは約 15°程度しか動かないといわれている¹⁹⁾。また、「プロバレエダンサーの理想的な股関節外旋は両脚合わせると 180°（片脚 90°ずつ）であり、通常 60~70°の外転が膝上で、20~30°が膝下で起こっている (Hardaker et al.1984)」⁴⁾と述べている。人間の身体において完全な股関節外旋ができることはあまりない。股関節外旋筋群の収縮不全、内旋筋群の他動張力、腸骨大腿靭帯の張力によって制限される。能力というよりも、単純に脚を外旋してターンアウトさせることを覚えておくべきである。踊るときはいつでも最大限のターンアウトをコントロールして維持できる筋力をつけることである。股関節外旋は、内閉鎖筋、外閉鎖筋と大腿四頭筋によって作り出され、梨状筋、大臀筋、縫工筋、内転筋群によって補助される、と述べている¹³⁾。

第3章 研究目的

本研究は、股関節外旋が下肢の振上げ動作に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。その股関節外旋によって、開脚度不足の改善や正確な演技の実施、また雄大で美しい完成度の高い演技に貢献できるものとする。さらに、先行研究では単なる下肢振上げ動作のみを対象としていたが、本研究ではより実践的な前後開脚ジャンプをも対象とし、演技に直接繋がる成果に貢献できるものとする。

第4章 研究方法

第1節 実験構成

図7は下肢振り上げ動作の実験場面の模式図である。客観的資料を作成するために、撮影は縦方向と横方向の2方向からデジタルビデオカメラ（EX-FH25 CASIO社製）を使用して行った。後方および側方への下肢振り上げは主にカメラ1を、前方への下肢振り上げは主にカメラ2を使用した。

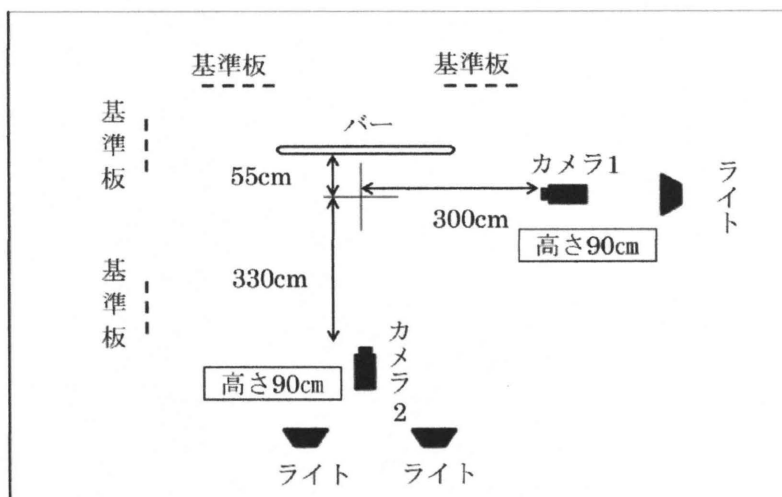


図7 下肢振り上げ動作（前方、側方および後方）における模式図

被験者に股関節外旋を伴う動作と伴わない動作をより正確に行わせるために、「股関節を外旋させずに、できるだけ高く、真っ直ぐ振上げるようにし、またできる限り上体を傾けないように」および「股関節の外旋を意識し、できるだけ高く振上げるようにし、またできる限り上体を傾けないように」との指示を行った。さらに口頭による指示に加えて、試技開始時の脚のスタートポジションを規定した。外旋を伴わない動作は図8-1により、股関節外旋を伴う動作は図8-2により規定した。股関節外旋を伴う動作における外旋角度は、初心者が無理なく外旋を行える角度である100度¹⁰⁾と規定した。

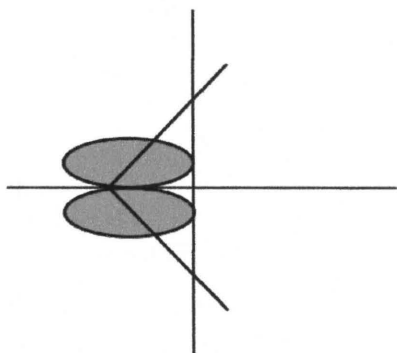


図8-1 股関節外旋を伴わない動作

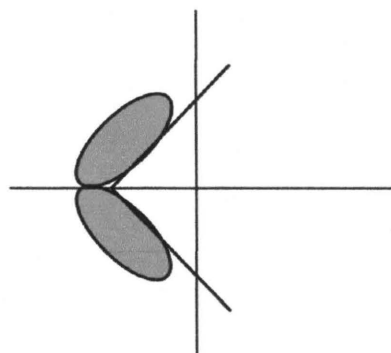


図8-2 股関節外旋を伴う動作

図9は前後開脚ジャンプの実験場面の模式図である。前後開脚ジャンプは利き脚によって振り上げる脚が異なるので、被験者に合わせてジャンプする方向を設定した。後方の脚がカメラ側にくるように、それぞれジャンプを行わせた。

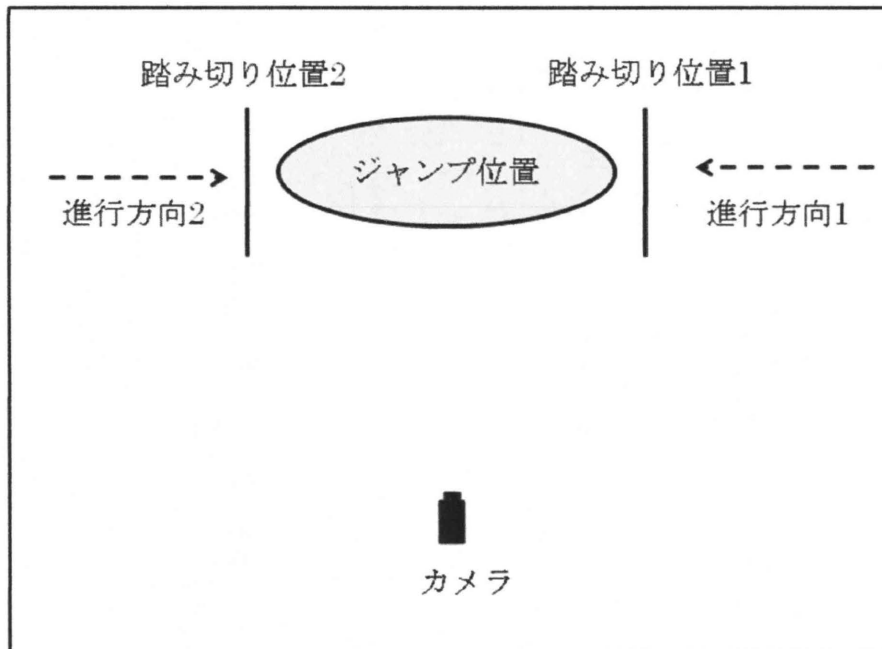


図9 前後開脚ジャンプにおける模式図

(1) 実験日時

1回目 実験日時：2012年8月8日(水) 14:00~17:00

場所：順天堂大学さくらキャンパス 体操競技場

2回目 実験日時：2012年9月3日(月) 14:00~17:00

場所：順天堂大学さくらキャンパス 体操競技場

(2) カメラの設定条件および位置

カメラ1 (後方および側方の試技)：デジタルビデオカメラ (EX-FH25 CASIO 社製)

フレームレート 30fps

被験者からカメラまでの距離 300cm

カメラの高さ 床面から 90cm

カメラ2 (前方の試技)：デジタルビデオカメラ (EX-FH25 CASIO 社製)

フレームレート 30fps

被験者からカメラまでの距離 330cm

カメラの高さ 床面から 90cm

カメラ（ジャンプ）：デジタルビデオカメラ（EX-FH25 CASIO 社製）

フレームレート 30fps

被験者からカメラまでの距離 500 cm

カメラの高さ 床面から 150cm

尚、カメラ位置については被験者を出来るだけ大きく撮影するために上記の位置とした。撮影の際、基準板 4 個と縮尺版 1 個を設置した。

（3）被験者の身体部位マーカー

各被験者には、次の身体各部位²⁾³⁾に 20φ の反射マーカー（ディケイエイチ社製）を付けて撮影を行った。

1. 左右肩峰
2. 左右肩峰の midpoint
3. 左右上前腸骨棘
4. 左右上前腸骨棘の midpoint
5. 左右大転子
6. 大腿骨外側上顆
7. 大腿骨内側上顆
8. 膝蓋骨
9. 腓骨外果
10. 舟状骨
11. 脛骨内果
12. 第一中足趾節関節

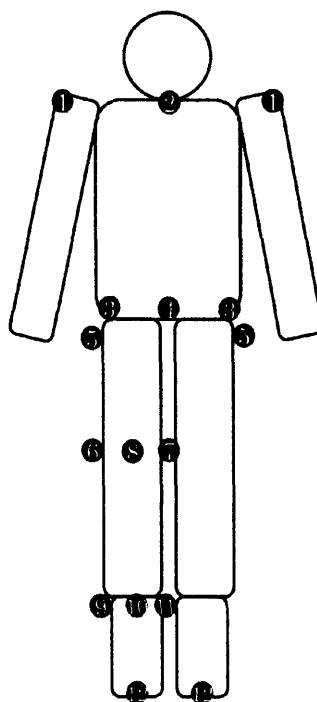


図 10 マーカーを取り付けた身体各部位

第 2 節 被験者および実験課題

（1）被験者

J 大学体操競技部に所属する女子選手で全日本学生体操競技選手権大会に出場した 5 名とした。各被験者には、実験に先立ち書面および口頭による説明を十分に行った後、書面にて本研究に被験者として参加することに同意してもらった。なお、本研究は順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科における倫理委員会により許可（院 24-23 号）を受けた上で実施された。

各被験者のデータは以下の通りである（表 3 参照）。

表 3 被験者データ

	年齢（歳）	身長（cm）	競技歴（年）
被験者 A	21	148	13
被験者 B	21	152.5	9
被験者 C	19	158.6	16
被験者 D	18	155	13
被験者 E	19	154	14
平均	19.6	153.62	13.6

(2) 実験課題

運動課題（前方、側方、後方への下肢振上げ動作および前後開脚ジャンプ）における「股関節外旋を伴わない動作」と「股関節外旋を伴う動作」の 2 種類を各 3 回ずつ、計 24 回それぞれ行わせた。各運動課題は右足を振上げ脚とし、3 試技のうちで最も高く振上げられた 1 試技を採用した。

a) 前方への下肢振上げ動作（股関節外旋を伴わない動作）：被験者はバーを左手で持ち、カメラ 1 の方向を向いて試技を行った。被験者を図 8-1 のスタートポジションに立たせ、3 回行わせた。主な撮影はカメラ 2 を用いて行った。

b) 前方への下肢振上げ動作（股関節外旋を伴う動作）：a)と同様の手順で実施し、被験者を図 8-2 のスタートポジションに立たせ、3 回行わせた。主な撮影はカメラ 2 を用いて行った。

c) 側方への下肢振上げ動作（股関節外旋を伴わない動作）：被験者はバーを左手で持ち、カメラ 1 の方向を向いて試技を行った。被験者を図 8-1 のスタートポジションに立たせ、3 回行わせた。主な撮影はカメラ 1 を用いて行った。

d) 側方への下肢振上げ動作（股関節外旋を伴う動作）：c)と同様に実施し、被験者を図 8-2 のスタートポジションに立たせ、3 回行わせた。主な撮影はカメラ 1 を用いて行った。

e) 後方への下肢振上げ動作（股関節外旋を伴わない動作）：被験者はバーを両手で持ち、カメラ 2 に背を向ける形で試技を行った。被験者を図 8-1 のスタートポジションに立たせ、3 回行わせた。主な撮影はカメラ 1 を用いて行った。

f) 後方への下肢振上げ動作（股関節外旋を伴う動作）：e)と同様に実施し、被験者を図 8-2 のスタートポジションに立たせ、3 回行わせた。主な撮影はカメラ 1 を用いて行った。

g) 前後開脚ジャンプ（股関節外旋を伴わない動作）：被験者は各々の距離で助走を行い、踏み切り位置で前後開脚ジャンプを 3 回行った（図 9 参照）。ジャンプにおいては利き脚があるので、それぞれ利き脚で行わせた（右脚前 2 名／左脚前 3 名）。

h) 前後開脚ジャンプ（股関節外旋を伴う動作）：g)と同様に実施した。

i) 全試技終了後、被験者にインタビュー形式で自己観察報告を行った。

第 3 節 資料と考察方法および計測方法

(1) 資料

VTR で収録した試技はコンピュータに取り込み、3 回のうちで最も高く振上げられた試技を採用し原資料として作成した。原資料は Form Finder(インク社製)を使用して角度の算出を行った。さらに自己観察報告を表 8 にまとめた。

(2) 考察方法

原資料をもとに次の考察視点を設け、各被験者内における試技について比較考察を行った。

1. 前方への股関節外旋を伴わない動作と股関節外旋を伴う動作の下肢振上げ角度について考察した。
2. 側方への股関節外旋を伴わない動作と股関節外旋を伴う動作の下肢振上げ角度について考察した。
3. 後方への股関節外旋を伴わない動作と股関節外旋を伴う動作の下肢振上げ角度について考察した。
4. 前後開脚ジャンプの股関節外旋を伴わない動作と股関節外旋を伴う動作の開脚角度について考察した。
5. 自己観察報告について考察した。

(3) 下肢振上げ角度および開脚角度の算出方法

a) 前方への下肢振上げ角度の算出方法：下肢挙上角度（振上げ脚の大腿骨外側上顆と大転子を結んだ線と、大転子から下ろした垂線とのなす角度）から体幹傾斜差（直立時の大転子と左右肩峰の midpoint を結んだ線と、下肢挙上時の大転子と左右肩峰の midpoint を結んだ

線とのなす角度) を引いた角度を下肢振上げ角度と定義した。

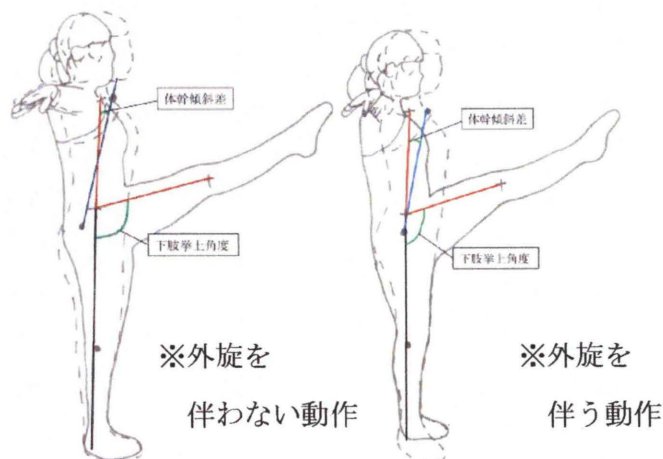


図 11 前方への下肢振上げ動作における下肢振上げ角度の算出方法

また、股関節外旋を伴わない動作において、験者が試技中に「膝蓋骨に取り付けたマーカが床面方向に動いた」と判断した場合、股関節外旋を伴ったとしてやり直しを行わせた。なお、やり直しは最高 2 回までとし、全ての試技で験者が「膝蓋骨に取り付けたマーカが床面方向に動いた」と判断した場合は、画像処理の段階で膝蓋骨に取り付けたマーカが床面方向に動き始める 1 コマ手前で静止画として取り出し、その時点をも最大下肢振上げ角度として算出した。

b) 側方への下肢振上げ角度の算出方法：下肢挙上角度（振上げ脚の大腿骨内側上顆と右上前腸骨棘を結んだ線と、右上前腸骨棘から下ろした垂線とのなす角度）から体幹傾斜差（直立時の右上前腸骨棘と左右肩峰の midpoint を結んだ線と、下肢挙上時の右上前腸骨棘と左右肩峰の midpoint を結んだ線とのなす角度）を引いた角度を下肢振上げ角度と定義した。

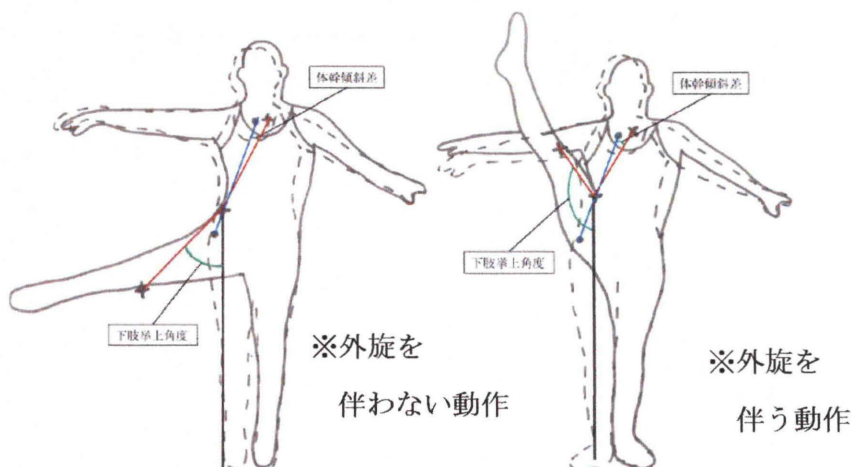


図 12 側方への下肢振上げ動作における下肢振上げ角度の算出方法

また、股関節外旋を伴わない動作において、験者が試技中に「大腿骨外側上顆に取り付けたマーカ―が床面方向と反対方向に動いた」と判断した場合、股関節外旋を伴ったとしてやり直しを行わせた。なお、やり直しは最高2回までとし、全ての試技において験者が「大腿骨外側上顆に取り付けたマーカ―が床面方向と反対方向に動いた」と判断した場合は、大腿骨外側上顆に取り付けたマーカ―が見えなくなる1コマ手前で静止画として取り出し、その時点を最大下肢振り上げ角度として算出した。

c) 後方への下肢振り上げ角度の算出方法：下肢挙上角度（振り上げ脚の大腿骨外側上顆と大転子を結んだ線と、大転子から下ろした垂線とのなす角度）から体幹傾斜差（直立時の大転子と左右肩峰の midpoint を結んだ線と、下肢挙上時の大転子と左右肩峰の midpoint を結んだ線とのなす角度）を引いた角度を下肢振り上げ角度と定義した。また、やり直しに関しては側方への下肢振り上げ動作と同様である。

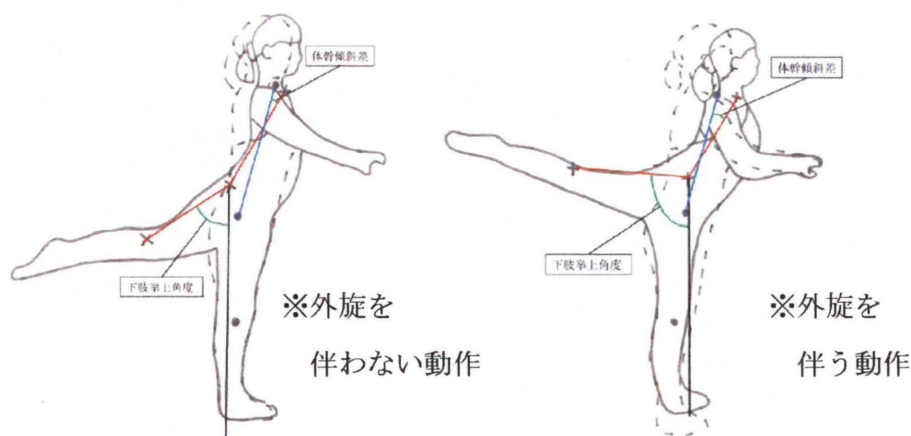
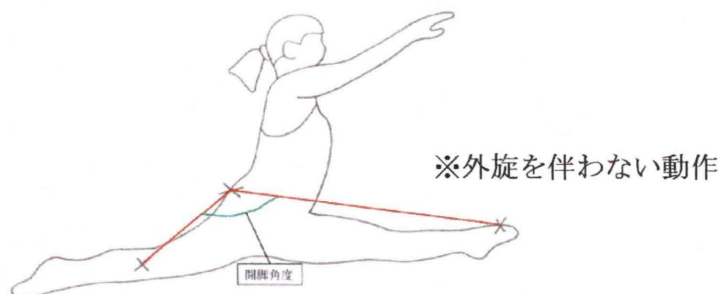


図13 後方への下肢振り上げ動作における下肢振り上げ角度の算出方法

d) 前後開脚ジャンプの算出方法：大転子と後方に振り上げた脚の大腿骨外側上顆を結んだ線と、大転子と前方に振り上げた脚の第一中足趾節関節を結んだ線とのなす角度を開脚角度と定義した。



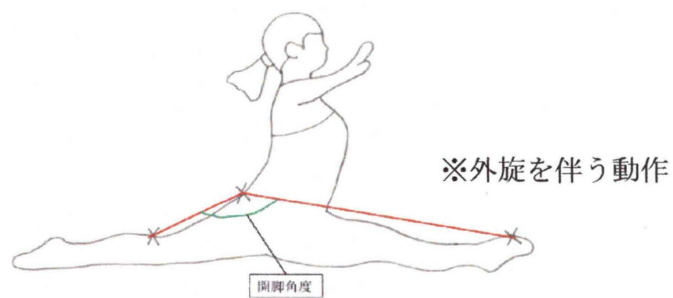


図 14 前後開脚ジャンプにおける開脚角度の算出方法

また、股関節外旋を伴わない動作において、験者が試技中に「後ろ側の脚の大腿骨外側上顆に取り付けたマーカ―が床面方向と反対方向に動いた」と判断した場合、股関節外旋を伴ったとしてやり直しを行わせた。なお、やり直しは最高 2 回までとし、全ての試技において験者が試技中に「後ろ側の脚の大腿骨外側上顆に取り付けたマーカ―が床面方向と反対方向に動いた」と判断した場合は、後ろ側の脚の大腿骨外側上顆に取り付けたマーカ―が床面方向と反対方向に動き始める 1 コマ手前で静止画として取り出し、その時点を最大開脚角度として算出した。

第5章 結果

第1節 前方への下肢振上げ

前方への下肢振上げ動作における股関節外旋を伴わない動作および股関節外旋を伴う動作の最大の下肢振上げ角度は、次のとおりである（図 15-1 から図 15-10 参照）。

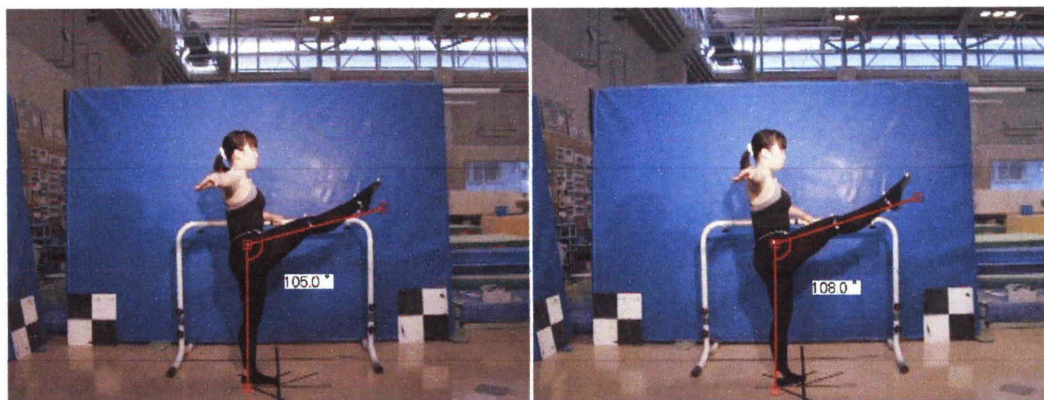


図 15-1 被験者 A：前方（外旋を伴わない） 図 15-2 被験者 A：前方（外旋を伴う）

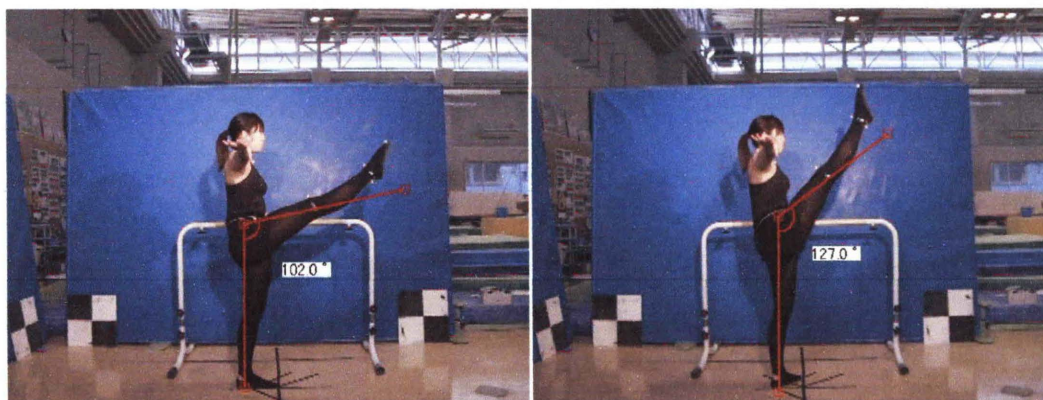


図 15-3 被験者 B：前方（外旋を伴わない） 図 15-4 被験者 B：前方（外旋を伴う）

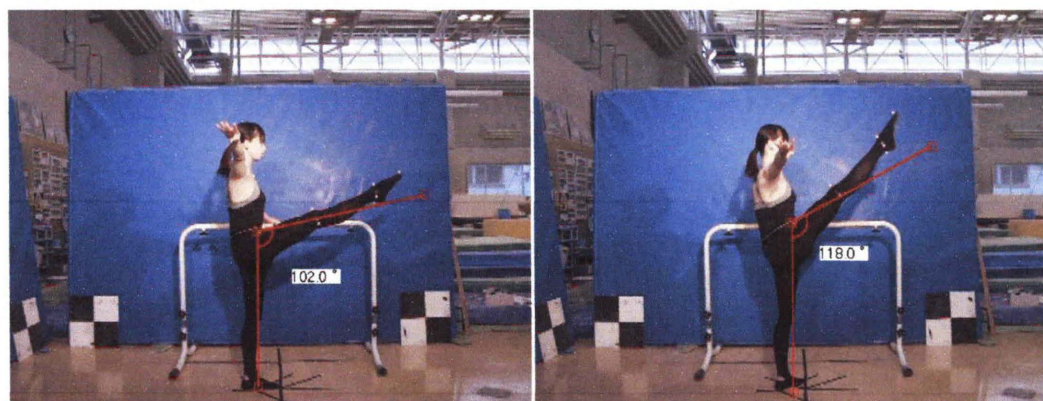


図 15-5 被験者 C：前方（外旋を伴わない） 図 15-6 被験者 C：前方（外旋を伴う）



図 15-7 被験者 D: 前方 (外旋を伴わない)



図 15-8 被験者 D: 前方 (外旋を伴う)



図 15-9 被験者 E: 前方 (外旋を伴わない)



図 15-10 被験者 E: 前方 (外旋を伴う)

表 4 は挙上角度、体幹傾斜差および下肢振上げ角度を示した表である。前方への下肢振上げ動作において股関節外旋を伴わない動作よりも股関節外旋を伴う動作の方が、A・Eを除き下肢振上げ角度がやや大きいことが示された (表 4 参照)。

表 4 前方への下肢振上げ動作における振上げ角度 (°)

前方	股関節外旋を伴わない動作			股関節外旋を伴う動作			
	挙上角度	体幹傾斜差	振上げ角度	挙上角度	体幹傾斜差	振上げ角度	
A	①	105	13	92	105	17	88
	②	105	10	95	108	13	95
	③	105	15	90	105	11	94
B	①	98	7	91	116	3	113
	②	98	10	88	119	7	112
	③	102	2	100	127	13	114
C	①	97	11	86	118	14	104
	②	98	11	87	118	17	101
	③	101	9	92	118	15	103
D	①	81	3	78	110	14	96
	②	82	6	76	120	13	107
	③	80	6	74	96	9	87
E	①	135	3	132	133	3	130
	②	132	5	127	132	3	129
	③	134	4	130	133	6	127

また、股関節外旋を伴わない動作 15 試技と股関節外旋を伴う動作 15 試技で対応のある t 検定を行ったところ、有意な差は認められなかった ($p > 0.05$)。

第2節 側方への下肢振上げ

側方への下肢振上げ動作における股関節外旋を伴わない動作および股関節外旋を伴う動作の最大の下肢振上げ角度は、次のとおりである (図 16-1 から図 16-10 参照)。

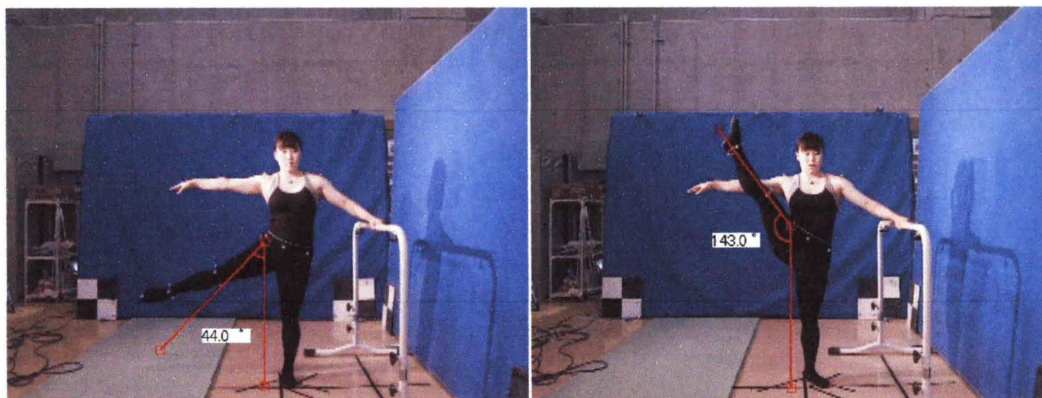


図 16-1 被験者 A: 側方 (外旋を伴わない) 図 16-2 被験者 A: 側方 (外旋を伴う)

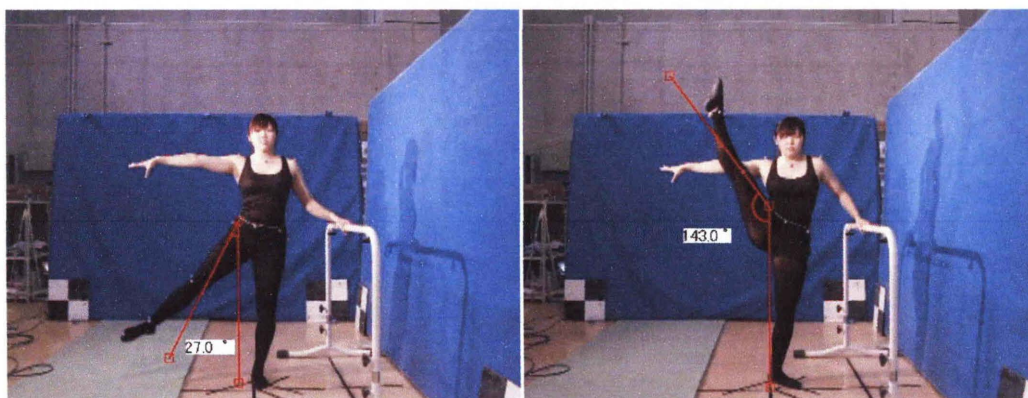


図 16-3 被験者 B: 側方 (外旋を伴わない) 図 16-4 被験者 B: 側方 (外旋を伴う)

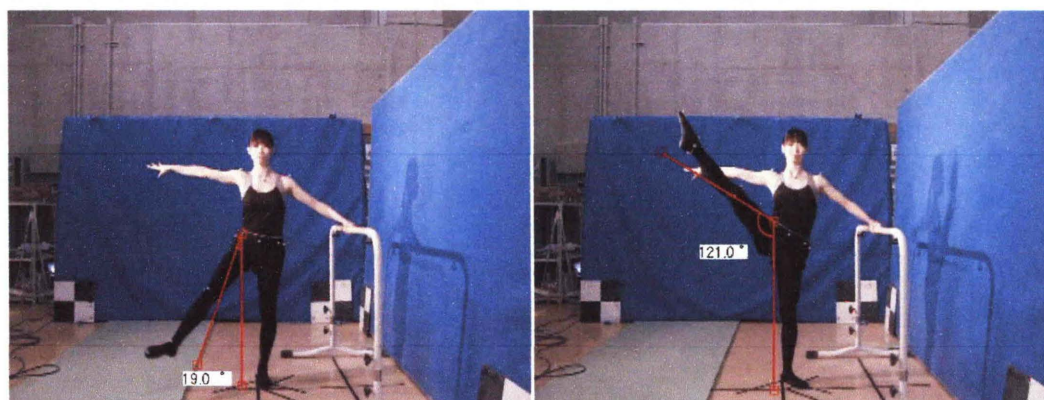


図 16-5 被験者 C: 側方 (外旋を伴わない) 図 16-6 被験者 C: 側方 (外旋を伴う)

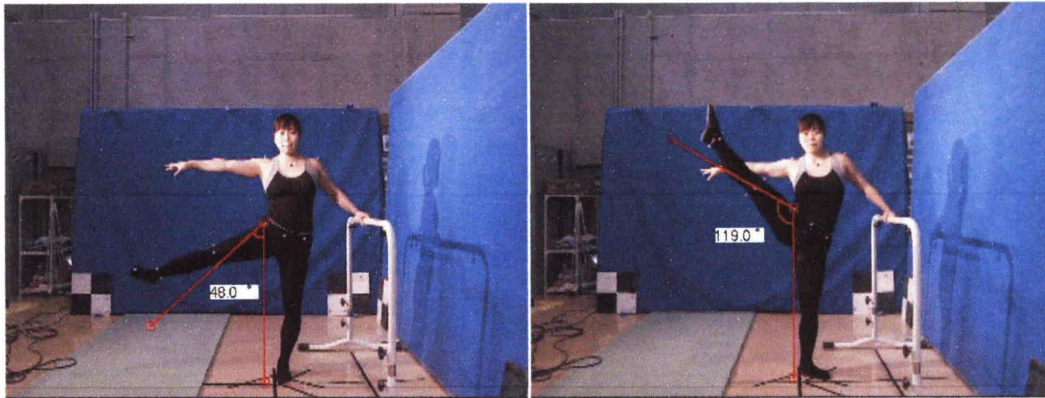


図 16-7 被験者 D : 側方 (外旋を伴わない) 図 16-8 被験者 D : 側方 (外旋を伴う)

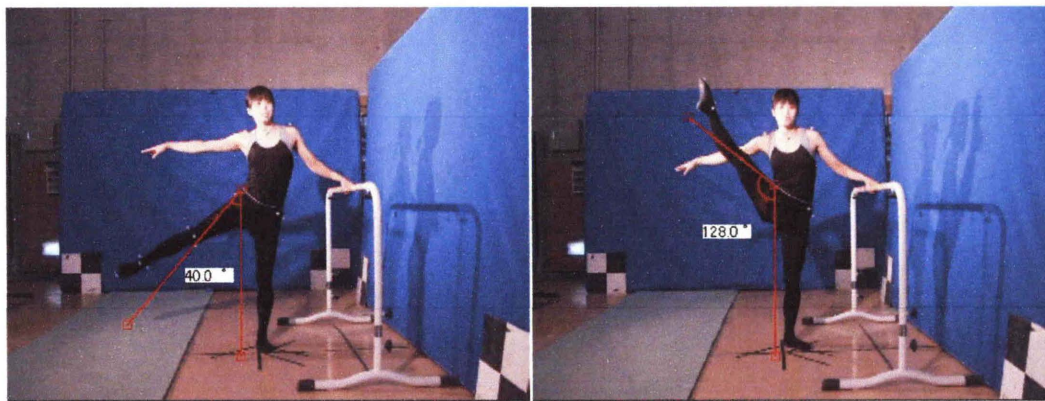


図 16-9 被験者 E : 側方 (外旋を伴わない) 図 16-10 被験者 E : 側方 (外旋を伴う)

また、表 5 は挙上角度、体幹傾斜差および下肢振上げ角度を示した表である。側方への下肢振上げ動作において股関節外旋を伴わない動作よりも股関節外旋を伴う動作の方が、下肢振上げ角度が全被験者ともに明らかに大きいことが示された (表 5 参照)。

表 5 側方への下肢振上げ動作における振上げ角度 (°)

側方		股関節外旋を伴わない動作			股関節外旋を伴う動作		
		挙上角度	体幹傾斜差	振上げ角度	挙上角度	体幹傾斜差	振上げ角度
A	①	44	8	36	140	11	129
	②	30	6	24	139	14	125
	③	26	3	23	143	13	130
B	①	15	2	13	143	6	137
	②	17	0	17	139	12	127
	③	27	1	26	140	10	130
C	①	19	2	17	117	14	103
	②	18	2	16	121	8	113
	③	18	2	16	117	7	110
D	①	48	3	45	117	10	107
	②	31	1	30	117	17	100
	③	50	6	44	119	4	115
E	①	27	0	27	128	1	127
	②	27	2	25	131	5	126
	③	40	6	34	127	5	122

また、股関節外旋を伴わない動作 15 試技と股関節外旋を伴う動作 15 試技で対応のある t 検定を行ったところ、股関節外旋を伴う動作の方が有意に下肢振上げ角度が大きかった。 $(p < 0.05)$

第3節 後方への下肢振上げ

後方への下肢振上げ動作における股関節外旋を伴わない動作および股関節外旋を伴う動作の最大の下肢振上げ角度は、次のとおりである（図 17-1 から図 17-10 参照）。

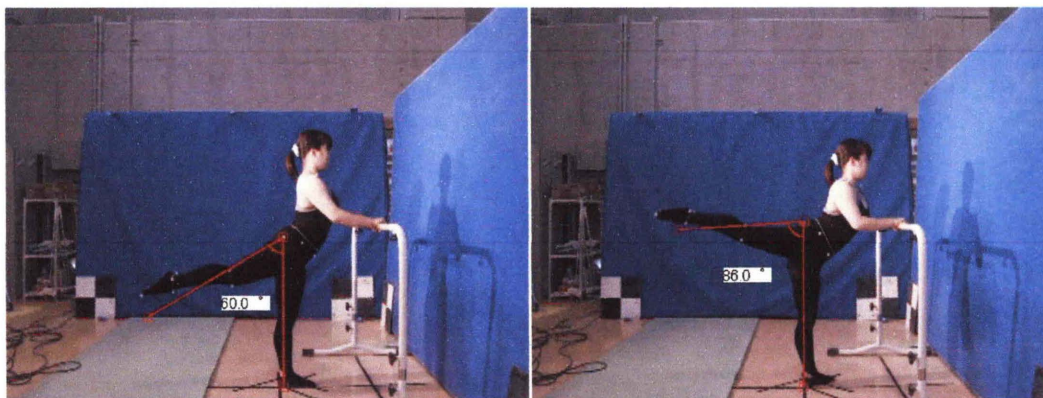


図 17-1 被験者 A：後方（外旋を伴わない） 図 17-2 被験者 A：後方（外旋を伴う）

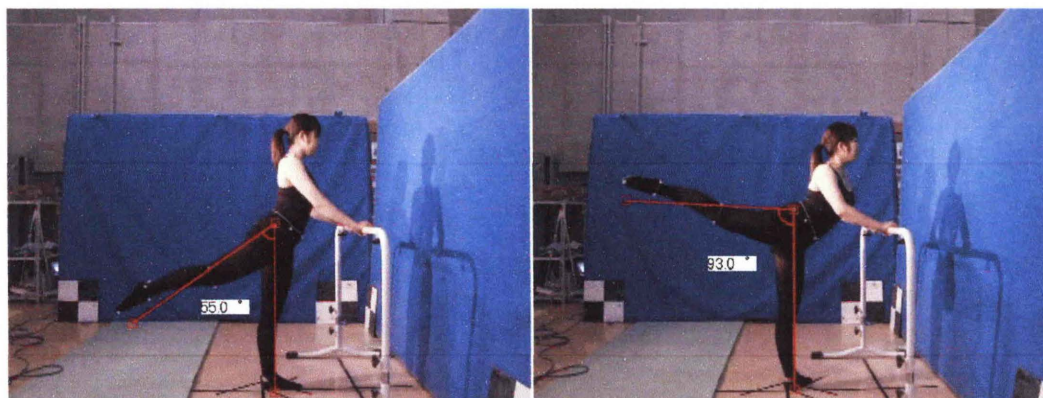


図 17-3 被験者 B：後方（外旋を伴わない） 図 17-4 被験者 B：後方（外旋を伴う）

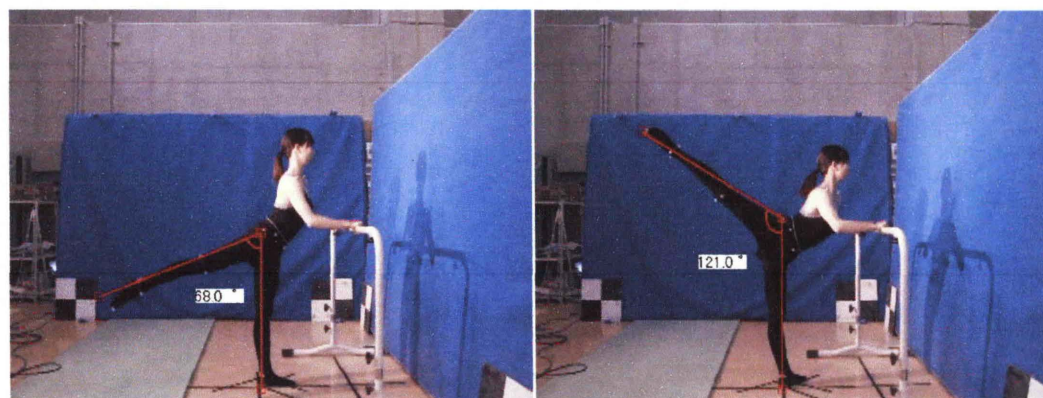


図 17-5 被験者 C：後方（外旋を伴わない） 図 17-6 被験者 C：後方（外旋を伴う）

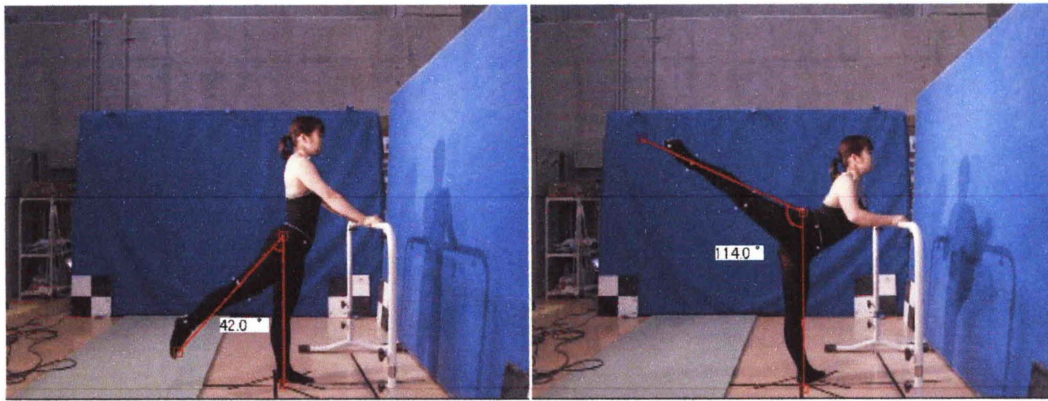


図 17-7 被験者 D：後方（外旋を伴わない） 図 17-8 被験者 D：後方（外旋を伴う）

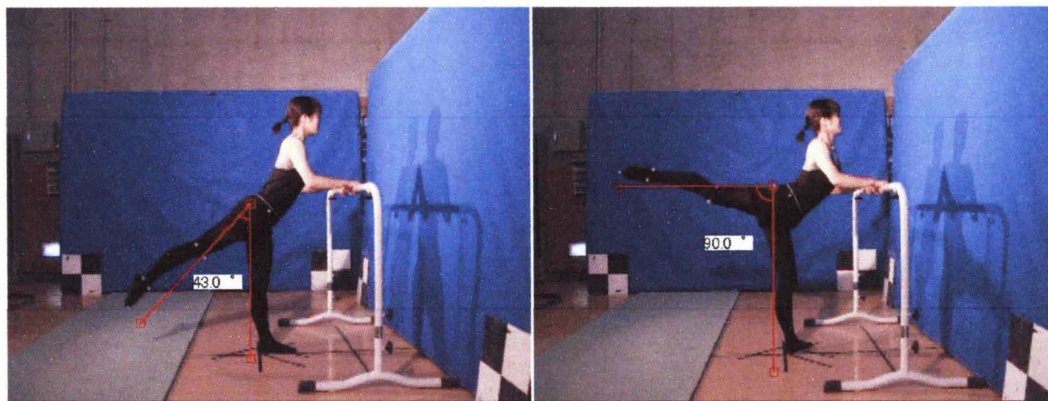


図 17-9 被験者 E：後方（外旋を伴わない） 図 17-10 被験者 E：後方（外旋を伴う）

また、表 6 は挙上角度、体幹傾斜差および下肢上げ角度を表に示したものである。前方への下肢振上げ動作において股関節外旋を伴わない動作よりも股関節外旋を伴う動作の方が、下肢振上げ角度が全被験者ともに明らかに大きいことが示された（表 6 参照）。

表 6 後方への下肢振上げ動作における振上げ角度 (°)

後方		股関節外旋を伴わない動作			股関節外旋を伴う動作		
		挙上角度	体幹傾斜差	振上げ角度	挙上角度	体幹傾斜差	振上げ角度
A	①	60	10	50	96	16	80
	②	54	11	43	92	34	58
	③	49	12	37	92	32	60
B	①	50	3	47	94	27	67
	②	61	11	50	96	30	66
	③	55	4	51	93	23	70
C	①	68	17	51	110	42	68
	②	63	14	49	121	41	80
	③	69	19	50	121	39	82
D	①	38	0	38	113	39	74
	②	42	0	42	115	44	71
	③	42	0	42	114	37	77
E	①	52	33	19	92	34	58
	②	46	25	21	87	30	57
	③	43	20	23	90	30	60

また、股関節外旋を伴わない動作 15 試技と股関節外旋を伴う動作 15 試技で対応のある t 検定を行ったところ、股関節外旋を伴う動作の方が有意に下肢振上げ角度が大きかった ($p < 0.05$)。

第4節 前後開脚ジャンプ

前後開脚ジャンプにおける股関節外旋を伴わない動作および股関節外旋を伴う動作の最大の開脚角度は、次のとおりである (図 18-1 から図 18-10 参照)。

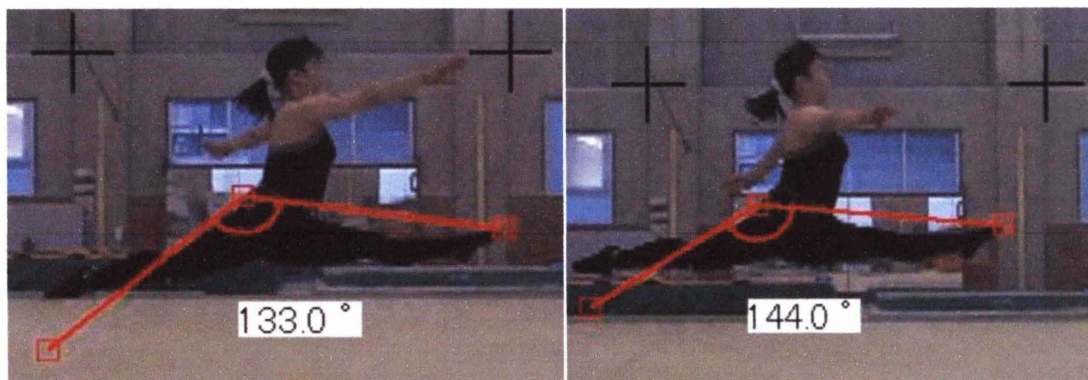


図 18-1 被験者 A: ジャンプ (外旋を伴わない) 図 18-2 被験者 A: ジャンプ (外旋を伴う)

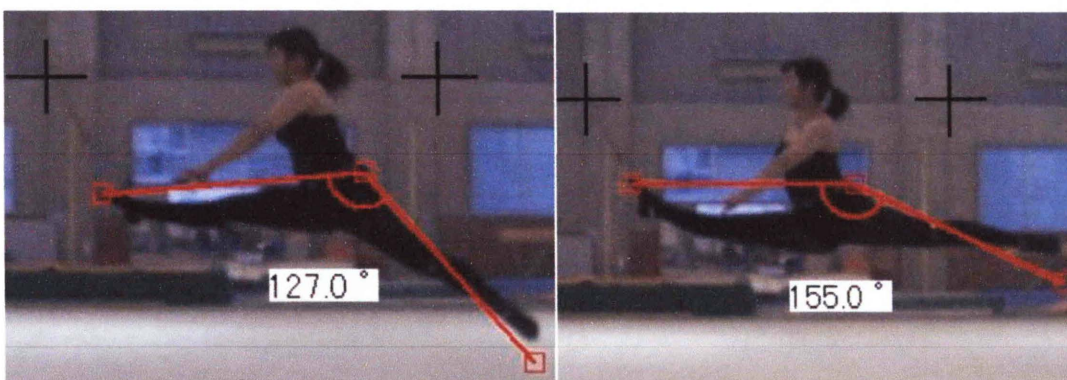


図 18-3 被験者 B: ジャンプ (外旋を伴わない) 図 18-4 被験者 B: ジャンプ (外旋を伴う)

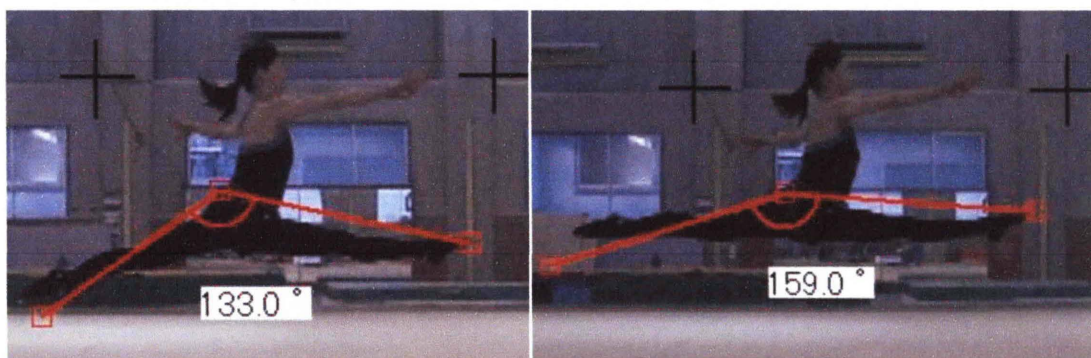


図 18-5 被験者 C: ジャンプ (外旋を伴わない) 図 18-6 被験者 C: ジャンプ (外旋を伴う)

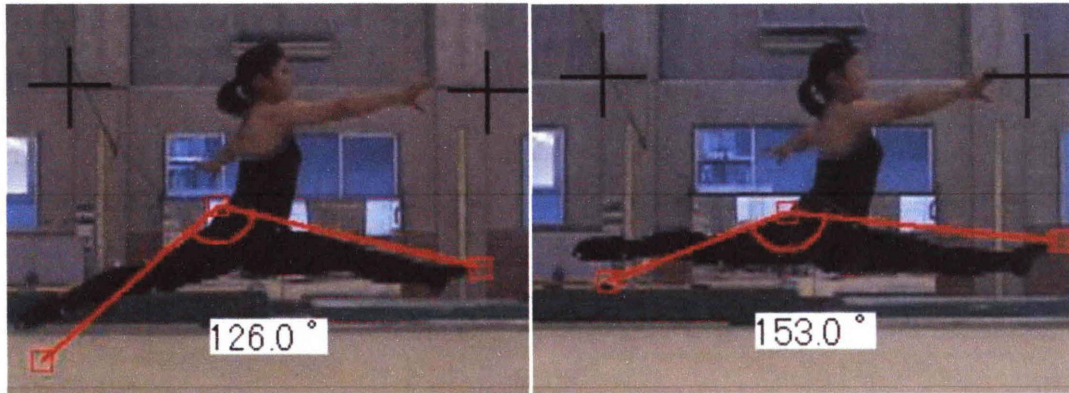


図 18-7 被験者 D: ジャンプ (外旋を伴わない) 図 18-8 被験者 D: ジャンプ (外旋を伴う)

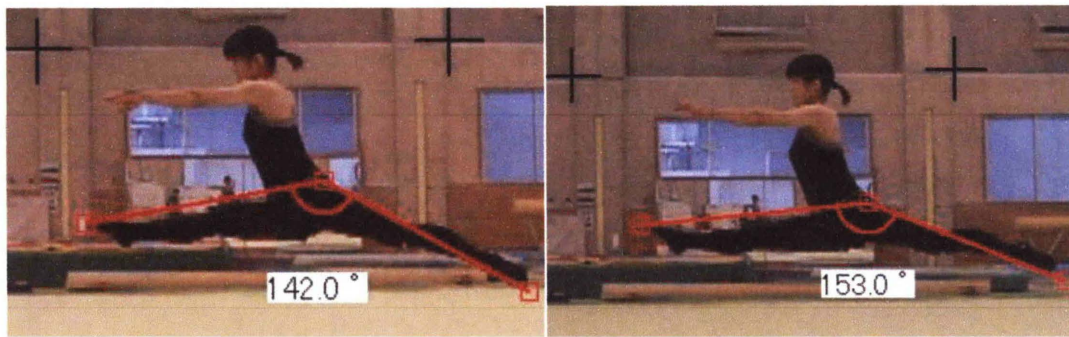


図 18-9 被験者 E: ジャンプ (外旋を伴わない) 図 18-10 被験者 E: ジャンプ (外旋を伴う)

また、表 7 は前後開脚ジャンプにおける開脚角度を表に示した表である。前後開脚ジャンプにおいて股関節外旋を伴わないジャンプよりも股関節外旋を伴うジャンプの方が、開脚角度が全被験者ともに明らかに大きいことが示された (表 7 参照)。

表 7 前後開脚ジャンプにおける開脚角度 (°)

ジャンプ	股関節外旋を伴わない動作		股関節外旋を伴う動作	
		開脚角度		開脚角度
A	①	132		143
	②	133		135
	③	132		144
B	①	111		155
	②	116		154
	③	127		150
C	①	125		159
	②	127		158
	③	133		157
D	①	126		153
	②	125		143
	③	126		145
E	①	139		151
	②	142		153
	③	133		149

また、股関節外旋を伴わないジャンプ 15 試技と股関節外旋を伴うジャンプ 15 試技で

対応のある t 検定を行ったところ、股関節外旋を伴うジャンプの方が有意に開脚角度が大きかった ($p < 0.05$)。

第5節 自己観察報告

下肢の振上げおよび前後開脚ジャンプの自己観察報告は次のとおりである(表8参照)。

表8 下肢の振上げおよび前後開脚ジャンプの自己観察報告

A	全体的に股関節外旋を伴う動作の方が上げやすい。 特に後方への下肢振上げ動作では、股関節外旋を伴う動作が最も上げやすい。 側方への下肢振上げ動作では、股関節外旋を伴う動作は上げにくい。
B	前方および側方への下肢振上げ動作では、股関節外旋を伴う動作が上げやすい。 前後開脚ジャンプでは股関節を伴う動作は上げにくい。
C	前方への下肢振上げ動作では、股関節外旋を伴わない動作が上げやすい。 後方への下肢振上げ動作および前後開脚ジャンプでは、股関節外旋を伴う動作が上げやすい。
D	前方への下肢振上げ動作では、股関節外旋を伴わない動作が上げやすい。 側方、後方への下肢振上げ動作および前後開脚ジャンプでは、股関節外旋を伴う動作が上げやすい。
E	全てにおいて、股関節外旋を伴う動作が上げやすい。

第6章 考察

第1節 前方への下肢振上げ

図 19-1 から図 19-5 は各被験者において、前方への下肢振上げ動作における股関節外旋を伴わない動作および股関節外旋を伴う動作をそれぞれの最大振上げ時を重ねた図である。点線が股関節外旋を伴わない動作、実線が股関節外旋を伴う動作である（図 19-1 から図 19-5 参照）。

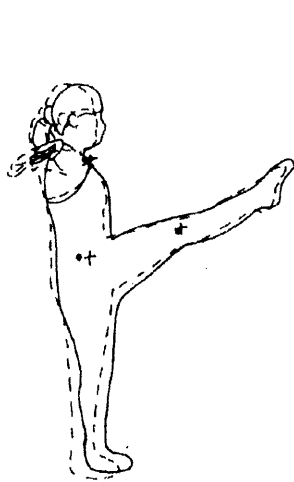


図 19-1 被験者 A

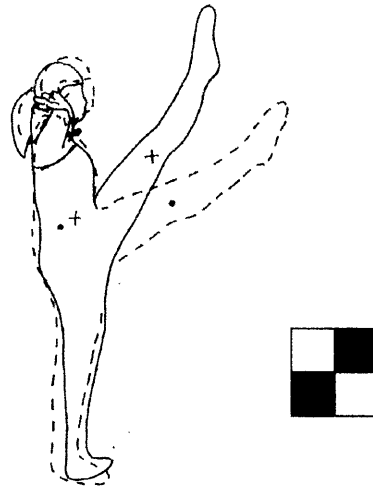


図 19-2 被験者 B

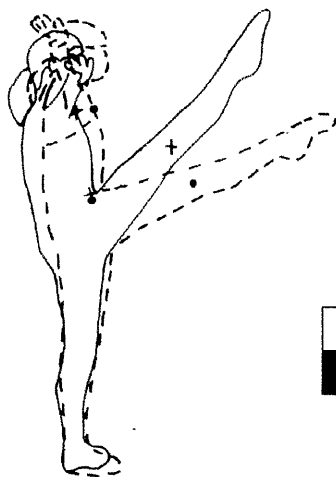


図 19-3 被験者 C

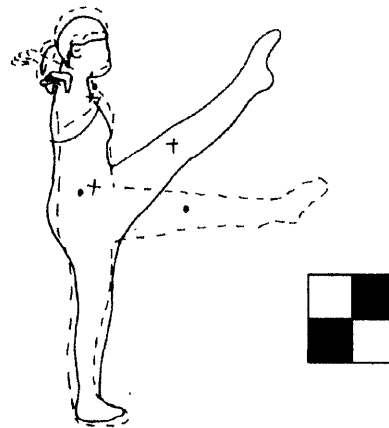


図 19-4 被験者 D

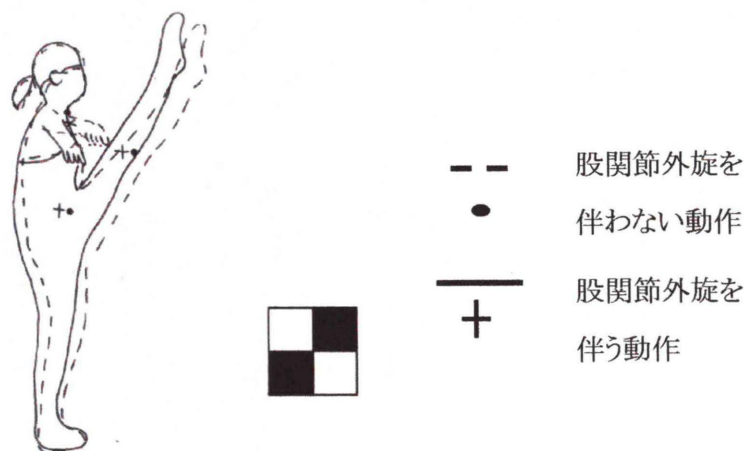


図 19-5 被験者 E

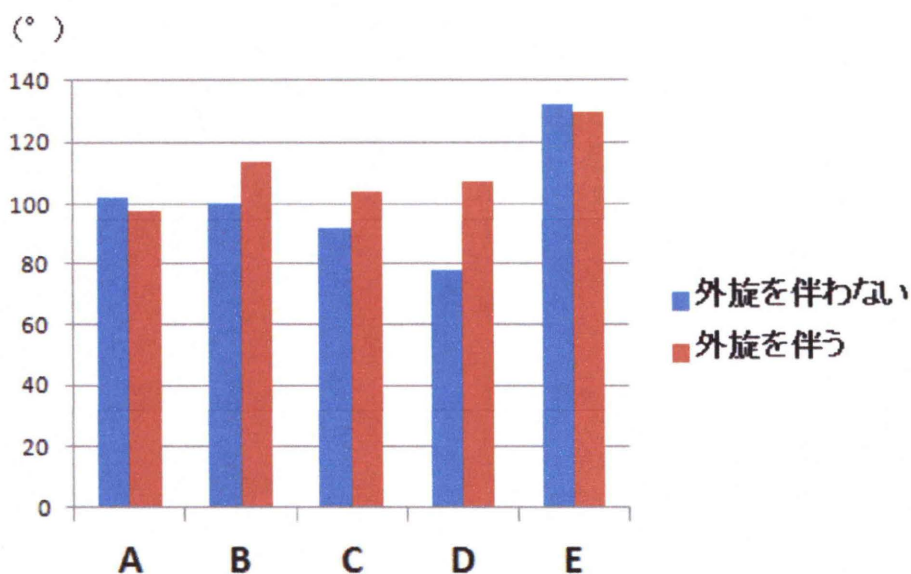


図 20 前方への最大下肢振上げ角度の比較

また、図 20 は前方への最大下肢振上げ角度の比較をグラフにしたものである。前方への下肢振上げ動作において、被験者 A および E を除いた被験者が股関節外旋を伴う動作で高く脚を振り上げることができていたが、全 15 試技を用いて対応のある t 検定を行ったところ、股関節外旋を伴わない動作と股関節外旋を伴う動作の振上げ角度には有意な差が認められなかった。したがって、股関節外旋が前方への下肢振上げ動作に及ぼす影響は極めて小さいと示唆された。

前方への下肢振上げ動作において、被験者間で股関節外旋による影響に差が生じた理由として、股関節の可動域の違いが考えられる。股関節の可動域が小さい被験者にとっては、スタートポジションにおける 100° の股関節外旋の時点で可動域が大きい被験者に比べ

て負担が大きく、そのことが外旋による影響がみられなかった一つの要因である可能性が考えられる。

第2節 側方への下肢振上げ

図 21-1 から図 21-5 は各被験者において、側方への下肢振上げ動作における股関節外旋を伴わない動作および股関節外旋を伴う動作それぞれの最大振上げ時を重ねた図である。点線が股関節外旋を伴わない動作、実線が股関節外旋を伴う動作である（図 21-1 から図 21-5 参照）。

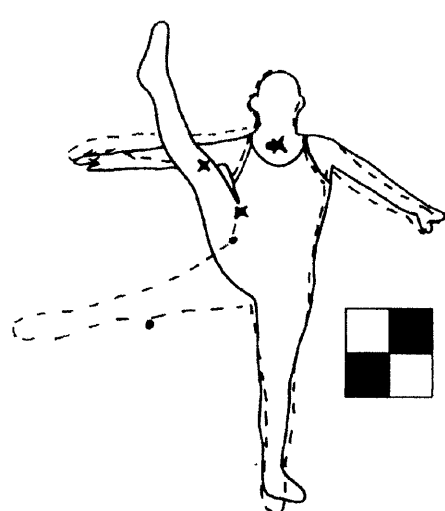


図 21-1 被験者 A

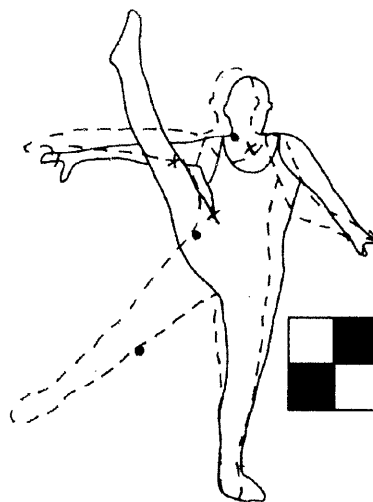


図 21-2 被験者 B

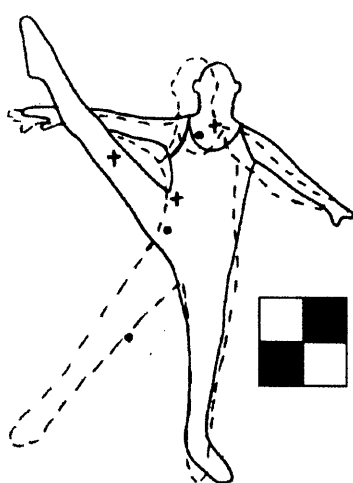


図 21-3 被験者 C

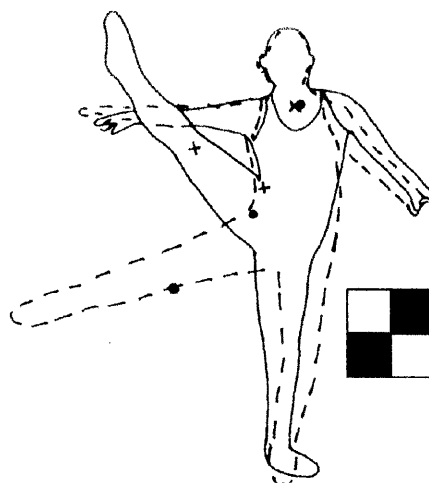


図 21-4 被験者 D

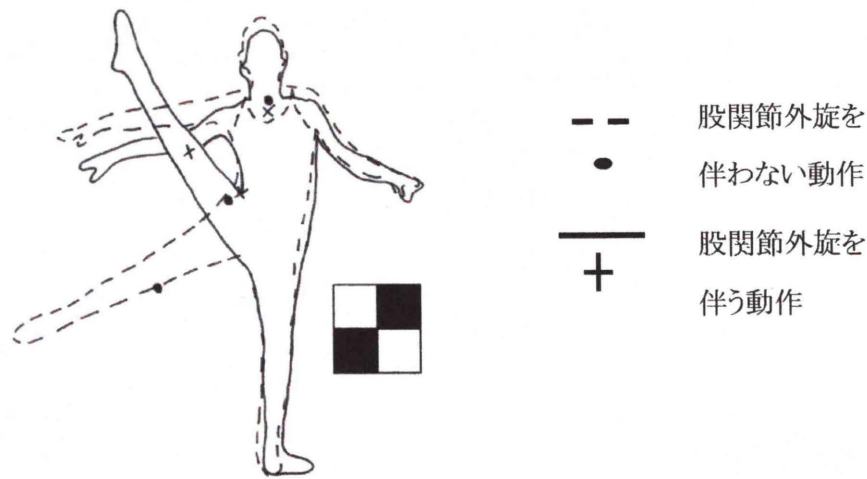


図 21-5 被験者 E

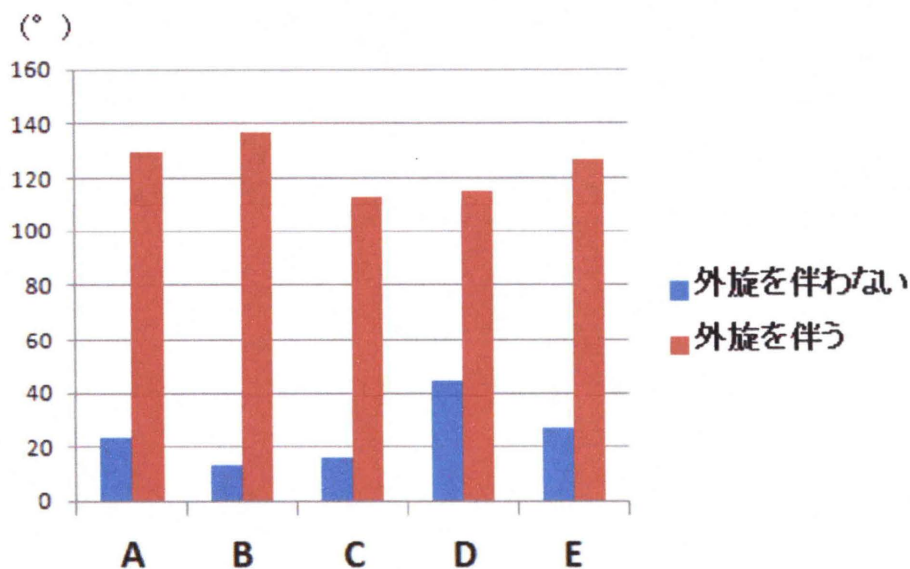


図 22 側方への最大下肢振上げ角度の比較

また、図 22 は側方への最大下肢振上げ角度の比較をグラフにしたものである。前方とは異なり、側方への下肢振上げ動作では、すべての被験者が股関節外旋を伴う動作でより高く脚を振り上げることができていた。最も大きな差がみられたのは被験者 B で 111° 、最も差が小さい被験者 D でも 70° の差がみられた。また、全 15 試技を用いて対応のある t 検定を行ったところ、股関節外旋を伴う動作の方が有意に高く振り上げることができていた ($p < 0.05$)。このことにより股関節外旋が側方への下肢振上げ動作に及ぼす影響は極めて大きいと示唆される。さらに、Kushner ら⁹⁾(1990)によると、側方への下肢振

上げ動作では股関節外旋が下肢を高く上げやすくすることが示されている。本研究はこれを支持する結果となった。

鈴木²¹⁾ (2004) は下肢振上げ動作におけるターンアウト (股関節外旋) の影響を調査した研究で、股関節外旋が側方へ下肢を高く上げやすくすることを支持する結果は得られなかったとしている。しかし、鈴木の研究では、本研究と同様に下肢を自分の行いやすい速度で振り上げる試行に加えて、速度を規定しながらゆっくりと振り上げる試行を調査した。そこでは、ゆっくりと振り上げる試行において股関節外旋の方がより高く脚を振上げることができていたと報告している。これらのことから、股関節外旋を伴う下肢振上げ動作において、「股関節外旋に対する慣れ」の影響が考えられる。本研究では股関節外旋を伴う下肢振上げ動作を行わせる際に、脚のスタートポジションを 100 度に規定し、はじめから股関節が外旋されている状態を作り出した。そうすることで日常的に股関節外旋を意識していない被験者でも股関節外旋を意識しやすく下肢の振上げを行いやすい状態であったと考えられる。同様に、鈴木の研究ではゆっくりと脚を上げさせたため、脚を目で見て股関節外旋を意識しながら下肢を上げることができたと推察される。一方で、ただ股関節外旋を意識しながら脚を振り上げるように指示しただけでは、日常的に股関節外旋を意識していない被験者にとっては難しい課題になっていた可能性があり、振上げ角度が大きくならなかったと考えられる。

Kushner ら⁹⁾ (1990) や Watkins ら²³⁾ (1989) によると、「股関節外旋は解剖学的に脚を外側に上げやすくする。正常なポジションにおいて脚の動きは、骨盤と股関節の間における関節構造に制限される。脚が外側に引かれると、大腿骨頭が寛骨臼縁に当たるので、脚が動かなくなる。しかし、股関節を外旋していたならば大転子が後方に動き、寛骨臼縁には大腿骨頭の平らな側面が当たる」と報告されており、股関節外旋は脚を高く振り上げるのに解剖学的、また技術的に必要なものであると考えられている。本研究においても同様の結果となったことから、柔軟性が要求される体操競技選手においても側方へ脚を振り上げる際の股関節外旋は当然必要な技術であると推察される。

第3節 後方への下肢振上げ

図 23-1 から図 23-5 は各被験者において、後方への下肢振上げ動作における股関節外旋を伴わない動作および股関節外旋を伴う動作それぞれの最大振上げ時を重ねた図である。点線が股関節外旋を伴わない動作、実線が股関節外旋を伴う動作である (図 23-1 から図 23-5 参照)。

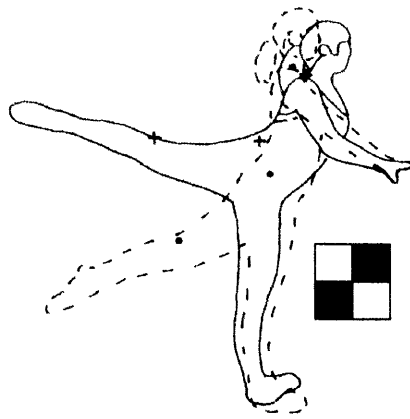


図 23-1 被験者 A

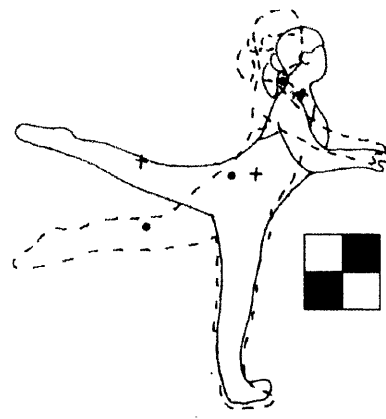


図 23-2 被験者 B

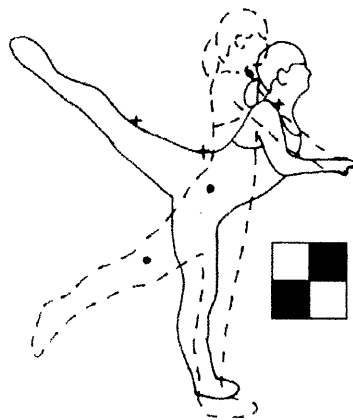


図 23-3 被験者 C

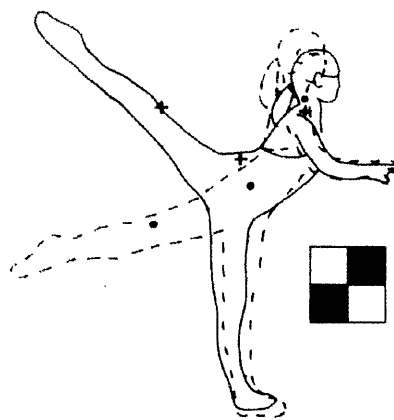


図 23-4 被験者 D

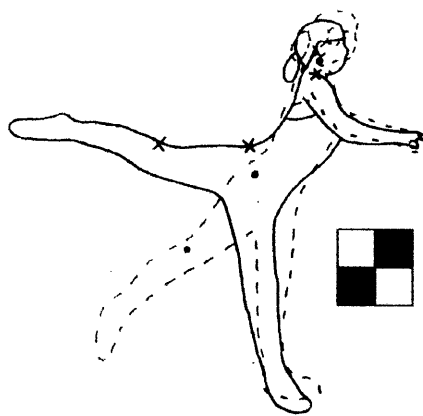


図 23-5 被験者 E

- - 股関節外旋を
 伴わない動作
 ● 股関節外旋を
 伴う動作

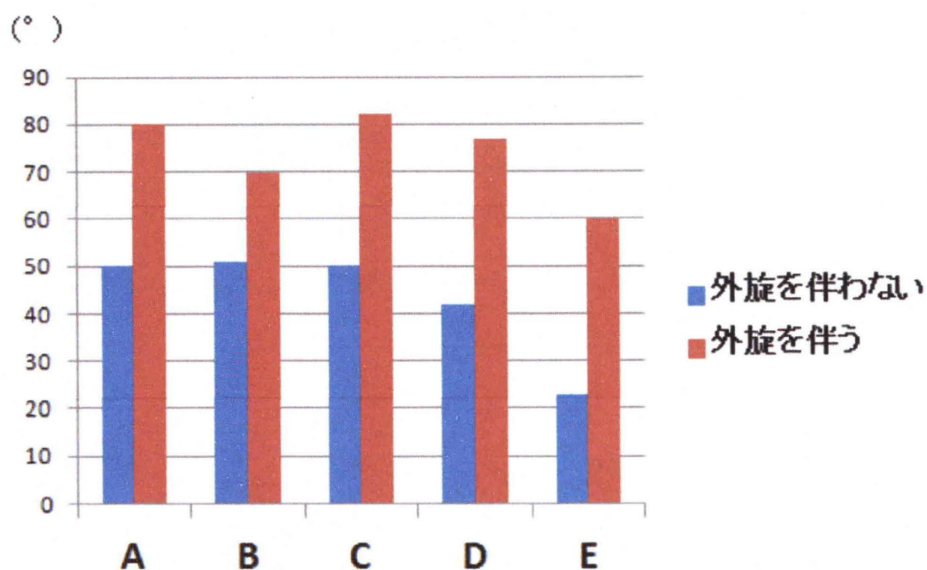


図24 後方への最大下肢振上げ角度の比較

また、図 24 は後方への最大下肢振上げ角度の比較をグラフにしたものである。側方と同様に後方への下肢振上げ動作においても、股関節外旋を伴う動作でより高く脚を振り上げることができていた。最も大きな差がみられたのは被験者 E で 37° 、差が最も小さい被験者 B でさえ 19° の差がみられた。また、全 15 試技を用いて対応のある t 検定を行ったところ、股関節外旋を伴う動作の方が有意に高く振り上げることができていた ($p < 0.05$)。このことから股関節外旋が後方への下肢振上げ動作に及ぼす影響は極めて大きいと示唆される。

側方への下肢振上げ動作で述べたように、鈴木²¹⁾の研究では被験者に股関節外旋を意識させただけであったため、有意な差が認められなかった可能性が考えられ、「股関節外旋に対する慣れ」の影響が伺える。一方、本研究では被験者に股関節外旋を意識させるとともに、動作開始前の脚のスタートポジションを 100 度に規定し、はじめから股関節が外旋されている状態を作り出した。そうすることで日常的に股関節外旋を意識していない被験者でも股関節外旋を意識しやすく下肢の振上げを行いやすい状態であったと考えられる。さらに、鈴木の研究では「高く上げることを意識した試行」において、股関節が僅かでも外旋していたかどうかを考慮していない。つまり、「高く上げることを意識した試行」で股関節外旋が無意識的に発生し、それが高い下肢振上げ角度の一要因になっていた可能性が考えられる。それに対し本研究では股関節外旋を伴わない動作と股関節外旋を伴う動作をより明確に区別した結果、股関節外旋を伴う動作で有意に下肢振上げ角度が高いことが示され、その結果は信頼性が高いと考えられる。

第4節 前後開脚ジャンプ

図 25-1 から図 25-5 は各被験者において、前後開脚ジャンプにおける股関節外旋を伴わない動作および股関節外旋を伴う動作それぞれの最大開脚時を重ねた図である。点線が股関節外旋を伴わない動作、実線が股関節外旋を伴う動作である(図 25-1 から図 25-5 参照)。

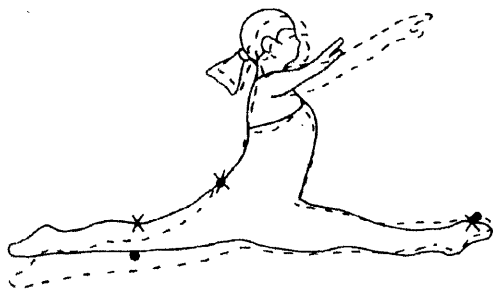


図 25-1 被験者 A

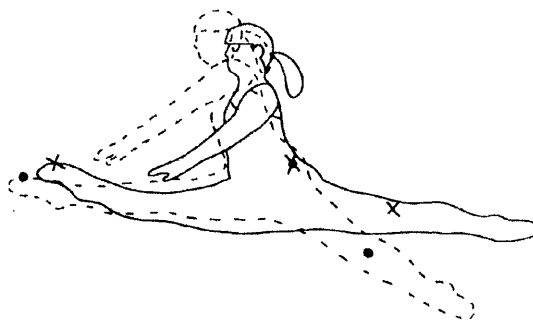


図 25-2 被験者 B

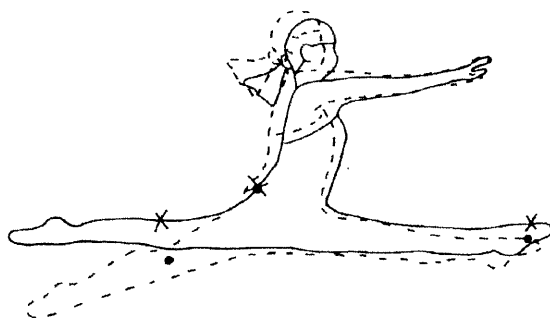


図 25-3 被験者 C

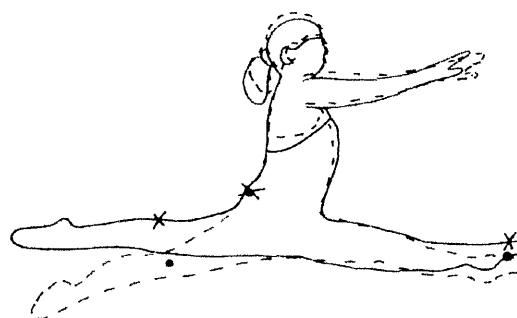


図 25-4 被験者 D

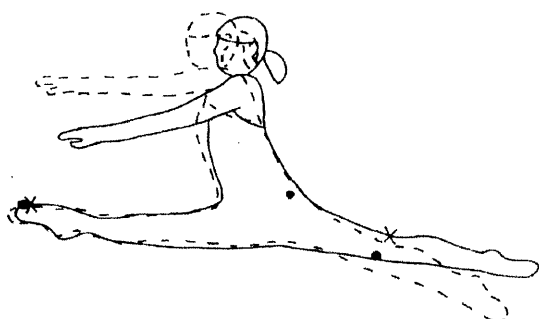


図 25-5 被験者 E

- 股関節外旋を伴わない動作
- 股関節外旋を伴う動作
- + 股関節外旋を伴う動作

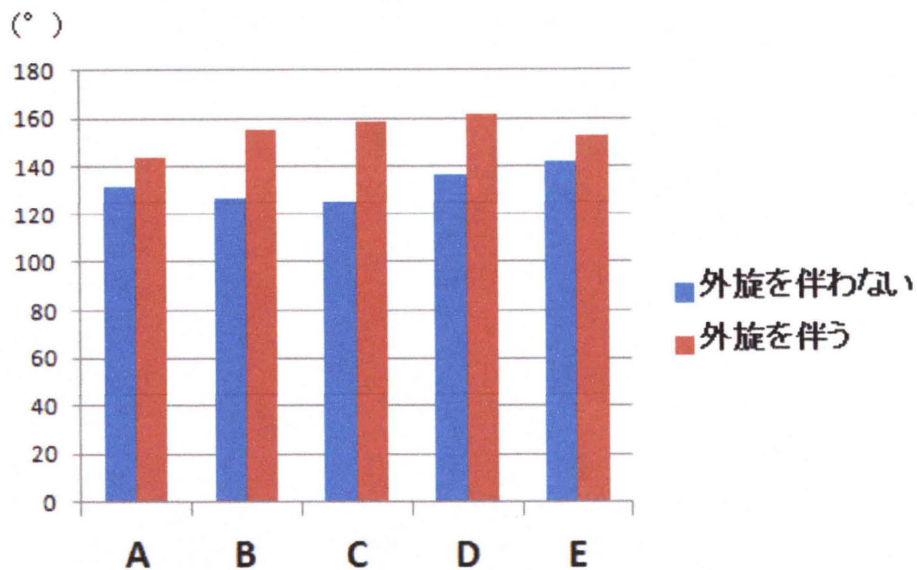


図26 前後開脚ジャンプの最大開脚角度の比較

後方と同様に前後開脚ジャンプにおいても、股関節外旋を伴う動作でより開脚角度が大きかった。また、全 15 試技を用いて対応のある t 検定を行ったところ、股関節外旋を伴う動作において有意に開脚角度が大きかった ($p < 0.05$)。

前後開脚ジャンプにおける特徴的な結果は、後ろ側の脚の高さが異なっている点である。前側の脚の高さは股関節外旋を伴わない動作と股関節外旋を伴う動作でほとんど違いがないが、後ろ側の脚の高さは大きく違いが見てとれる。このことから、前後開脚ジャンプの開脚度には後ろ側の脚が大きく影響を与えている可能性がある。さらに、本研究では前方への下肢振上げ動作において、股関節外旋を伴わない動作と股関節外旋を伴う動作の下肢振上げ角度には有意な差が認められなかったが、後方への下肢振上げ動作では両者に有意な差が認められた。つまり、股関節外旋は後方への振上げ動作に対して効果があり、前後開脚ジャンプにおいて必要な技術であると考えられる。このことから股関節外旋が前後開脚ジャンプに及ぼす影響は極めて大きいと示唆される。

日本体操協会は女子体操競技における強化指針として「ジャンプの高さと 180 度以上の開脚度が求められる」と報告しており、女子体操競技選手の開脚度不足を問題視している。羽田⁵⁾も「ジャンプ時に前脚は水平位置まで上がるもののすぐに下がり、後脚は水平位置まで上がらないため、空中で 180° の開脚姿勢がみられず、前後開脚ジャンプとして承認されないか、減点されることが多い。」と述べていたことから本研究で得られた結果は、体操競技において前後開脚ジャンプの開脚度不足を改善することに貢献する結果となり、

開脚度を大きくするためには股関節外旋の技術を習得することが重要であると考えられる。しかし、前述したように「股関節外旋に対する慣れ」の影響が考えられるため、今後は長期的な股関節外旋のトレーニングを行い、トレーニング前後で振上げ角度や開脚角度を比較することが必要であると考えられる。

第5節 自己観察報告

自己観察報告をみると、本研究では被験者によって股関節外旋を伴う動作を難しく感じるかどうかは異なり、さらにどの方向への下肢振上げ動作が難しく感じるかも異なっていた。このことから、股関節外旋は慣れの影響や被験者の特性によって違った影響を与えると考えられる。

前方への下肢振上げ動作において、被験者 A、B および E は股関節外旋を伴う動作の方が上げやすいと報告している。しかし、最大振上げ角度をみてみると、被験者 A および E は股関節外旋を伴う動作の方が振り上げ角度が小さくなっている。一方で、股関節外旋を伴わない動作が上げやすいと報告した被験者 C および D は、股関節外旋を伴う動作の方が振上げ角度が大きくなっている。これらのことから、上げやすいと思っても実際は上がっていなかったり、上げにくいと思っても実際は上がっていたりするなど、前方への下肢振上げ動作において股関節外旋は体操競技選手にとって慣れの必要な技術であり、その影響は今後も検討すべき事項であると推察される。

側方への下肢振上げ動作において、被験者 A のみ股関節外旋を伴う動作で上げにくいと報告している。しかし、被験者 A の振上げ角度をみてみると、股関節外旋を伴う動作で明らかに大きい振上げ角度を示している。他の被験者においても側方への下肢振上げ動作では、股関節外旋を伴う動作で明らかに大きい振上げ角度を示していることから、側方への下肢振上げ動作は股関節外旋の影響を受けやすいことが分かる。前方と同様に、股関節外旋は体操競技選手にとって慣れの必要な技術であるため、上げにくいと感じる選手も出てきたのではないかと考えられる。

後方への下肢振上げ動作において、全ての被験者が股関節外旋を伴う動作で上げやすいと報告している。このことは股関節外旋が後方への下肢振上げ動作に大きく影響していることを示唆している。後方への下肢振上げ動作は体幹の前傾なども大きく影響しており、そこには脊柱や背筋などの筋の硬さも関係していると考えられる。したがって、股関節外旋が後方への下肢振上げ動作に及ぼす更なる影響については今後検討すべき内容である。

前後開脚ジャンプにおいて、被験者 B のみ股関節外旋を伴う動作で上げにくいと報告

している。しかし、開脚角度をみてみると、股関節外旋を伴う動作において全ての被験者で有意に開脚角度が大きいと示されている。前後開脚ジャンプは単純な下肢振上げ動作よりも複雑で、様々な要素が組み合わさっており、そこで非日常の技術を用いることは困難であったが、股関節外旋の影響は大きいと推察された。

第7章 結論

本研究により、股関節外旋が下肢振り上げ動作に及ぼす影響において、以下のことが示唆された。

1. 側方および後方への下肢振り上げ動作において、股関節外旋を伴わない動作よりも股関節外旋を伴う動作の方がより高く脚を振り上げることができた。
2. 前後開脚ジャンプにおいて、股関節外旋を伴わない動作よりも股関節外旋を伴う動作の方がより大きい開脚角度を示した。
3. 前後開脚ジャンプにおいて、股関節外旋は後ろ側の脚の振上げに影響を与え、体操競技において180度以上の開脚度を得るためには必要な技術であると考えられる。

第8章 要約

2009年のルール改正に伴い、8個の技で構成される演技のうちダンス系の技を、必ず3つ以上入れなければならないと変更された。そのため、難度点により構成されるDスコアを上げるためには、より確実にダンス系の難度をとる必要があると考えられる。

世界的に見ても日本女子選手はダンス系の技や芸術性が低いとされており、2012年強化指針では「ジャンプの高さと180度以上の開脚度が求められD難度以上のダンス系が必要である。羊とびや交差輪とび、交差ジャンプ1/2ひねりなどの不正確な実施が多く見られるので正確に実施することが要求される。2回ターンやターンとアクロバットの連続など個性的で変化のある構成が要求される。」とある。不正確な実施とは、「不完全な運動」「ゆるんだ、または不正確な足、脚、身体、胴体の姿勢をとる」「開脚度不足」などが挙げられ、それぞれ開脚度不足や腰、膝の曲がった角度に応じて0.1～0.3の減点がなされる。このことから、ジャンプやターンの正確な実施が求められており、完成度の高いダンス系の強化が欠かせないといえる。

股関節を外旋することによって脚を高くあげることができ、また股関節外旋度の増加に伴い、外転角度も増加すると先行研究で報告されている。また、股関節外旋は解剖学的、技術的に芸術性が要求される競技には必要なものであると考えられている。これらのことは、クラシックバレエや新体操などのダンス系の動作を含む種目において股関節外旋がパフォーマンスを向上させることを示している。

そこで本研究では、股関節外旋が下肢の振上げ動作に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。股関節外旋が下肢の振上げ動作に及ぼす影響を明らかにすることができれば、開脚度不足や不正確な実施の減少、また雄大で美しい完成度の高い演技に貢献できるものとする。

女子体操選手5名を被験者とし、前方、側方および後方への下肢振上げ動作と前後開脚ジャンプをそれぞれ3回×2種類（「股関節外旋を伴う動作」と「股関節外旋を伴わない動作」）の計24回実施した。下肢振上げ角度および開脚角度を算出し、股関節外旋を伴わない動作と股関節外旋を伴う動作で比較した。

本研究により、次のことが示唆された。

1. 側方および後方への下肢振上げ動作において、股関節外旋を伴わない動作よりも股関節外旋を伴う動作の方がより高く脚を振り上げることができた。
2. 前後開脚ジャンプにおいて、股関節外旋を伴わない動作よりも股関節外旋を伴う動作

の方がより大きい開脚角度を示した。

3. 前後開脚ジャンプにおいて、股関節外旋は後ろ側の脚の振上げに影響を与え、体操競技において180度以上の開脚度を得るためには必要な技術であると考えられる。

文献表

- 1) B・B カレンベルク著, 加藤澤男監修, 小野耕三訳(1978) ソ連体操トレーニング・シリーズ4平均台, 第1版, 東京, ベースボールマガジン社, 2-8
- 2) 福林徹監修(2010) 動きでわかる解剖と機能. 第9版, 神奈川, 医道の日本社, 106, 137-140
- 3) 原島広至,河合良訓監修(2004) 骨単(ホネタン) , 第1版, 東京, エヌ・ディー・エス:, 62-63,80-81,84-85,88-89,92-93,96-97
- 4) Hardaker,W.T.,L.Erickson,and M..Myers,(1984),The pathogenesis of dance injury. In The dancer as athlete,ed. C.G.Shell,12-13. Champaign,IL : Human Kinetics. Joseph E.Donnely,
- 5) 羽田真弓 (2011) 体操競技におけるダンス系技のコーチング—ジャンプ、ターンに着目した事例研究—, 早稲田大学大学院スポーツ科学研究科 修士論文
- 6) 金子明友(2005) 身体知の形成(上),第1版,東京, 明和出版, 242-250,
- 7) 金子明友(1974) 体操競技のコーチング. 第1版, 東京, 大修館書 5-28,163-166,309-317, 349-360,420-423
- 8) 金子明友(2002) わざの伝承. 第1版, 東京, 明和出版, 430-439
- 9) Kushner S, Saboe L, Reid D, Penrose T, Grace M(1990) Relationship of turnout to hip abduction in professional ballet dancers、 The American Journal of Sports Medicine vol.18 no.3 286-291
- 10) Lincoln Kirstein, Muriel Stuart, Carlus Dyer(1952) The Classic Ballet, Basic Technique and Terminology. 松本亮, 森乾訳(1967) クラシック・バレエ 基礎技法と用語, 音楽之友社 26-29,32-33,44
- 11) Meinel, K. 著, 金子明友訳(1981)マイネル・スポーツ運動学. 第1版, 東京, 大修館書店,122-127,
- 12) Meinel. k 著, 金子明友訳(1998) 動きの感性学. 第1版, 東京, 大修館書店 55-67,
- 13) マイケルJ.オルター (2010) 柔軟性の科学. 第1版, 東京, 大修館書店
- 14) 水村真由美(2010) ダンサーなら知っておきたい「からだ」のこと. 第3版, 大修館書店, 58
- 15) 丹羽涼子,小西裕之,清水紀人,大島義晴,畑山裕子 (2005) 脚開角度と柔軟性との関係について:片足踏み切り前後開脚ジャンプの場合. 仙台大学紀要, 36 (2), 32-39

- 16) 日本体操協会(2006) 採点規則体操競技女子 2006 年版. 審判委員会女子審判部, 7, 37-43
- 17) 日本体操協会(2009) 採点規則体操競技女子 2009 年版. 審判委員会女子体操競技審判部, 11-16,18-20,27-28,30-31,
- 18) 日本体操協会 (2012) 女子体操競技情報 18 号, 3-7
- 19) セリア・スパージャー(1990) やさしいダンスの解剖学, 第 5 版, 東京, 大修館書店, 27-35
- 20) Stone, W. J, and W. A. Kroll. (1991) Sports conditioning and weight training : Programs for athletic competition. 3rd ed. Dubuque, Iowa : Wm. C. Brown.
- 21) 鈴木早紀子 (2004) 股関節可動域と下肢挙上動作との関係, お茶の水女子大学卒業論文
- 22) T.S.ソシツカヤ, V.E.ザグラダ著, 加藤澤男監修, 小野耕三訳(1980) ソ連体操トレーニング・シリーズ 8 女子床運動, 第 1 版, 東京, ベースボールマガジン社, 2-7
- 23) Watkins, A., A.P Woodhull-McNeal, P.M. Clarkson, and C. Ebbeling. (1989) Lower extremity alignment and injury in young, preprofessional, college, and professional ballet dancers. Medical Problems of Performing Artists,4(4).148-153.

Effect of External Rotation of the Hip on the Leg Swing-Up Motion in Artistic Gymnastics

Yukiko MASSAKI

Abstract

The rules of artistic gymnastics were revised in 2009 that more than 3 skills of Dance elements must be included in the routine which is composed of 8 skills. Therefore, it is necessary to surely obtain the difficulty score of the Dance elements to increase the D score which is based on the difficulty of the elements.

Japanese female gymnasts are said to be weak in Dance skills and have lower artistry compared to the international level. The Japanese reinforcement guideline of 2012 says "Height of jumps, degree of split legs more than 180 degrees and Dance elements exceeding the D difficulty are necessary. It is required to perform jumps and leaps accurately since there are many inaccurate executions of them including sheep jumps, switch ring jumps and switch jumps with 1/2 turn. Unique and varied compositions such as double turns on one leg or a sequence of turns and acrobats are required". Inaccurate executions include "incomplete motion", "loose or inaccurate position of feet, legs, body or trunk" and "insufficient degree of split legs". Points of 0.1 to 0.3 will be deducted from the total score according to the insufficiency of split legs or the degree of bent knees or back. This also suggests that accurate executions of jumps and turns are required and it is essential to strengthen the Dance elements.

External rotation of the hip is considered necessary anatomically and technically in competitive sports that require artistry. It has been reported in preceding studies that external rotation of the hip enables athletes to lift legs higher and also that the abduction degree increases as the external rotation degree of the hip increases. This suggests that external rotation of the hip improves the performance in events that include Dance movements such as classic ballet and rhythmic gymnastics.

This paper aims to clarify the effect of external rotation of the hip on the leg swing-up motion. It is considered that if the effect of external rotation of the hip on the

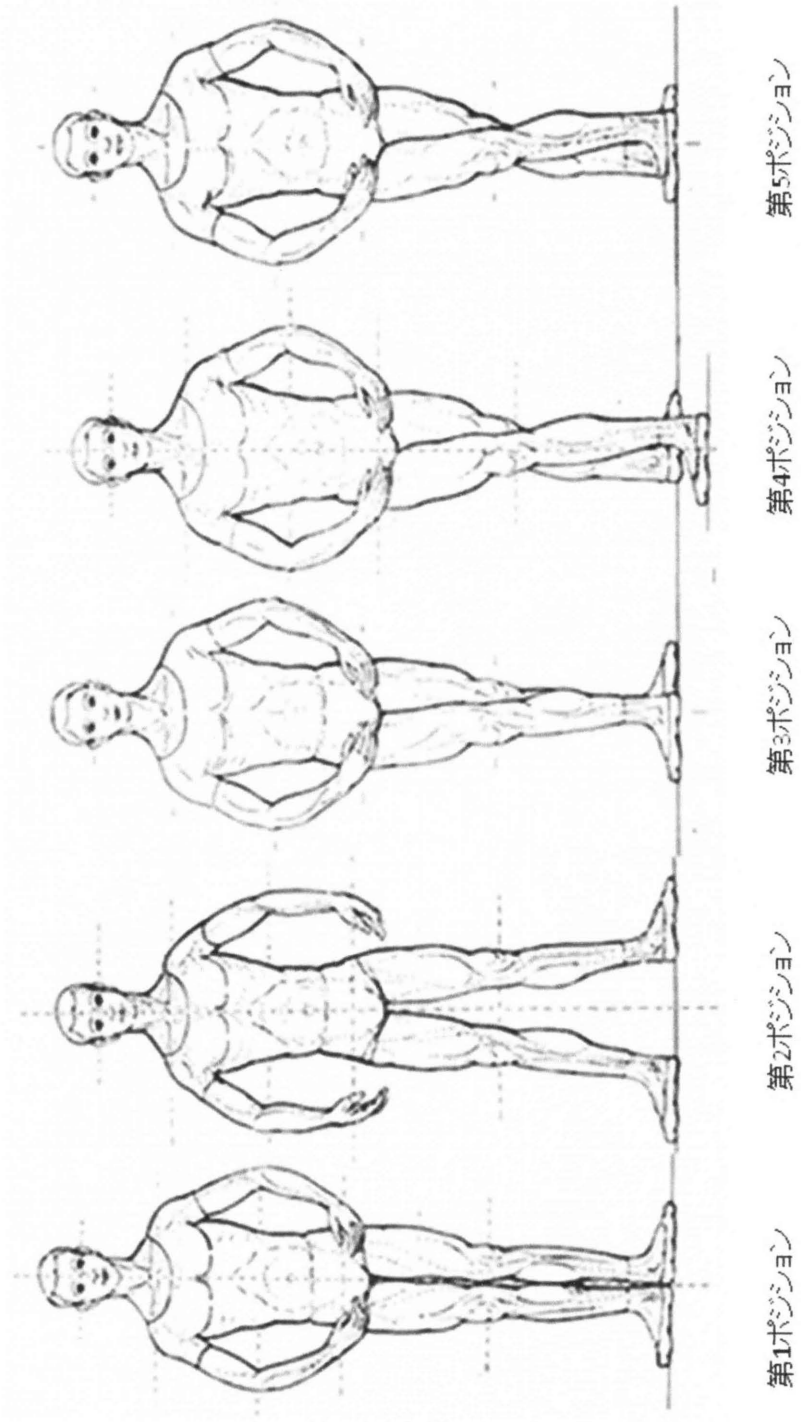
leg swing-up motion can be clarified, it could help reducing insufficient degrees of split legs and inaccurate executions and also could contribute in performing a grand beautiful routine of high perfection.

The subjects for this study were 5 female gymnasts. They conducted a total of 24 motions: 2 types (“a motion with external rotation of the hip” and “a motion without external rotation of the hip”) of frontward, backward and lateral leg swing-up motions and a split leap forward 3 times each. The degrees of the leg swing-up motion and the degrees of split legs were calculated and compared between the motion with external rotation of the hip and the motion without external rotation of the hip.

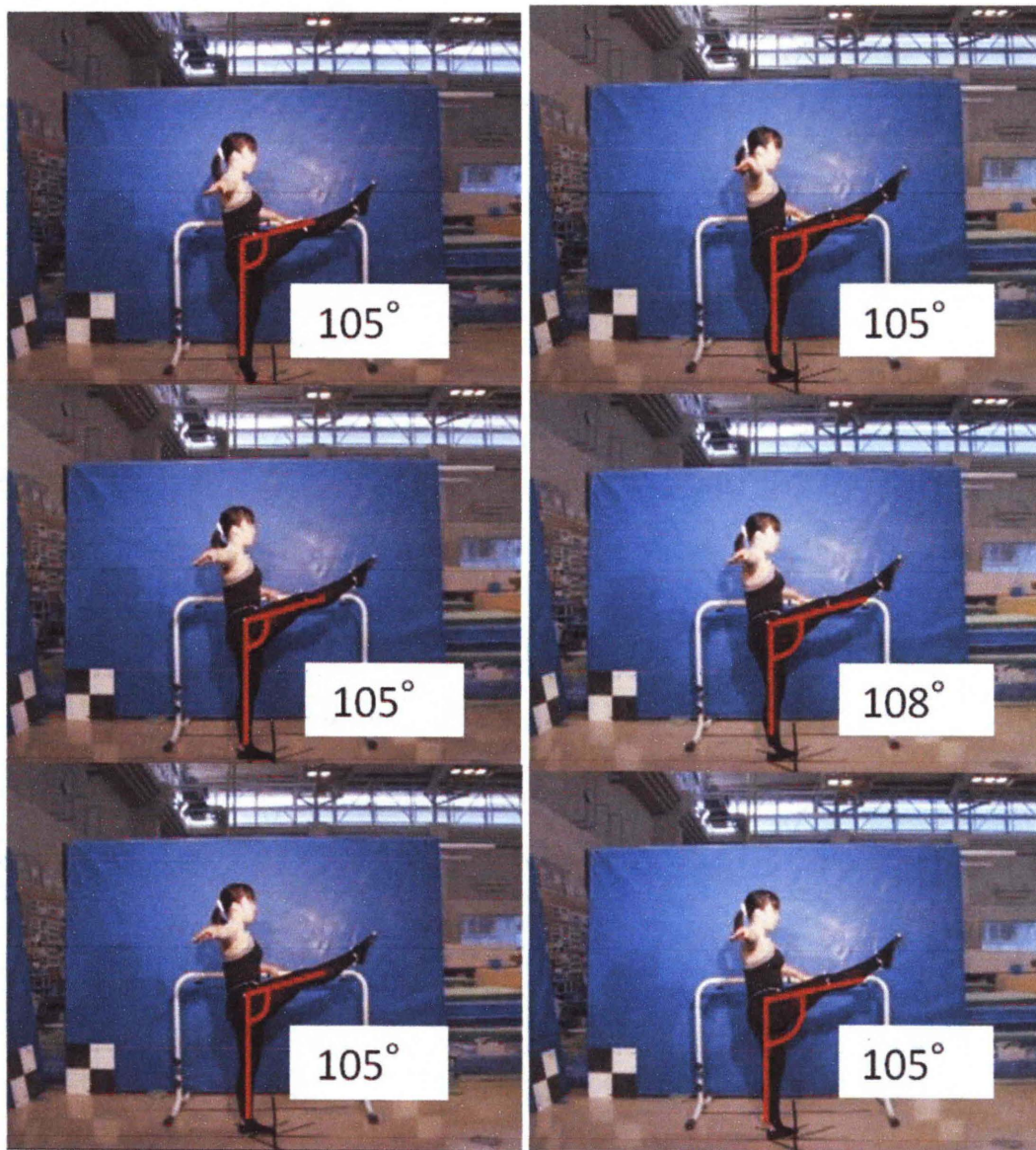
The followings were suggested in this study:

1. Legs could be swung up higher in motions with external rotation of the hip than in motions without external rotation of the hip in the lateral and backward leg swing-up motions.
2. The degree of split legs was larger in motions with external rotation of the hip than in motions without external rotation of the hip in split leaps forward.
3. External rotation of the hip has influence on the back leg swing-up in split leaps forward and is considered a necessary skill in artistic gymnastics to acquire a larger degree of split legs than 180 degrees.

資料



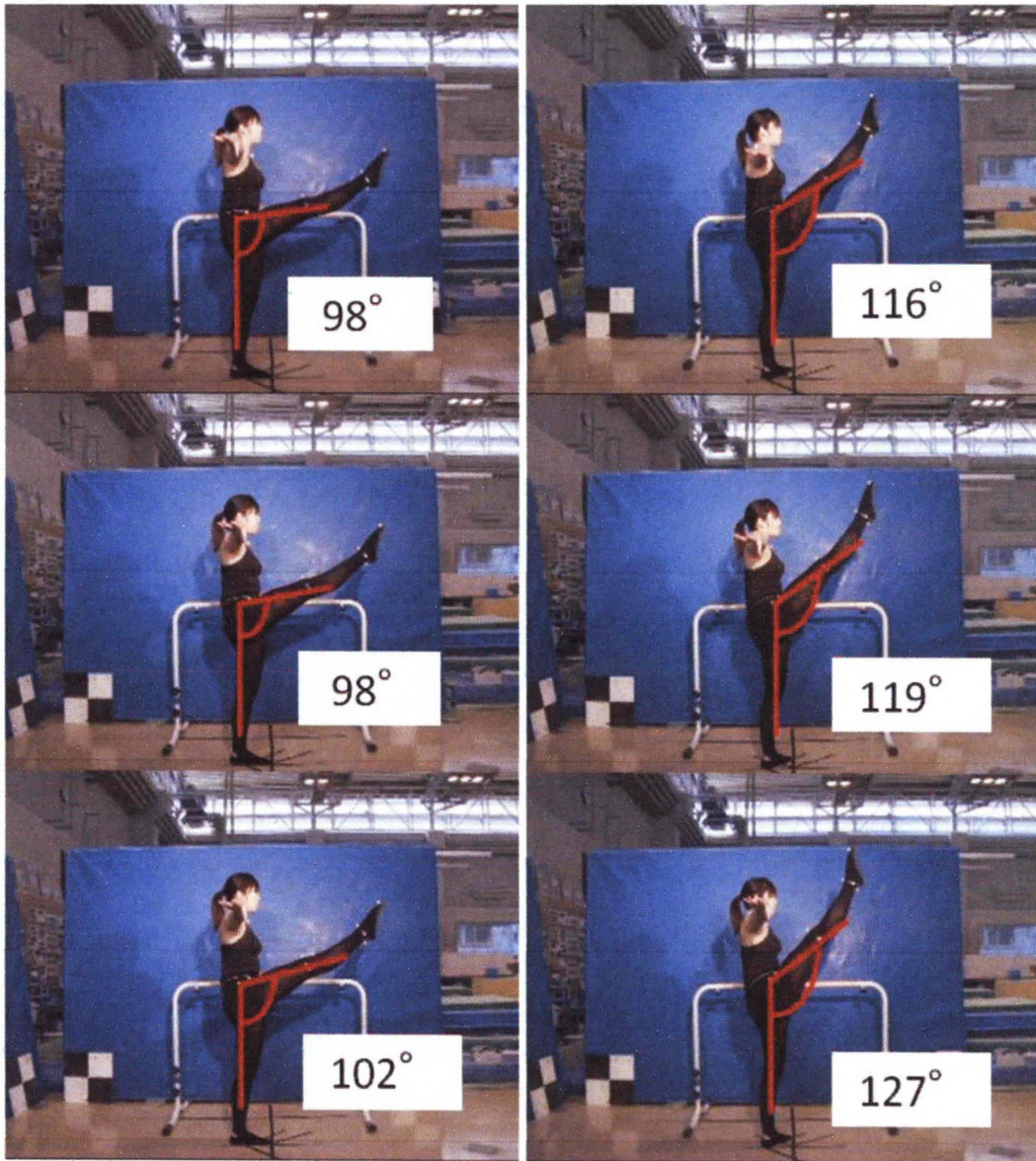
資料1 クラシックバレエにおける基本の5つのポジション



股関節外旋を伴わない動作

股関節外旋を伴う動作

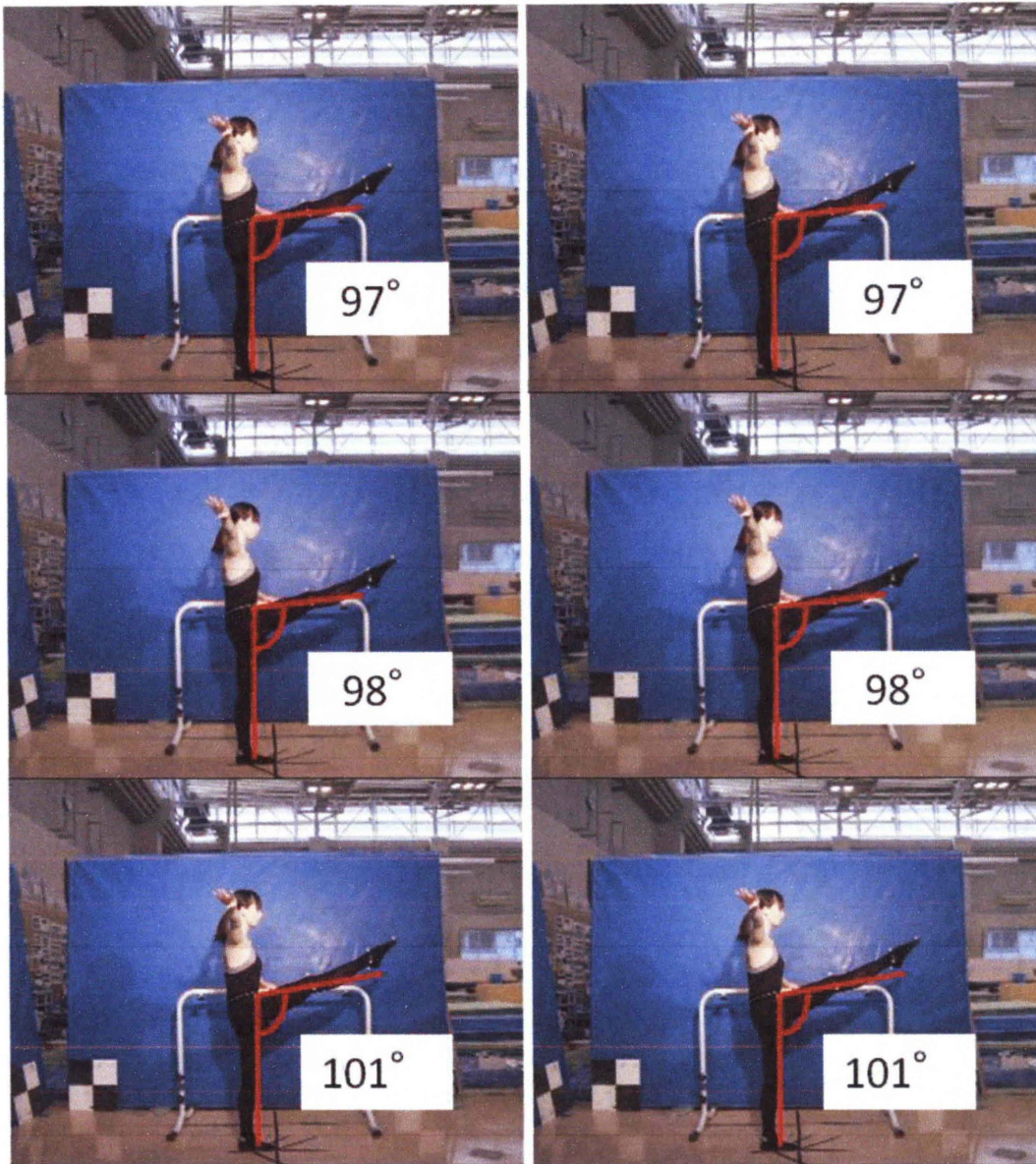
資料 2-1 被験者 A における前方への下肢振上げ動作



股関節外旋を伴わない動作

股関節外旋を伴う動作

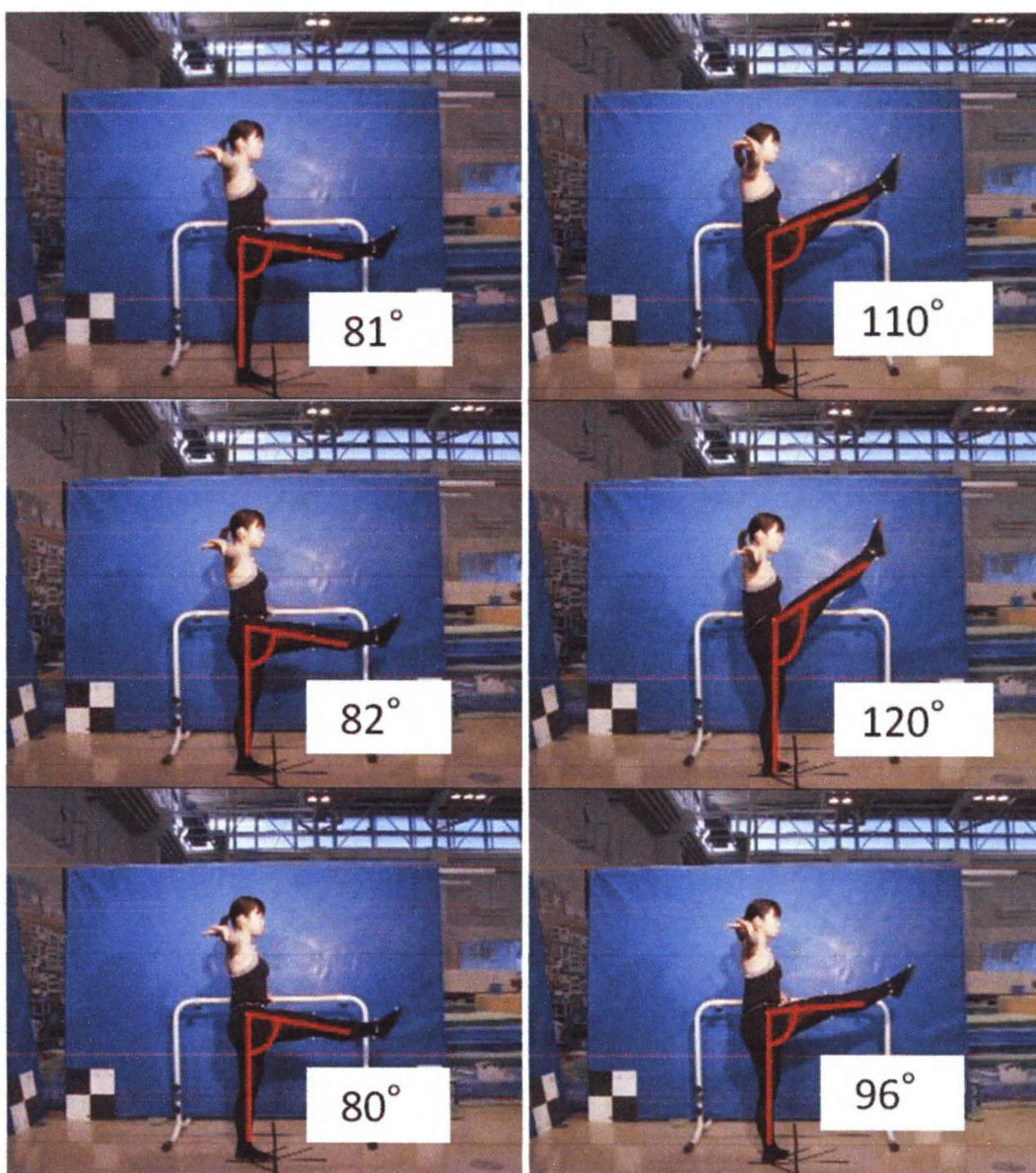
資料 2-2 被験者 B における前方への下肢振上げ動作



股関節外旋を伴わない動作

外股関節旋を伴う動作

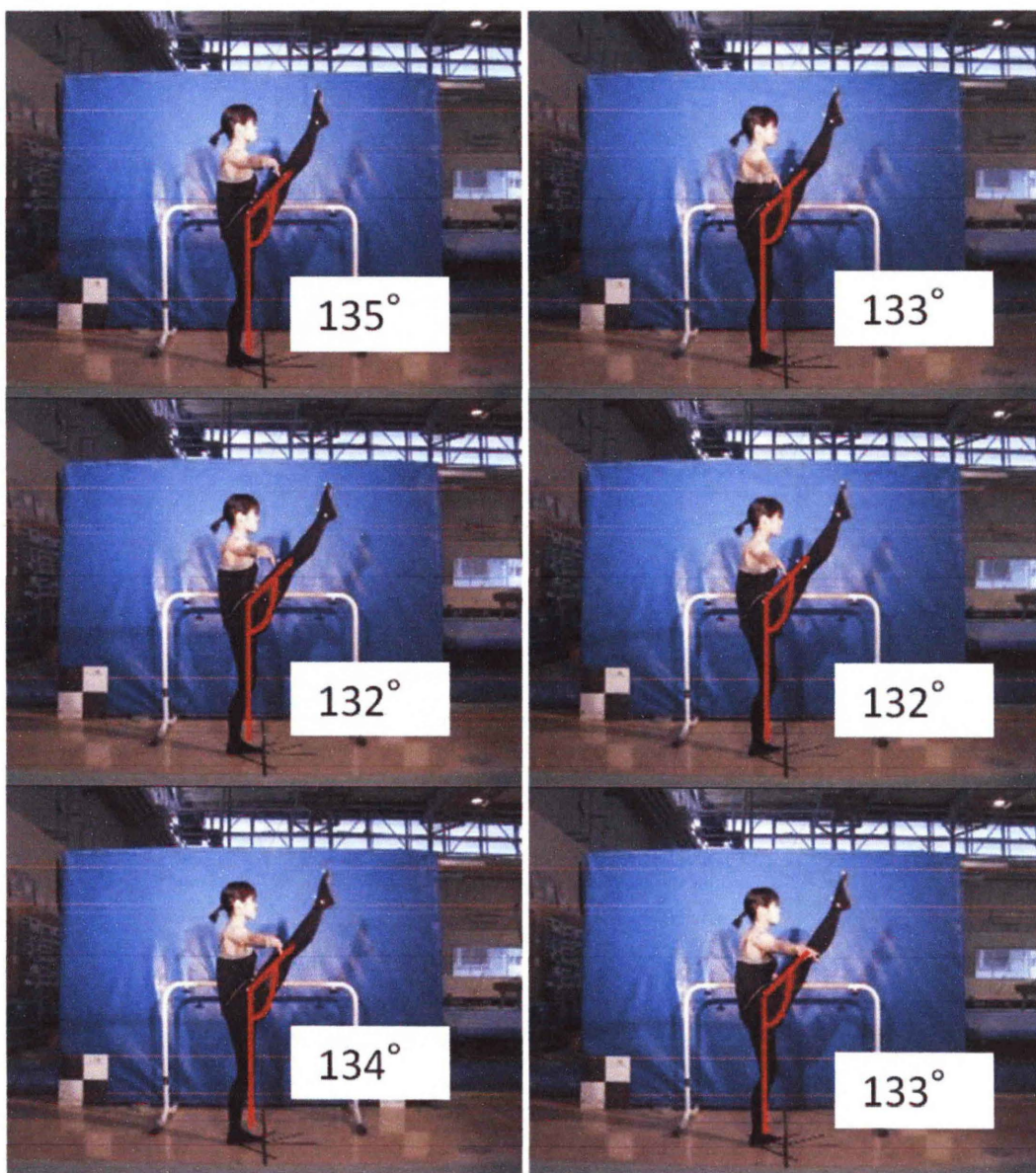
資料 2-3 被験者 C における前方への下肢振上げ動作



股関節外旋を伴わない動作

股関節外旋を伴う動作

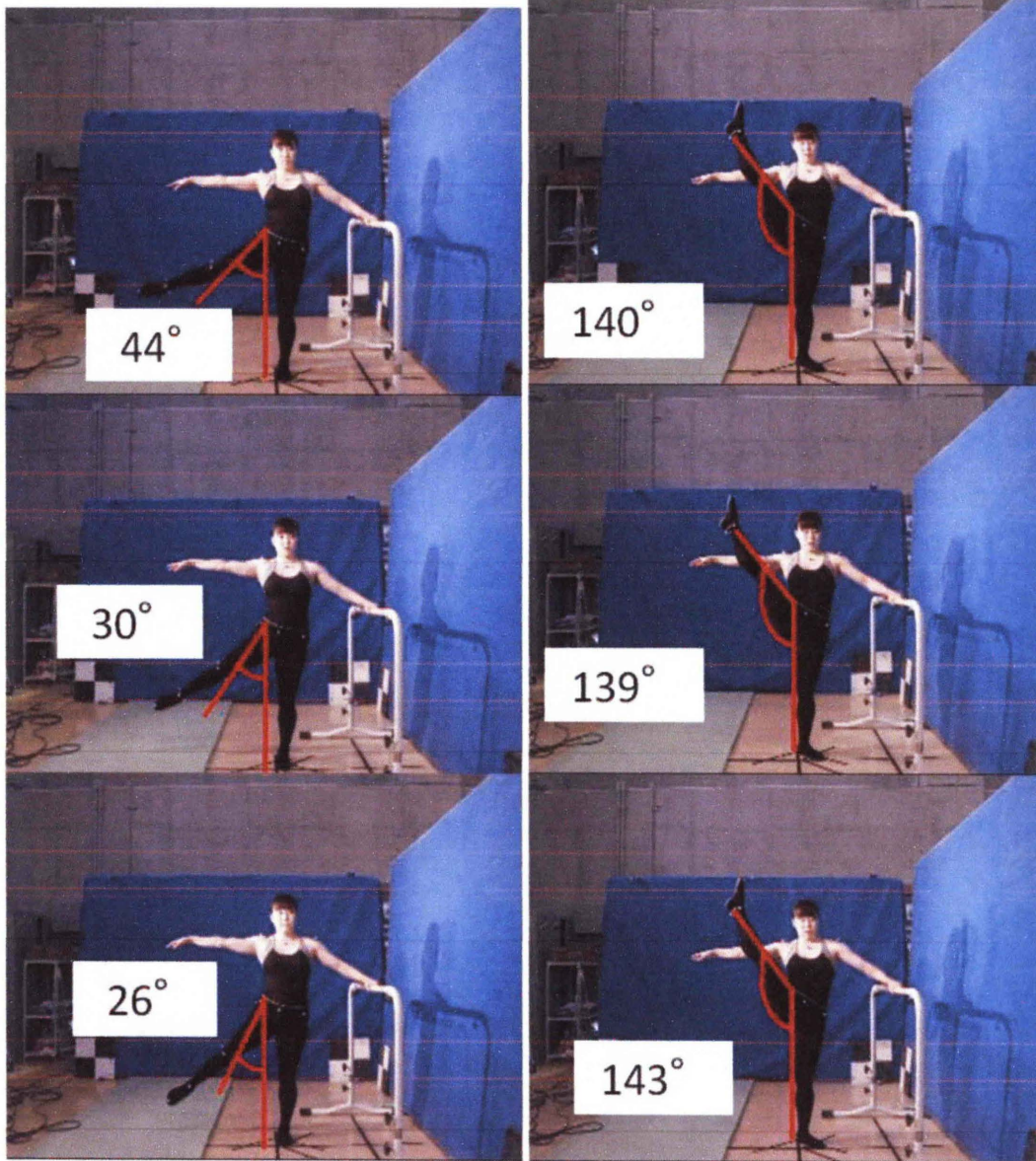
資料 2-4 被験者 D における前方への下肢振上げ動作



股関節外旋を伴わない動作

股関節外旋を伴う動作

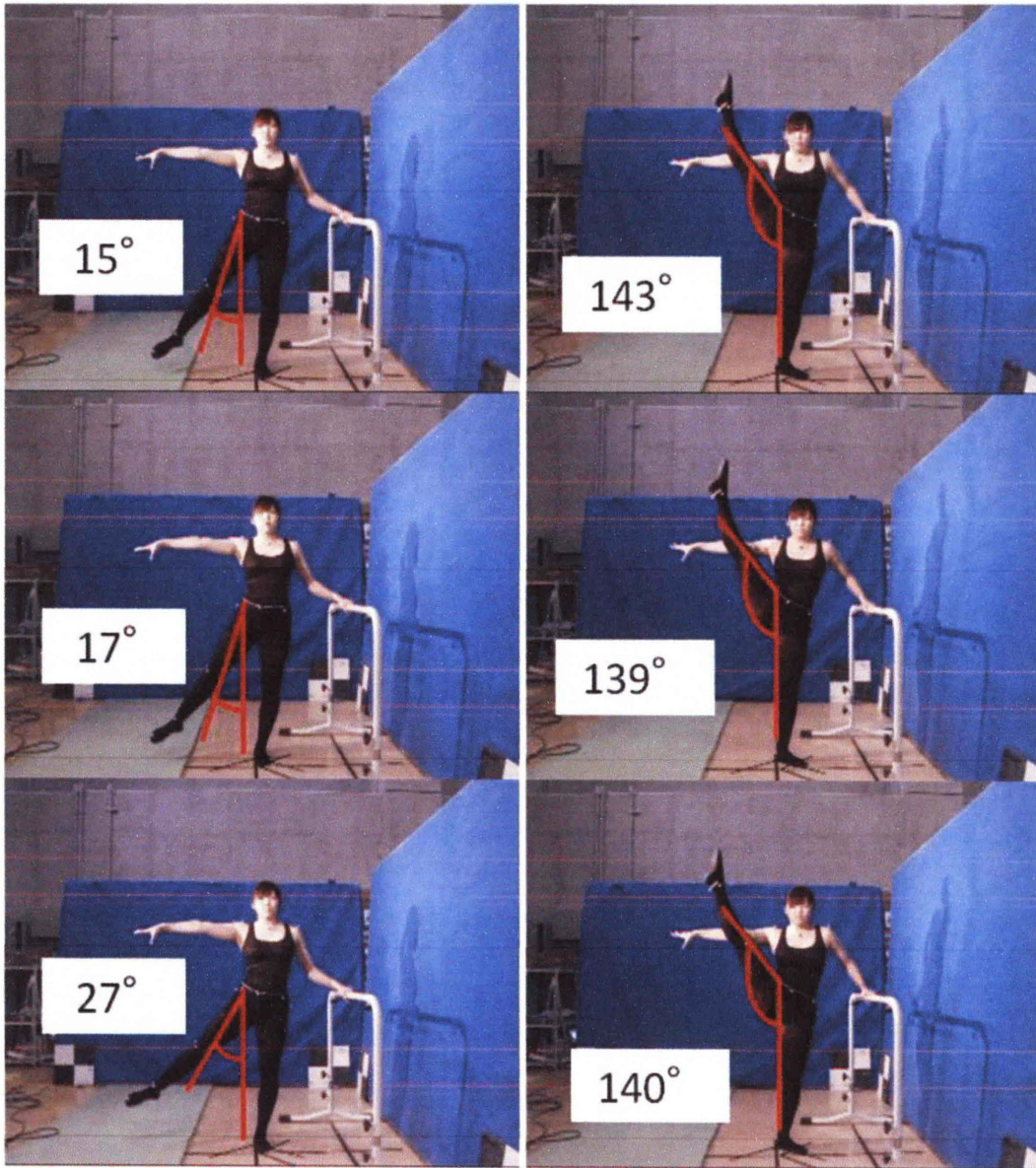
資料 2-5 被験者 E における前方への下肢振上げ動作



股関節外旋を伴わない動作

股関節外旋を伴う動作

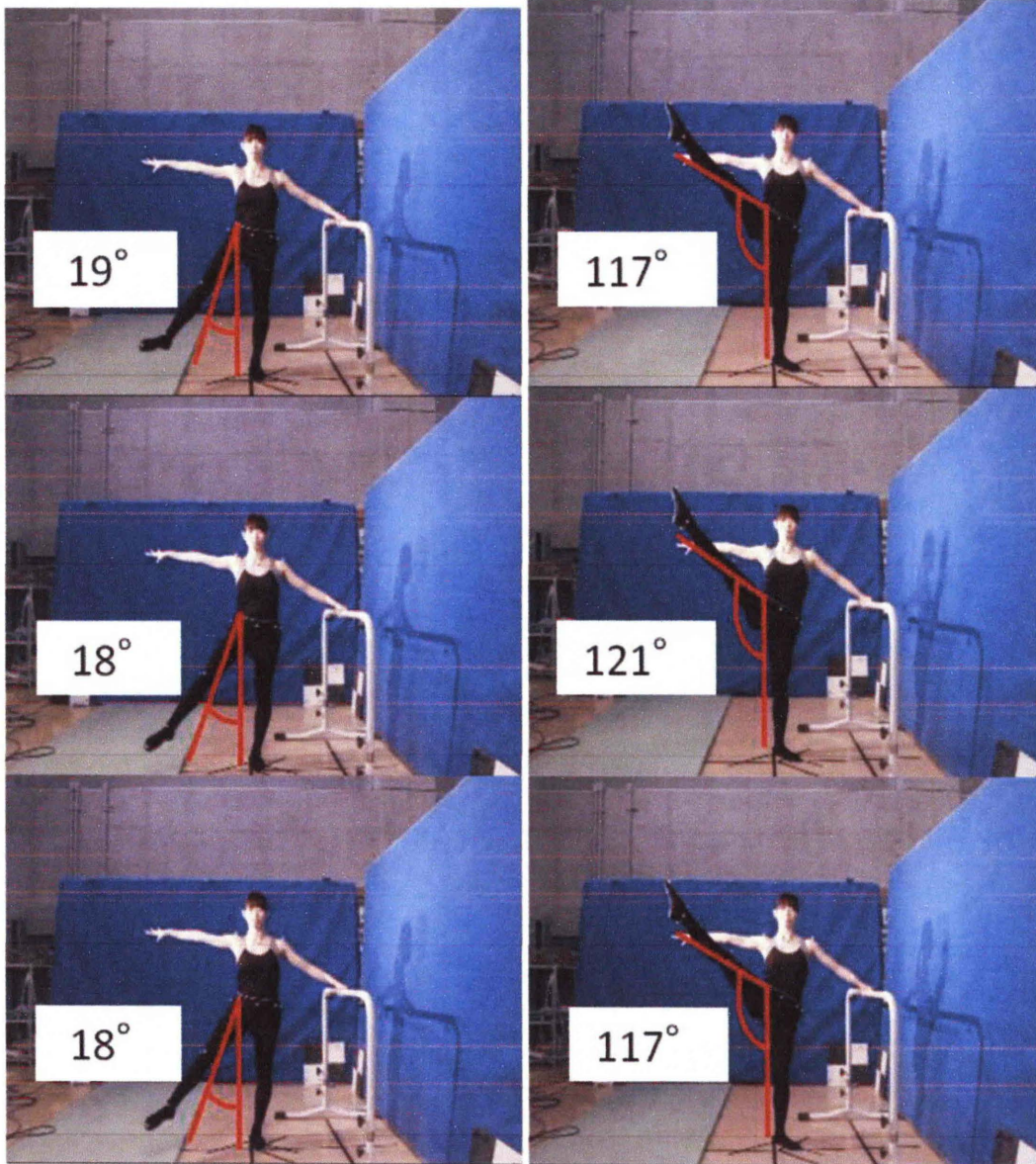
資料 3-1 被験者 A における側方への下肢振上げ動作



股関節外旋を伴わない動作

股関節外旋を伴う動作

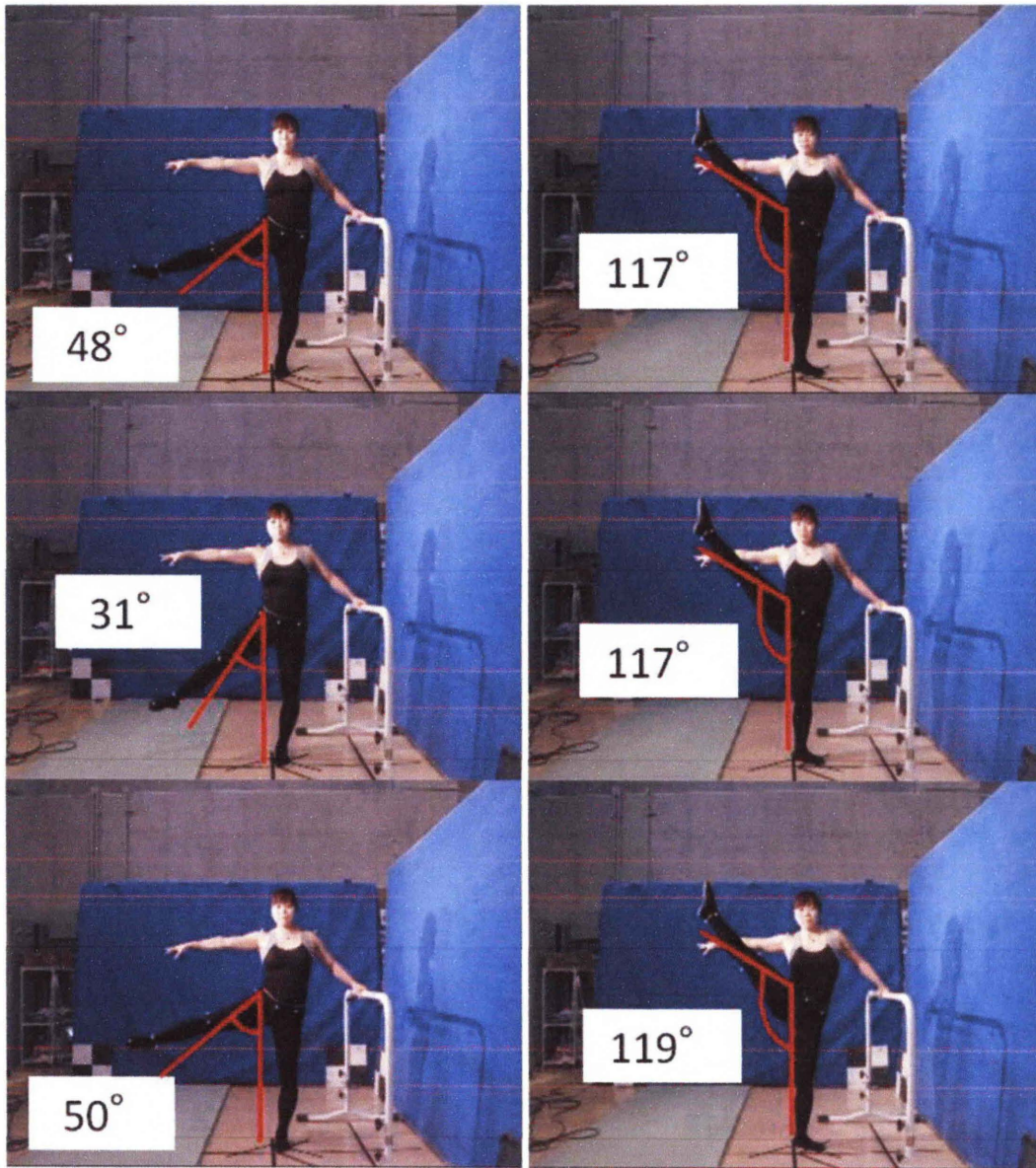
資料 3-2 被験者 B における側方への下肢振上げ動作



股関節外旋を伴わない動作

股関節外旋を伴う動作

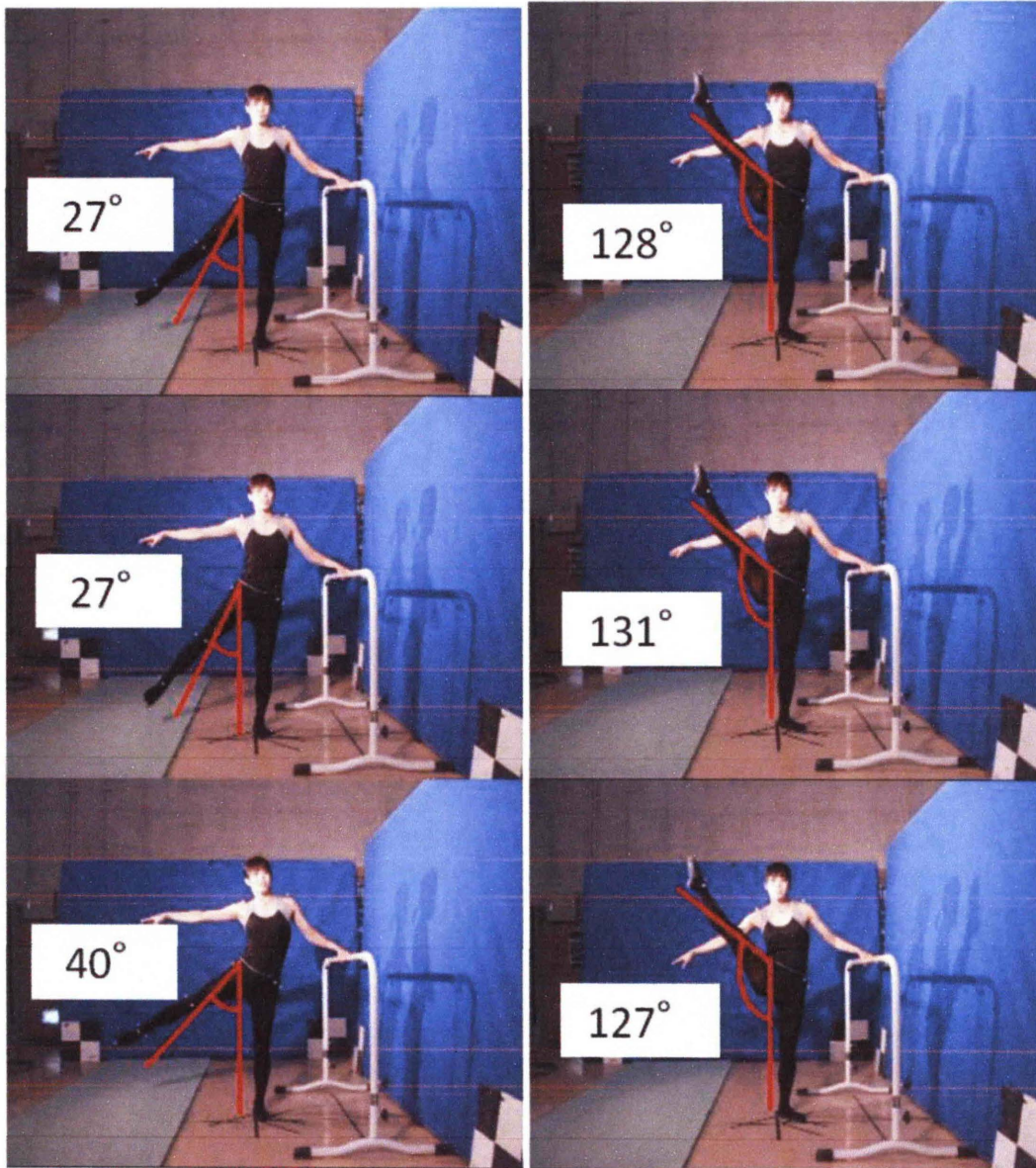
資料 3-3 被験者 C における側方への下肢振上げ動作



股関節外旋を伴わない動作

外股関節旋を伴う動作

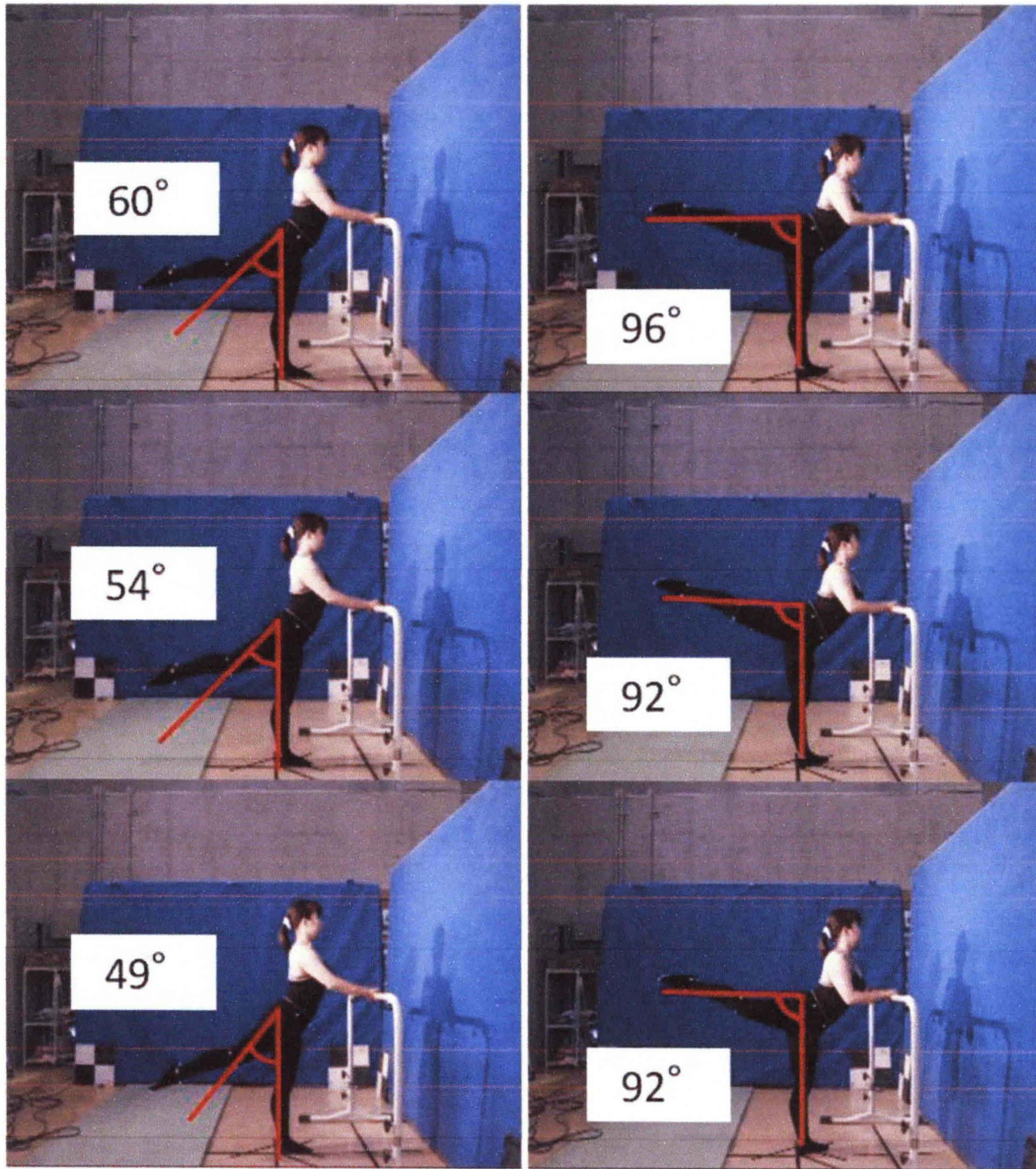
資料 3-4 被験者 D における側方への下肢振上げ動作



股関節外旋を伴わない動作

股関節外旋を伴う動作

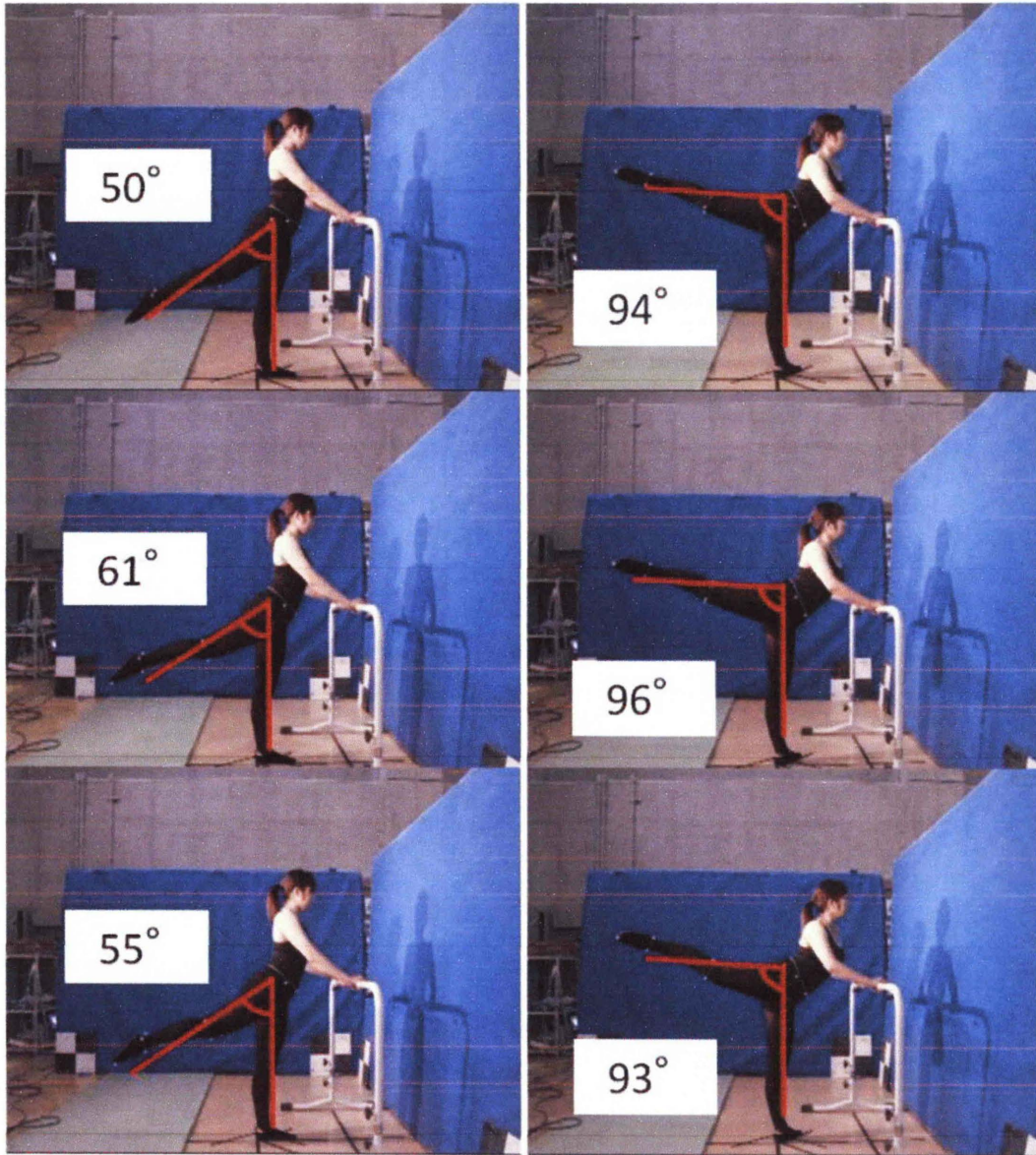
資料 3-5 被験者 E における側方への下肢振上げ動作



股関節外旋を伴わない動作

股関節外旋を伴う動作

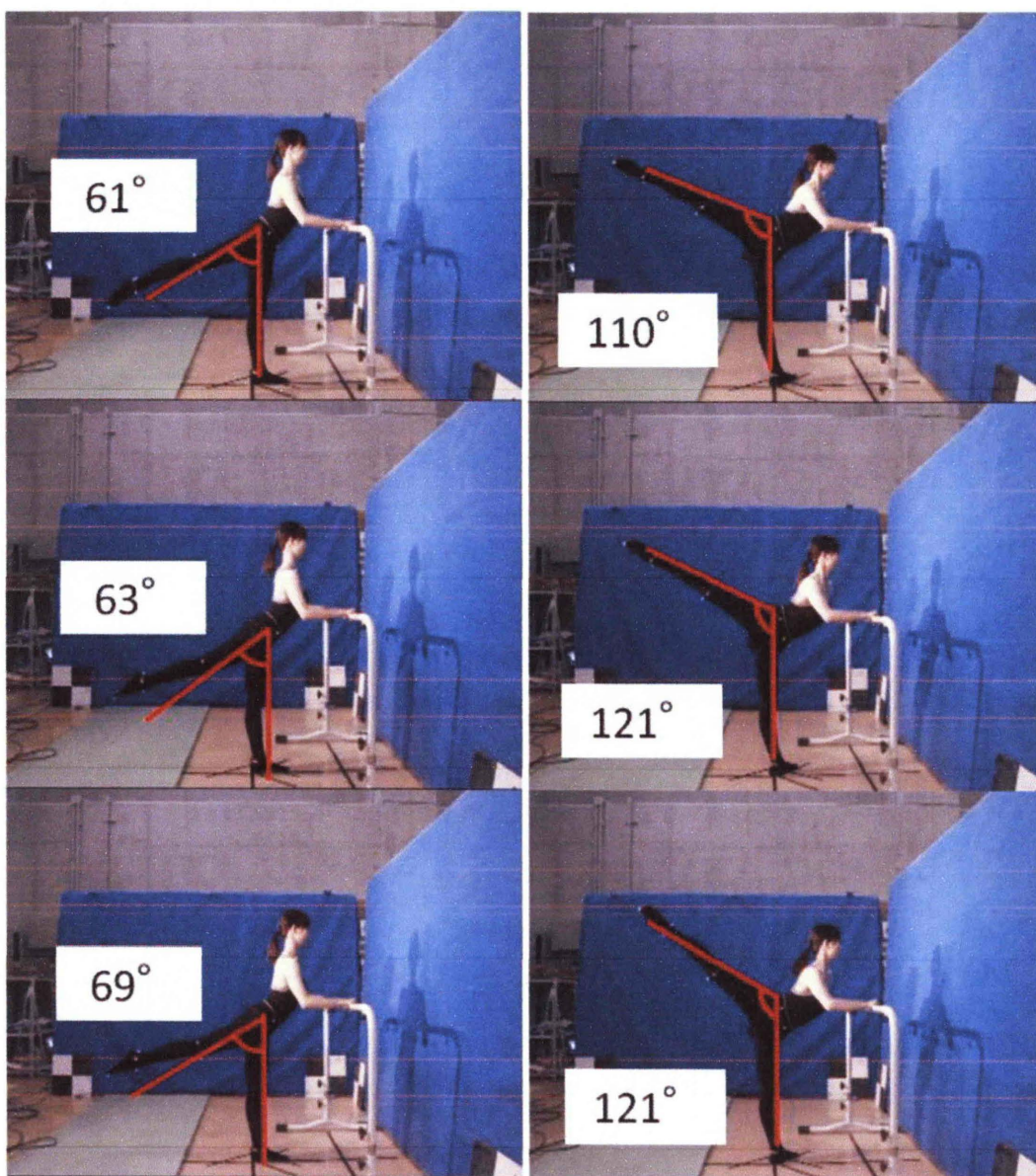
資料 4-1 被験者 A における後方への下肢振上げ動作



股関節外旋を伴わない動作

外股関節旋を伴う動作

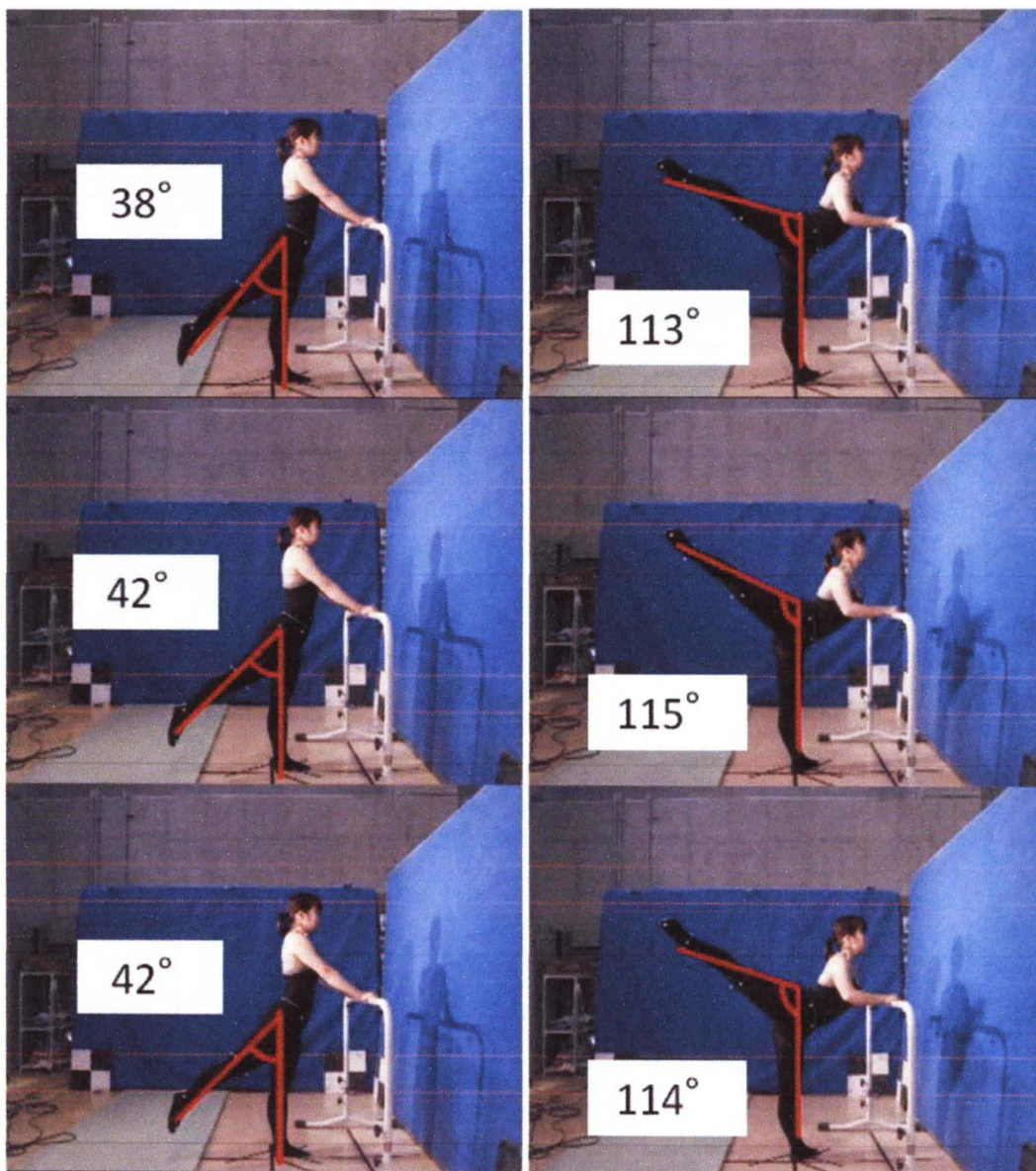
資料 4-2 被験者 B における後方への下肢振上げ動作



股関節外旋を伴わない動作

股関節外旋を伴う動作

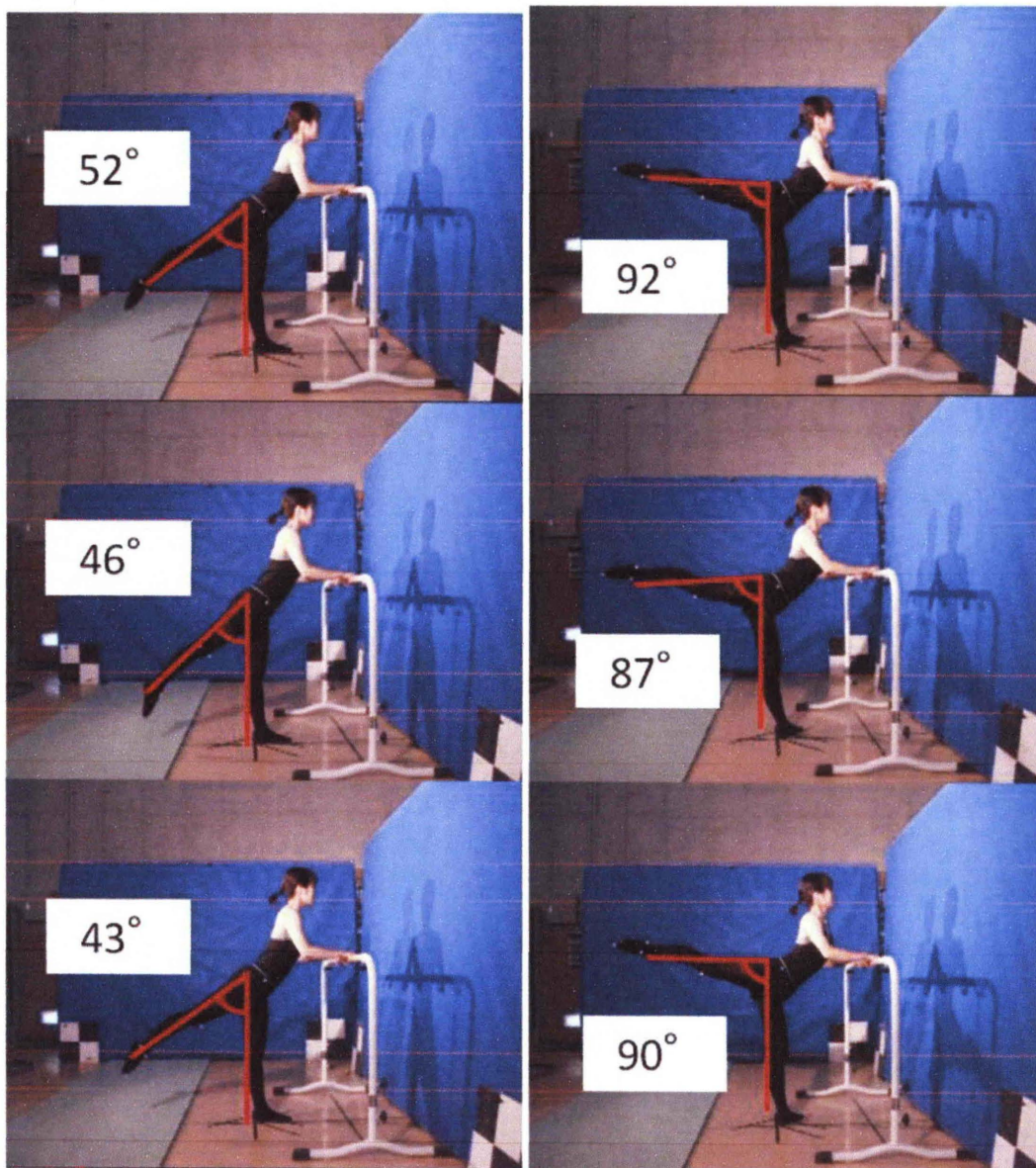
資料 4-3 被験者 C における後方への下肢振上げ動作



股関節外旋を伴わない動作

股関節外旋を伴う動作

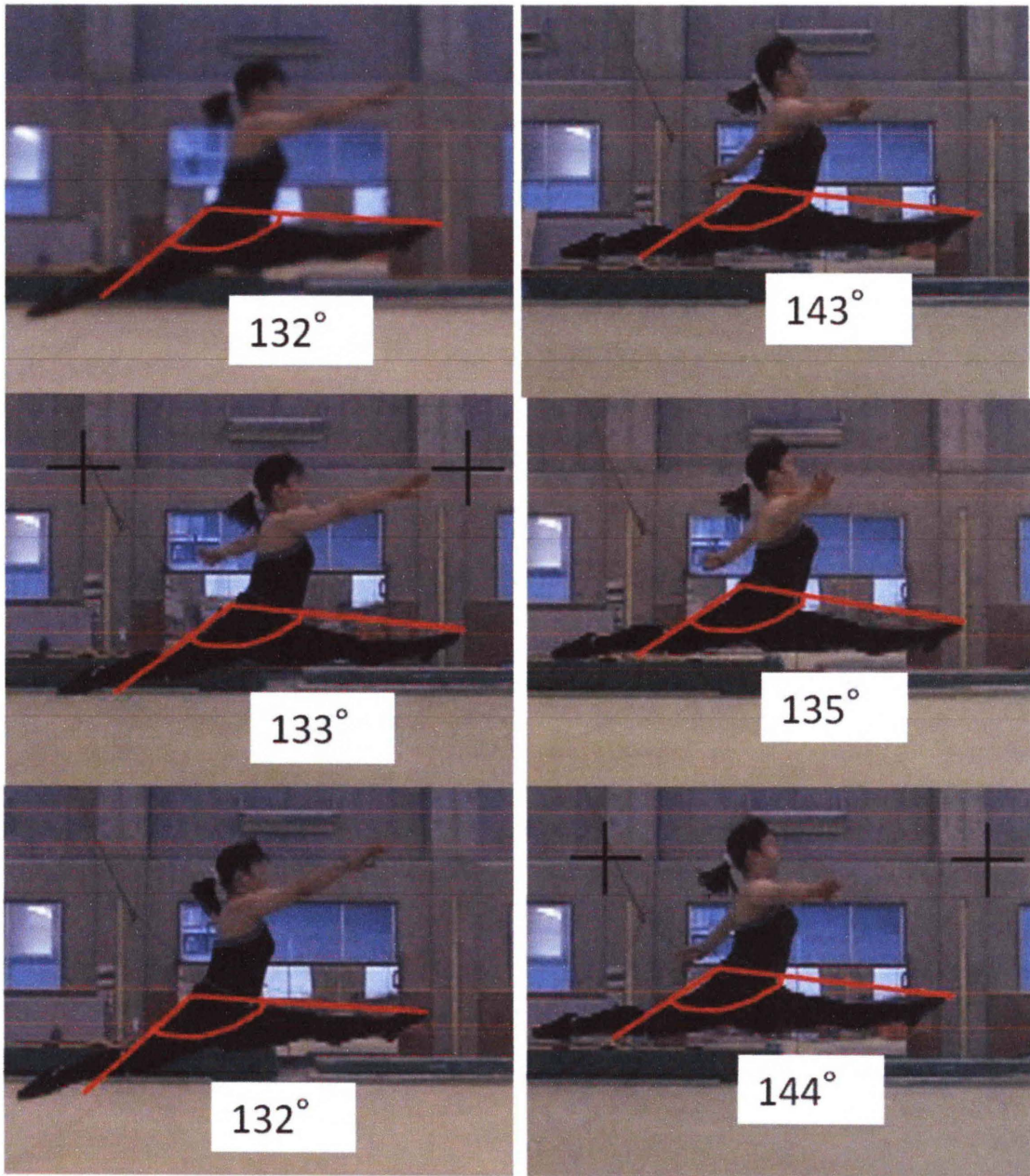
資料 4-4 被験者 D における後方への下肢振上げ動作



股関節外旋を伴わない動作

股関節外旋を伴う動作

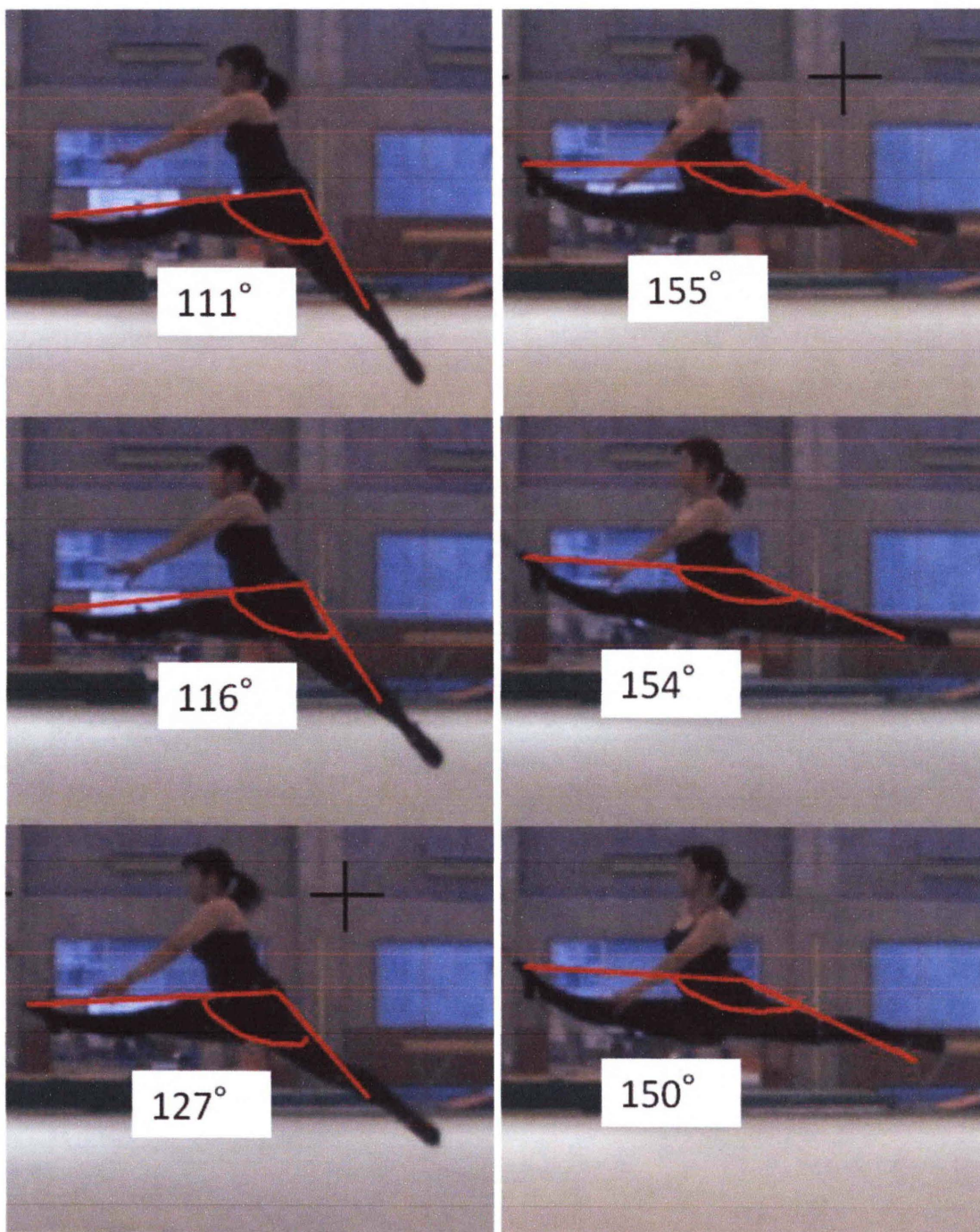
資料 4-5 被験者 E における後方への下肢振上げ動作



股関節外旋を伴わない動作

股関節外旋を伴う動作

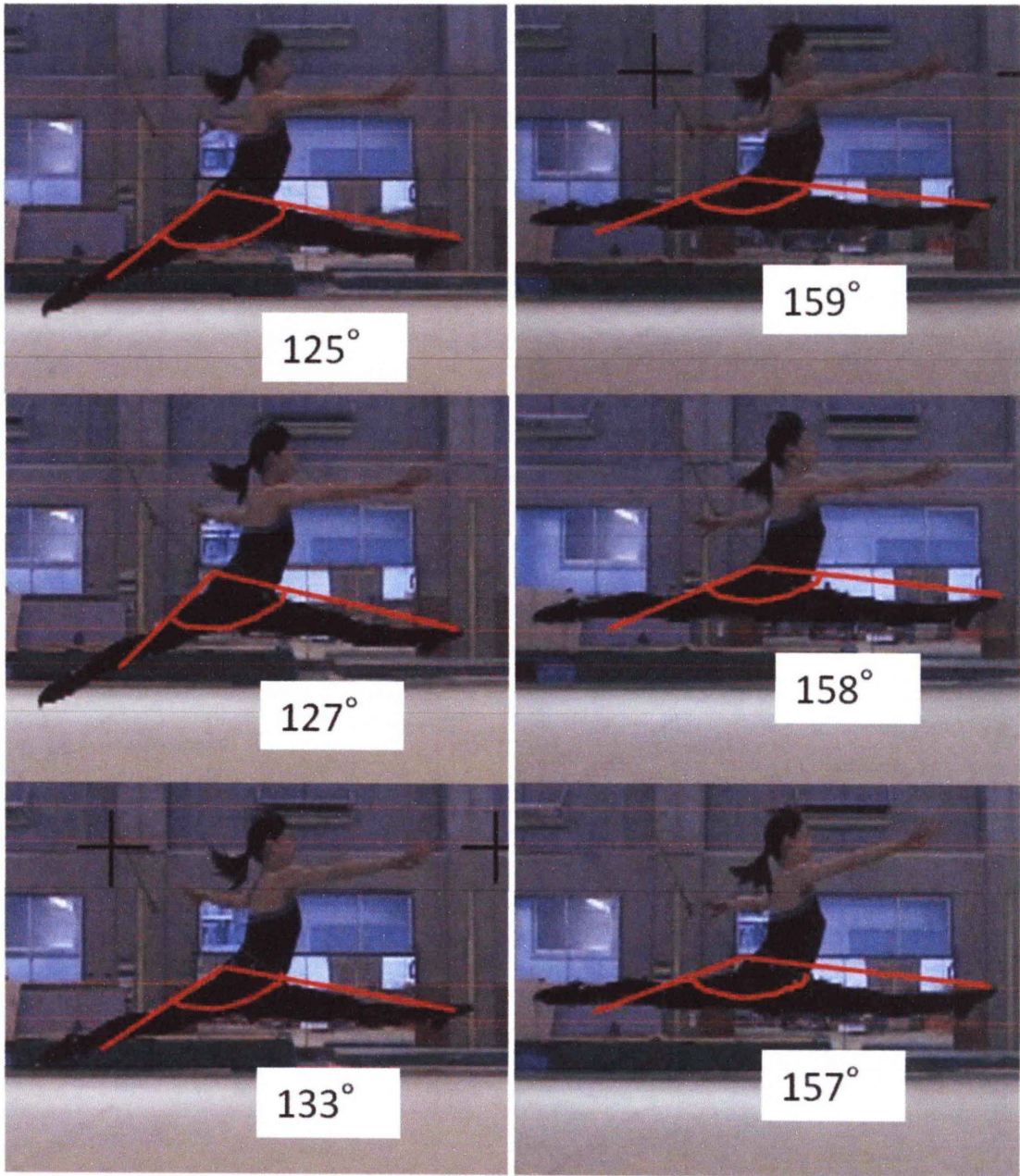
資料 5-1 被験者 A における前後開脚ジャンプ



外股関節旋を伴わない動作

股関節外旋を伴う動作

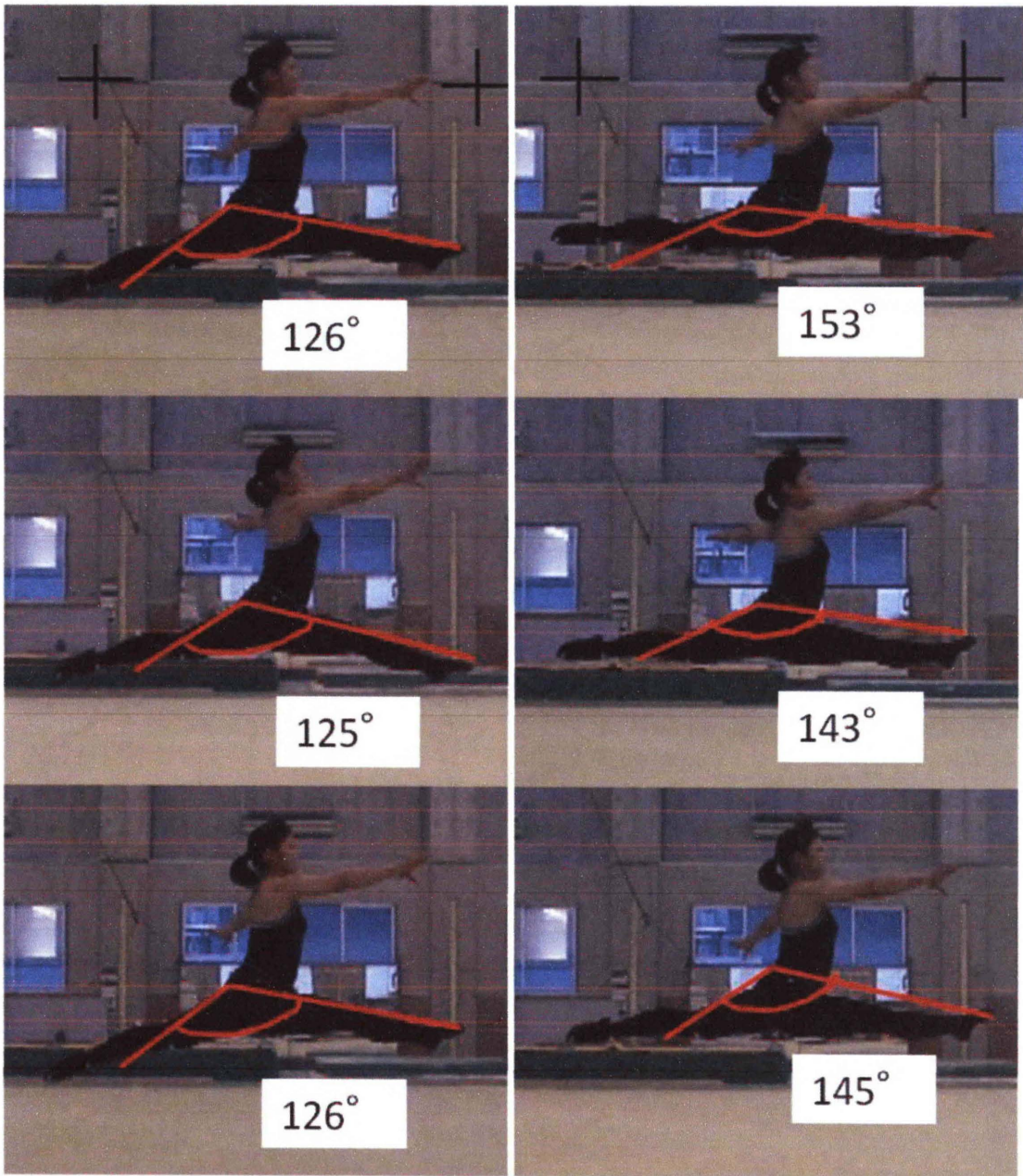
資料 5-2 被験者 B における前後開脚ジャンプ



股関節外旋を伴わない動作

股関節外旋を伴う動作

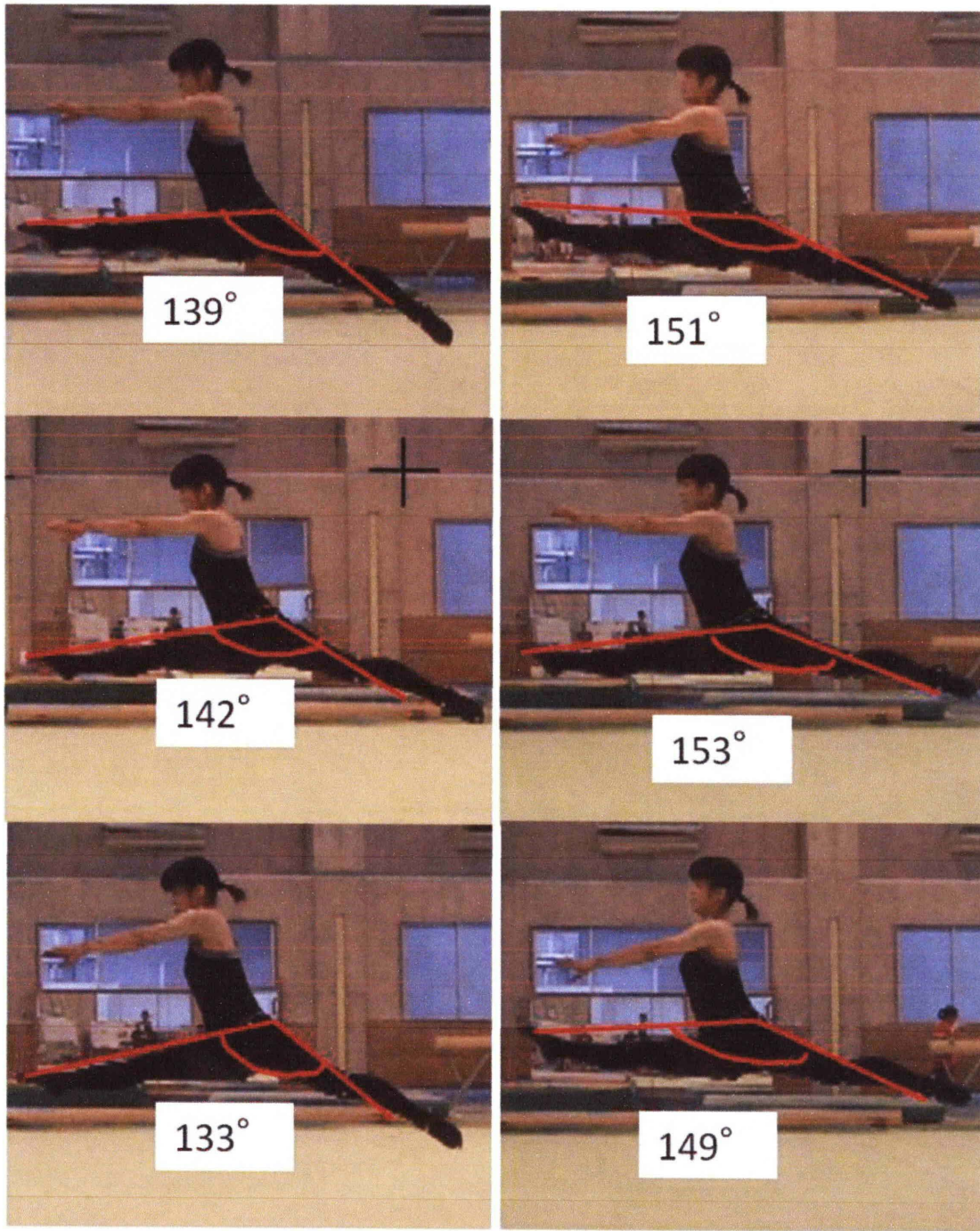
資料 5-3 被験者 C における前後開脚ジャンプ



股関節外旋を伴わない動作

股関節外旋を伴う動作

資料 5-4 被験者 D における前後開脚ジャンプ



股関節外旋を伴わない動作

股関節外旋を伴う動作

資料 5-5 被験者 E における前後開脚ジャンプ