

東京体育学会第15回学会大会
発表抄録

学校組織風土が保健体育科女性教員のキャリア形成に及ぼす影響

伊藤 奈々（日本女子体育大学大学院）

芳地 泰幸（日本女子体育大学）

キーワード：組織風土，キャリア

【背景・目的】

我が国では、女性の社会進出とともに、さらなる女性活躍推進に向けた様々な取組みがなされている。しかしながら、諸外国と比較すると未だ経済や政治の場面において性別による格差が顕著であり、中でも我が国では女性管理職者の割合が少ないことが指摘されている。このような傾向は古くから女性の活躍の場と捉えられてきた学校組織においても例外ではなく、男女間での職務配置などに不均衡があることが示されている。その背景には、女性教員が男性教員に比べ、家庭と仕事の両立の困難さから管理職を志向しない傾向にあることが挙げられている。

そこで本研究では、保健体育科女性教員の管理職志向に職場の組織風土やジェンダーバイアス（性別による思い込み）がどの程度影響しているのかを明らかにすることを目的とした。

【方法】

12名の保健体育科女性教員を対象に半構造化面接を実施した。主なインタビュー項目は、管理職志向を中心としたキャリア観や学校組織風土、ジェンダーバイアスであった。得られたナラティブデータは逐語化した後、修正版グラウンデッド・セオリー・アプローチ（M-GTA）を用いて分析した。

【結果・考察】

12名のナラティブデータを図式化しそれらを統合した結果、女性教員（保健体育）の管理職志向に影響を及ぼす要因が明らかとなった。管理職志向の阻害要因としては、【生徒】、【現場】、【仕事と家庭の両立】、【子供】、【責任】の概念が抽出された。一方で、管理職志向に影響を及ぼす要因として、【課題意識】、【ロールモデル】が抽出された。また、保健体育科のキャリア意識の特徴として、【長期的な現場での指導への懸念】が抽出された。現場での指導を希望する反面、保健体育科として長期的に現場で指導することに対して体力の不安を感じ、管理職を含むキャリアを展望することが示唆された。

組織風土と管理職志向の関連として協働的風土では【明るい雰囲気】、【話しやすい】、【管理職の理解】が抽

出された。一方で、同調的風土では【若手とベテランの差】、【相談しにくい】、【周囲の視線】が抽出された。これらは教員の多忙さがコミュニケーションの障害となり、同調的風土の醸成へ影響を与えていることが示唆される。

学校組織風土の醸成には管理職の影響が強く、協働的風土を醸成している学校では、管理職の教員への配慮や、管理職による積極的なコミュニケーション、肯定的な発言から、職場の雰囲気の変化をもたらし、働きやすい職場での自尊心の充実や、教員間での積極的な関わりが教員の継続意欲を醸成していると考えられる。

【結論】

学校組織風土は、教員の働きやすさや居心地の良さへ影響を及ぼしているが、管理職志向の直接的な促進要因とはならず、一方で管理職志向には、現場の課題意識や管理職のリーダーシップが影響していることが示された。これらは、協働的な風土のプロセスを経て管理職志向に影響を与えていると考えられ、組織風土が間接的に昇進意欲に影響を与えていることが示唆された。

管理職志向の阻害要因として、教育現場で生徒たちと関わり続けること等、教員としての専門性を重視するキャリア志向や家庭を優先し自身の子どもの時間を重視するキャリア志向が管理職志向の阻害要因となった。このことから、今後女性管理職増加の施策として、教員の業務量の負担軽減や仕事と家庭の両立への支援や環境の整備が求められる。

【文献】

1. 総務省「労働力調査」, 2020
2. 飯島絵理, NWECC実践研究, 63, 2018
3. 国立女性教育会館, 2018
4. 楊川, 九州教育学研究紀要, 35, 2007

中学校保健体育授業におけるいじめの実態に関する研究： いじめが発生する要因に着目して

中村 美穂（東京学芸大学教職大学院）

佐藤 善人（東京学芸大学）

キーワード：保健体育授業、いじめ、質的研究

【背景・目的】

保健体育授業でのいじめは、生徒達に豊かなスポーツライフの実現を阻害する危険性がある。それにも拘わらず、保健体育授業でのいじめに着目した研究は数少ない。その中で、質的な研究の少なさが課題として挙げられる。また、いじめの対処には、いじめが発生する要因の検討も必要である。そこで本研究では、中学校の保健体育授業におけるいじめの実態から、いじめが発生する要因を明らかにすることを目的とした。

【方法】

中学校の保健体育授業でいじめを見た経験を有する大学生4名に半構造化インタビューを実施した。分析方法は、いじめが発生する要因とみられる語りにコードをつけ、類似するもの同士をカテゴリー化するカテゴリー分析を行った。なお、分析の妥当性を高めるために、ピア・ディブリーフィングとメンバーチェックを実施した。

【結果】

保健体育授業でいじめが発生する要因として、被害者や加害者の傾向に関する【当事者要因】、周囲の生徒達や教師の指導に関する【第三者要因】、保健体育授業の性質に関する【体育独自の要因】の3つが生成された（表1）

【考察】

- 1) 【当事者要因】【第三者要因】の関連について、保健体育授業でのいじめは、当事者間だけでなく、それを取り巻く周囲の子ども達や教師の対応によって発生することが示唆された。
- 2) 【当事者要因】【体育独自の要因】の関連について、以下の4点が明らかとなった。
 - ①身体活動を伴う学習で被害者の身体的な特徴が露わになり、それがいじめの発生に関わる。
 - ②集団種目や勝敗を伴う競争によって集団の凝縮性が高まり、複数人でいじめるといった数的優位な状況が生み出される。

- ③いじめの見えにくさが第三者の目が行き届かない状況を作り出し、当事者間のいじめを促進させる危険性がある。
 - ④保健体育授業によって子ども達の力関係の差をより大きくし、加害者が優位な立場を利用していじめをする。
- 3) 【当事者要因】と【第三者要因】、【当事者要因】と【体育独自の要因】には密接な関連があり、【第三者要因】と【体育独自の要因】も関係があることは容易に想像がつく。従って、保健体育授業におけるいじめは、3つが複雑に絡み合って発生することが示唆された。

表1 作成されたカテゴリー・概念の一覧

抽出された概念	サブカテゴリー	カテゴリー
対人関係の弱さ	被害者の傾向	当事者要因
身体的な特徴の表出		
スクールカースト下位		
スクールカースト上位		
高い攻撃性	加害者の傾向	
自己中心性		
加害者の結託		
被害者になることへの恐れ	傍観者の存在	第三者要因
被害者への受容的態度の欠如		
傍観的な態度	教師の指導	
不公平な対応		
ルールの工夫		
身体活動	体育独自の要因	
集団種目		
勝敗が伴う競争		
いじめの見えにくさ		

【結論】

保健体育授業でいじめが発生する要因は、【当事者要因】【第三者要因】【体育独自の要因】の3つに整理された。また、いじめは3つの要因が複雑に絡み合って発生することが明らかとなった。

【文献】

1. 出口博昭ほか、北海道大学紀要、50（1）、1999。

運動部活動における教育的配慮の検討： 運動部活動の教育的配慮の地域移行は不可能か

谷本 晃輝（日本大学大学院文学研究科） 野口 智博（日本大学文理学部）
泉 敏郎（帝京平成大学人文社会学部）

キーワード：運動部活動，地域移行，教育的配慮

【背景・目的】

運動部活動は、「学校教育の一環として行われる」（スポーツ庁，2022，p.1）活動で，近年は少子化，教師の業務負担，地域と学校との連携・協働が不十分という点から，休日の部活動から地域移行していくことが求められている（スポーツ庁，2022，pp.1-2）。しかし，青柳（2021）は地域移行の懸念点として移行先の教育的配慮の不足を挙げている。このような背景のもと，①教育的配慮とは具体的に何が行われているのか定義づけを行うこと，②教育的配慮は地域に移行することができないのかを文献から検討することを目的とした。

【方法】

本調査では，文献調査を実施した。書籍や官公庁が発行したガイドライン等の文献や先行研究を収集した。国内文献は「CiNii Research」を，海外文献は「Google Scholar」を用いた。また，海外文献の抽出には生成AIを用いて検索キーワードを抽出し，先行研究の抽出を行った。

【結果・考察】

先行研究を抽出した結果，国内先行研究は41件，海外先行研究は10件となった。それらは表1と表2にまとめた。

目的①については，部活動においては競技力・体力向上の他にそれ以外の能力（例：ライフスキル）の獲得ができるという点に部活動（スポーツ）の意義が述べられていた。このような点から，教育的配慮とは，運動部活動を教育の場として捉え，スポーツ活動を通じて体力や技能の向上に加えた様々な能力の育成を生徒一人一人の文脈に応じて図ることであると考えられた。

目的②については，指導者がどのような指導を行うのが重要であると考えられた。また，公益財団法人日本体育協会（2016）のグッドコーチ像でも技能向上のみの指導を求めておらず，生涯を通じた人間的成長の支援を求めている。これらの点から教育的価値の継承は不可能ではなく，教育的配慮の継承はせざるを得ないと考えられた。

表1 抽出した国内先行研究

著者（出版年）	部活動の意義・効果・影響があると普及がある観点
大石（2010）	体力・運動能力
大石（2011）	体力・運動能力
小川ほか（2008）	体力・運動能力
小川ほか（2009）	体力・運動能力
松沢・多田（1990）	運動能力
東恩納ほか（2020）	健康・体力の保持増進
松井（2020）	子どもの健全育成，気軽に運動・スポーツに親しむ環境
小川ほか（2005）	生涯の健康保持のための運動処方
浪越ほか（2003）	生涯にわたるスポーツに親しむ態度
松井・高島（2020）	人間形成
長澤・松本（2017）	生徒の総合的な成長
乾（2021）	心身の鍛錬
小島（2004）	第二次社会化
長谷川（2021）	主体性，協調性
川口（2020a）	コミュニケーション，スポーツに親しむ態度，体力や技術の向上
川口（2020b）	社会的な資質・能力の形成
藤原・堀（2009）	人間関係，コミュニケーション能力
川口（1973）	友人関係
金森・蛭田（2018）	対人関係，非認知能力の習得，部活動において習得していることと企業が求める人材要件との合致
青柳ほか（2016）	人間関係形成・社会形成能力，自己理解・自己管理能力，キャリアプランニング能力
渋谷ほか（2018）	心理社会的スキル
松田・田村（2017）	社会的スキル（大学生がスポーツ指導の経験を積むことで影響する）
大隈（2022）	感じる力，考える力，コミュニケーション力，生きる力
尾原（2018）	非認知能力
葛西・石川（2014）	スポーツ成長感，レジリエンス
上野（2014）	ライフイベントへの対処
上野（2007）	ライフスキル，時間的展望
青木ほか（2011）	ライフスキル
井上ほか（2011）	生活習慣
明珍・野田（1999）	生活習慣
大隈・清水（2014）	心理社会的発達課題
上野（2008）	同一性形成
富永ほか（2007）	精神的健康度
中原（権藤）ほか（2016）	精神的健康度
上野・若原（2013）	精神的回復力
高橋ほか（2012）	他者への貢献
霜島ほか（2023）	徳性
内倉・谷口（2010）	社会性，生活充実感
松井（2017）	心理的成長，学校適応
上野（2012）	将来に対する希望，現在の活動に対する充実感
深見・岡澤（2016）	満足度

表2 抽出した海外先行研究

著者（出版年）	概要
Pfeifer and Cornelissen（2010）	ドイツの青少年のスポーツ活動参加は教育達成度に有意なプラスの効果をもたらす。
Doty（2006）	人格はスポーツの場で鍛えられるものである。また，人格形成が目的であると明言され，計画されている場合に限る。
Onar-Fauzee et al.（2012）	意図がなければスポーツにおける人格形成は困難。
Trudeau and Shephard（2008）	学校カリキュラムに体育を加えても学業成績は下がらない。体育の時間を削いで教科や教育課程の時間を増やしても成績が向上することはない。健康に影響を及ぼす可能性がある。
Liu and Lipowski（2021）	スポーツがミョウケーションが生徒の学習意欲と学業成績向上にプラスに作用をする。
Koku and Hein（2003）	放課後にスポーツをしていた男女生徒はしていない生徒よりも学校体育授業に参加する意欲が高い。
Dana（2017）	アドベンチャー教育の内容が教育的側面と満足度側面に大きな影響を与えることが明らかになった。体育・スポーツ教師の養成にアドベンチャー教育の内容は魅力的。
Romanchuk et al.（2020）	プログラム参加した土官候補生は，職業活動中に高い身体活動を示し続けることができることを示唆し，職業的なパフォーマンスのレベルを維持するのに役立つ。
Caruso（2011）	スポーツへの参加は犯罪の減少または防止の役割を果たし得る。
Ferris et al.（2015）	スポーツにおける人間関係（コーチ，選手間・選手，選手間）を通じて選手の人格形成を促進する。

【結論】

地域移行において運動部活動の教育的配慮をはじめとした価値を継承することは必要不可欠であり，地域の指導者は運動部活動や生徒一人一人の文脈を踏まえた指導をする必要である。これらの結果は，あくまでも本調査で取得できた文献からなるものである。解釈に注意が必要である。

小学校低学年におけるネット型ゲームに発展するボールゲームの 授業づくりに関する研究： テニスを基にした易しいゲームへの系統性に着目して

小川 由活（国土館大学大学院スポーツ・システム研究科）

内野真太郎（国土館大学大学院スポーツ・システム研究科） 陳 洋明（国土館大学体育学部）

キーワード：小学校体育科，ボールゲーム，攻守一体ネット型ゲーム

【背景・目的】

平成29年に告示された小学校学習指導要領解説体育編（文部科学省，2018）のネット型では、「バドミントンやテニスを基にした易しい（簡易化された）ゲーム」の攻守一体ネット型ゲーム（以下「攻守一体型」と略す。）について例示された。これに沿った教材として、今井（2013）の「テニピン」と西村（2015）の「ボンバーゲーム」があるが、小学校低学年を対象とした攻守一体型に発展するボールゲームの実践は見られなかった。このため、小学校中学年以降のネット型ゲームに系統する小学校低学年児童を対象にしたボールゲーム教材を考案する必要がある。そこで本研究では、「コロコロハンドテニス」という攻守一体型に発展するボールゲーム教材を導入した実践を通して、その学習成果を検討することを目的とした。

【方法】

1. 期日・対象

本研究は、東京都F市立F小学校の低学年児童を対象に、小学校低学年の2学年間に渡って実践を行った。小学校1年生段階の授業実践では、96名を対象に分析及び評価を行った。次の2年生段階の実践では、2時間目と6時間目の授業に参加した127名を対象に分析及び評価を行った。

2. 教材づくりの視点

本教材は、地面の上を手の平でボールを転がしながらお互いに打ち合うように指導した。打ち方については、ボールの打ち方右手・左手の手の平でボールを打つようにさせた。学習の場については、縦6m横4mのコートを設定し、自陣と相手を分けるため、縦3mの位置に支柱代わりのカラーコーンを置き、ゴム紐を張った。

3. 小学校低学年2年間を通した授業計画

小学校1年生段階の単元指導計画の作成にあたっては、小学校学習指導要領解説体育編（文部科学省，2018）及び『個が輝く！「テニピン」の授業づくり』（今井，2021）の文献を参考に作成した。また対象校の調整により、本単元は3時間で構成した。小学校2年生段階の単元指導計画の作成にあたっては、小学校1年生段

階で行った実践を踏襲し、ボール操作及びボールを持たない時の動きの技能を高めるための学習内容を設定し、6時間分の単元指導計画を作成した。

4. 評価方法

ボール操作及びボールを持たない時の動きの技能を評価するため、小学校1年生段階では、「ラリー対決の技能評価表」、小学校2年生段階では、「コロコロハンドテニスゲームの観察的評価基準」を作成し評価した。

【結果及び考察】

1. 小学校1年生段階で実施した「ラリー対決」では、転がってきたボールを相手がいるところに直接打ち返す技能を身につけることができ、ラリーを長く続けることが可能であると明らかになった。また、相手がいるところにボールを転がすためには、「打点に入る動き」が必要であることが示唆された。
2. 小学校2年生段階では、相手がいないところを狙うことを目的とした「コロコロハンドテニスゲーム」を行うことで55.2%の児童が、その技能を習得していたことが明らかになった。相手がいないところにボールを転がすためには、ボールが転がってくるコースに後ろから回り込む技能を身につけることが重要である。

【結論】

本研究の結果から、「コロコロハンドテニス」を用いた授業を行うことで、攻守一体型に求められる基本的な技能を習得できる教材であるといえる。

【追記】

本研究は日本スポーツ教育学会第43回国際大会で発表した内容（小学校1年生段階のデータ）を一部活用し、小学校2年生段階の成果も踏まえて縦断的に検討したものである。

【主要引用・参考文献】

1. 今井茂樹. 体育科教育. 61 (5). 2013.
2. 今井茂樹. 小学校体育新教材－個輝く！「テニピン」の授業づくり－. 2021.
3. 文部科学省. 小学校学習指導要領（平成29年度告示）解説体育編. 2018.
4. 西村正之. 体育科教育. 63 (10). 2015.

運動感覚の養われ方をパフォーマンスと理解度の両側面から分析して 指導法を探る：小学4年生における跳び箱運動の授業を通して

中林由紀子（東京学芸大学大学院教育学研究科，本庄市立本庄東小学校）

原 英喜（東京学芸大学教育学部，國學院大學）

鈴木 聡（東京学芸大学教育学部） 仲宗根森敦（東京学芸大学教育学部）

久保田浩史（東京学芸大学教育学部） 森山進一郎（東京学芸大学教育学部）

キーワード：動感の変容，動感画，言語化

【背景・目的】

児童が体を動かしながら動感を言語化し，その技ができるようになることが重要である。跳び箱運動において，それぞれの局面に類似した感覚づくりの運動を体感することや，動感を促すような仕掛けにより動感の表現が変容し，技能が向上すると考えられる。授業を実践し，児童が抱えている「自分の体が動いている感じ」の変化についての分析や運動感覚と技能との関連を検証することは有益であると考えられる。児童を対象とした技能の向上と運動感覚の変容に着目した跳び箱運動の指導の有効性を検討することを目的とした。

【方法】

公立小学校第4学年の児童を対象に，教職経験11年の小学校教諭が感覚づくりの運動と学習ノート記載時に紙人形を活用した全7時間の跳び箱運動単元の授業を行い，全ての授業に参加した86名を分析した。第1・7時間目に準備運動と感覚づくりの運動を実施し，その後試技1回を撮影し分析した。跳び箱の高さは4～6段のうち児童本人が選択した。開脚跳び動作の観察的評価項目は，①予備踏み切り・踏み切り，②着手・空中姿勢，③着地，④全体の4項目3観点を1～3点に設定し，動感画と体が動いている感じを表す言葉の合計点数との関係については，ノンパラメトリック Wilcoxon 符号順位検定を行ったのち1時間目の観察的評価の合計点の10点台を下位群，20点台を中位群，30点台を上位群とし，分析を行った。

【結果および考察】

観察的評価においては，合計点の中央値が向上し，特に1時間目の観察的評価の合計点の下位群の児童が最も向上した（図1）。跳び箱運動の初期段階にいる児童には，感覚づくりの運動と紙人形を使った授業の振り返りなどが開脚跳び技能の向上につながったと考えられた。

動感画の数と言葉の数については，双方とも増加が認められた。動感画や言葉が減少した児童でも跳び箱運動の開脚跳びを行う際のポイントとなる部分を学習カードに描くことが観察され，感覚づくりの運動や動感を促す

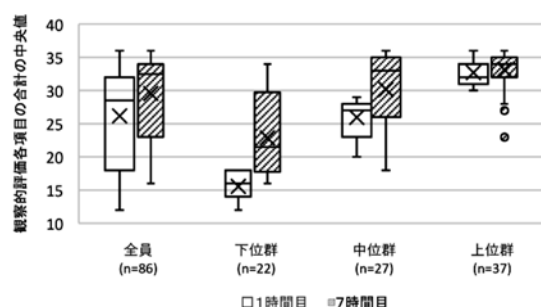


図1 観察的評価項目の点数によるグループ別変容

紙人形の使用が，運動感覚の変容に働きかけた指導になっていたと推察された。下位群の1回目から7時間目にかけての観察的評価による合計点の差と，動感画のコマ数と言葉の数の合計の差の関係では，本授業で実施したそれぞれの局面に類似した感覚づくりの運動が，跳び箱の開脚跳びの技能と体が動く感じを表現することの向上に關与したと考えられた。



図2 動感画の変容例（1時間目：左 7時間目：右）

【結論】

感覚づくりの運動および動感を促す紙人形を取り入れた授業は，跳び箱運動の技能の向上および体が動く感じの表現の変容に効果あることが示唆された。観察的評価の合計点の下位群は，跳び箱運動の技能の向上と体が動く感じの表現の変容に關連することが示唆された。

【文献】

1. 村山，スポーツ運動学研究，29，2016.
2. 佐野ほか，体育学研究，65，2020.

水泳運動領域におけるICTを活用した授業づくりに関する研究： 小学校高学年を対象とした水泳ドリル教材の開発を通して

内野真太郎（国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科）

小川 由活（国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科）

陳 洋明（国士舘大学体育学部）

キーワード：小学校体育科，水泳運動領域，ICT教材

【背景・目的】

小学校体育科において器械運動系や陸上運動系，ボール運動系といった運動領域では，ICTを活用した研究が数多くなされている。しかし，水泳運動領域では，仙石ら（2009）が小学校高学年を対象とした水泳学習支援Web Siteの導入法について研究がされているものの，今日の学校体育における水泳運動領域に関するタブレット端末などのICTを活用した研究はほとんど見受けられなかった。そこで，本研究では，クロールに着目した技能向上につながる「水泳ドリル教材」を開発し，ICTを活用した水泳運動領域の授業づくりを行い，小学校6年生を対象とした実践を通して，その成果を検討することを目的とした。

【方法】

1. 期日・対象

東京都I市立I小学校の6年生92名を対象として，2023年6月27日～7月14日の間で，水泳運動の授業実践を4回実施した。

2. 水泳ドリル教材の作成と単元計画の検討

「水泳ドリル教材」の作成にあたり，初級編，中級編，上級編の3つにレベル分けを行い，ポイント解説がされた動画を作成した。また本単元では，授業1，2回目にA，Bグループに分かれての泳法の習得に向けた練習を行い，授業3，4回目ではタイム測定及び動作撮影と課題別練習を行った。「水泳ドリル教材」は，課題別練習等の時間に活用できるようにするため，授業2回目終了後に各学級担任を通して児童に配信した。

3. データ収集並びに分析

課題別練習の振り返りに関する学習カード及び課題別練習時に選んだドリル種目とそのドリル種目を選んだ理由に関する学習カードの記入，12.5mのクロールのタイム測定及び水中及び水上からの動作撮影を授業3回目及び4回目に実施した。撮影した映像をもとにクロールの観察的評価基準（猪山，2023）を参考に技能評価を行った。

【結果及び考察】

授業3回目から4回目でタイムの推移を分析し，水泳が苦手な児童において1.03秒のタイムの伸びがみられた。クロールの技能得点の分析を行い，「水中での腕の動き」，「足の動き」，「呼吸動作」に関する技能の向上が全体でみられた。タイム測定及び動作撮影において，1回目から2回目でタイム及び技能得点を特に大きく伸ばしていた児童を分析し，課題別練習の際に，「片手クロール」，「手の形チョキ&グークロール」，「肩タッチクロール」，「ビート板片手クロール」が多く使用されていた。また，ドリルを選択していた理由として「腕を大きく回せるようにするため」や「先に片手クロールをすることで腕の動きを理解するため」といった記述がみられた。

【結論】

1. 本研究で作成した「水泳ドリル教材」を基点にした課題別練習は，水泳が苦手な児童に対して泳力を向上させるうえで有効なものであることが明らかになった。
2. 本研究で作成した「水泳ドリル教材」を基点とした課題別練習に取り組ませることで，「水中での腕の動き」，「足の動き」，「呼吸動作」に関する技能が向上することが明らかになった。
3. 本研究で作成した「水泳ドリル教材」の「片手クロール」，「手の形チョキ&グークロール」，「肩タッチクロール」，「ビート板片手クロール」は，クロールのタイム及び技能を向上させる上で有効なドリル教材であることが明らかになった。
4. 本研究で作成した「水泳ドリル教材」を介した選択的な学習は，思考力，判断力，表現力等を育成する上で機能することが明らかになった。

【文献】

1. 猪山雅也，令和4年度国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科修士論文，2023。
2. 仙石泰雄ほか，スポーツ教育学研究，28（2），2009。

課題解決型学習を目指した中学校1年生における 骨盤を覆う形状の浮き具を用いた水泳授業の実践

豊田 郁豪（東京学芸大学大学院 連合学校教育学研究科）

直井 清貴（東京学芸大学附属小金井中学校）

鈴木 聡（東京学芸大学） 若吉 浩二（大阪経済大学）

原 英喜（東京学芸大学） 森山進一郎（東京学芸大学）

キーワード：水平姿勢，浮力，体育

【背景・目的】

現行の中学校の水泳授業では、クロール（以下、Fr）や平泳ぎ（以下、Br）の習得および記録で競う楽しみを感じることが目指されている。BrやFrを泳ぐ場合、下肢を浮かせることは泳法習得や泳速度向上につながる。下肢の沈みを抑制する道具の一つに、泳力向上効果が期待されている骨盤を覆う形状の浮き具（図1、骨盤ヘルパー）がある [1, 2]。

そこで本研究は、骨盤を覆う形状の浮き具を用いて水平姿勢の重要性和浮力を理解する水泳授業の有効性の検証を行うことを目的とした。

【方法】

本体育授業の参加者は、T大学附属中学校に通う95名の中学校1年の生徒とした。授業は骨盤ヘルパーを用いて行われ、1回50分間とし4回実施された。プールの水深を考慮し身長を基に5人1組となるようグループ分けを行った。泳力の変化を確認すべく、初回授業前と最終回授業後に骨盤ヘルパーを着けずにFrまたはBrを行い、泳記録（25m可泳者）もしくは可泳距離（25m非可泳者）を測定した。さらに最終授業終了後に、自由記述および5件法を用いた振り返りシートを配布し、生徒の内省の変化を確認した。

授業では「水の抵抗を学ぶ」という单元の中で、骨盤ヘルパーを用いた。各回の授業はじめには、本時の目標を都度提示し、一人一つずつ骨盤ヘルパーを使い、練習を実施した。練習の開始に先立ち、各グループで泳法の

課題点を議論した上で授業冒頭に紹介のあった内容課題を選択させた。なお、各練習の泳距離や本数は任意とし、授業中には適宜修正点や感想を共有させた。統計処理は有意水準を5%とし、指導前後の泳記録はt検定を、5件法によるアンケート調査はウィルコクソンの符号付順位検定を行った。結果に関しては得られたデータに対して「平均値±標準偏差」で示した。

【結果及び考察】

Frの泳記録は指導前26.56秒±9.87、指導後24.02秒±8.16、Brの泳記録は指導前35.77秒±7.18、指導後33.12秒±7.08であり指導後は有意に改善された。可泳距離は指導前8.3m±3.7、指導後22.1m±7.6、水泳の好感度は指導前3.4点±1.8、指導後4.1点±1.0であり、両項目ともに指導後が有意に改善された。また、振り返りシートの記述から、「骨盤ヘルパーを用いたことで、着用時と非着用時の泳ぎの違いを体験でき、速く泳ぐためには身体を浮かせることが重要であると実感した」という内容が散見された。泳者が水中を進む際、下肢の沈みを軽減することで圧力抵抗が減少し泳速度が高まる。すなわち、浮力により身体を浮かせ水平姿勢をとる重要性の理論的背景に対する理解が深まったことが確認された。そのため骨盤ヘルパーを用いた授業は、生徒が自身や他者の泳課題を発見および解決することにつながり、特に姿勢と抵抗の関係に着目することができたことで、泳力の向上に効果があると考えられた。

【結論】

骨盤ヘルパーを用いた授業は、水平姿勢を保つことにより水の抵抗への理解を促すとともに泳力を改善させることが明らかとなった。

【文献】

1. 豊田ら，教育支援協働学研究，6，印刷中
2. Watanabe et al., International journal of aquatic research and education, 13, 2022.



図1 骨盤ヘルパー

競泳日本学生選手権における団体順位の傾向： 1位・3位・8位による比較

萩原 謙太（日本大学大学院文学研究科）

野口 智博（日本大学文理学部）

キーワード：競泳，日本学生選手権，団体比較

【背景・目的】

競泳競技の日本学生選手権では，個人種目の勝敗を決めるのみならず，団体での総合順位も併せて決定する。そこで，団体総合優勝を勝ち取るチームの傾向を理解することによって高校生勧誘を含め，より戦略的なメンバー構成を作ることができる。しかし，日本学生選手権での団体順位における研究はなされていない。そこで本研究は，競泳日本学生選手権における女子団体順位の得点傾向について調査した。

【方法】

対象チームは日本学生選手権の団体1位，3位，8位の3チームとした。調査年度はチーム特定を防ぐため，報告は行わないこととし，a年度，b年度，c年度の3年度分の調査を行なった。調査項目は表1に記載した。表に記載した項目をSEIKOリザルトのホームページから引用し，Excelにまとめ精査した。団体順位の決定は各個人競技において，1位20点・2位17点・3位16点…8位11点（1～8位はA決勝），9位8点・10位7点…16位1点（8～16位はB決勝）ただし，リレー種目得点はこの得点の2倍となる。

表1 調査項目

・全種目予選出場者数（出場種目数）
・全種目A.B決勝進出数
・個人種目の得点数
・リレー種目の得点
・種目別の得点分布
・総得点からの種目別の割合
・総得点からのリレーの割合

【結果・考察】

優勝チームにはある傾向やタイプが存在した。比較的人数の多いチームと比較的人数の少ないチームに分類し（表2）検証をしたところ，多くの優勝チームは自由形と他種目の2種目での種目別平均得点を見ると，20点以上獲得している。優勝チームにはお家芸種目が2種目以上ある事が分かる。特に自由形はリレー種目全て関わり

1番手だけではなく2，3番手選手の育成も重要となる。また，他種目の各チームのお家芸種目の育成も，メドレーリレーに大きな力となり，個人種目強化が倍得点のリレーへと繋がると考えられる。リレーに関して，優勝チームは総合得点比率は高くはないものの，リレー3種目の合計得点を下位チームと比較すると，1番多く獲得していた。人数の多いチームほどリレーの獲得点数が高く，且つ，層の厚いチームは予選と決勝でメンバーチェンジが行えるため，トップ選手の体力温存が可能となる。人数の少ないチームは，トップ選手が予選・決勝を泳ぐため，トレーニングの際にレースを何本も泳げる力を蓄える必要がある。

表2 優勝校タイプ分類

	予選 出場数	決勝進出 割合	下位チームと比較した 個人得点の割合	下位チームと比較した リレーの得点差
人数(少)	少ない	高い	高い	小さい
人数(多)	多い	低い	低い	大きい

【結論】

優勝チームには2つのパターンがあり，大まかに人数の多いチームと人数の少ないチームに分かれた。人数の少ないチームは多くの選手が決勝に駒を進め，かつ得点を多く獲得することが重要である。人数の多いチームは少しでも多く決勝に駒を進め点数を稼ぐことが重要であり，両パターンともに，リレーにて点数を下位チームより獲得することは必須であった。最後にお家芸種目を2種目以上作ることが必要であり，強化を進める上でも重要なポイントであると考えられた。

【文献】

1. SEIKO（2023）競泳リザルト速報サービス。http://swim.seiko.co.jp/，（2023年3月5日）

海外で成果を挙げた一流コーチのコーチング： 異なる文脈にどのように対応したか？

野口 智博（日本大学文理学部）
谷本 晃輝（日本大学大学院文学研究科）

泉 敏郎（帝京平成大学人文社会学部）
萩原 謙太（日本大学大学院文学研究科）

キーワード：コーチング，コーチ育成，コーチング文脈

【背景・目的】

2019年よりJSPO（日本スポーツ協会）がコーチ育成方法を、大幅に変更した。そこでは、「文脈とはコーチングが行われている場の特徴」（JSPO, 2018）を示し、プレイヤーズ・センタードなコーチングをする上で、選手が育ってきた背景や環境などの文脈をも読み取ることの重要性が述べられている。

近年話題となっている「部活動地域移行」のみならず、民間コーチであれば人事異動など、コーチ自身が避けられない様々な状況に置かれたときに、文脈への対応の具体的な行動選択肢を有することはコーチにとって重要である。本調査は、社会環境が異なる3カ国でヘッドコーチを務め、五輪など国際大会でメダル獲得に導いたアーティスティック・スイミング（AS）の一流コーチへのインタビュー調査を試みたところ、コーチの文脈対応法に関する貴重な示唆を得た。

【方法】

JSPO公認コーチ4保持者で、3カ国でヘッドコーチを務めたASコーチ1名に、Zoomを用いた半構造化インタビューを実施した。得られた語りをJSPOが行う指導者育成の「コーチング文脈」で示された「異なる文脈への対応」「共通した対応」の大項目に分類し、各項目を更に6つに分類し3カ国間で比較した。

【結果・考察】

まず、着任初期は「自分のやり方を転移する」のではなく「その国の文化」や「選手たちの育成環境」を知ることが重要であると述べた。次に、「選手たちがどのような言葉でスイッチが入るのか？」を、練習中や練習環境外でのコミュニケーションから探り出すようにした。

共通の対応は、概ねこれらの次の段階で実施されていた。この指導者自身の競技哲学「美しいものを魅せるのがAS」から、日常生活や選手としての心構え・行動を提案し、選手たちがそれらを実行した。例えばスペインでは「ASは同調性が大事だから時間を守る」「荷物を散らかすのは美しい」など、ASの特性に準え指導をした。

この段階では「見聞を広げる」ことも重視し、専門知識以外に、他国の文化や言語なども指導した。例えば中国の選手に英語で練習日誌を書かせるなど、選手の視野を広げるよう促した。コーチ自身はその期間も、他競技のコーチ仲間と、オンラインなどでコミュニケーションを取りつつ、インスピレーションに残った方法や考えなどを吸収しながら、コーチとしての学びを進めていた。

表1 3カ国で異なる対応をしたこと

	文脈の違い	選手たちの資質の違い	個別に指導で対応したこと
アメリカ	・大学選手を募集。システムコアなども重視。 ・学校で教える。システムコアなども重視。 ・「試合文化」があるため、指導もチームが中心。 ・一人ひとりの選手を大事にして、生活も支援できる必要がある。 ・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。 ・練習は選手たちで、指導はコーチが中心にしていた。	・自己主張が強い。一人ひとりの選手を大事。 ・競技が楽しくて、好きで取り組む選手が多い。 ・他競技の選手との関係が良好な。チーム内での練習でも、他競技の選手と交流している選手が多い。 ・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。 ・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。 ・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。	・大学イベント（大会）参加に力を入れた。 ・「選手とコーチ」の関係の重要性を説き、選手も入れる。 ・「試合は練習する」 ・「練習は練習で、試合は試合」がある。 ・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。 ・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。
中国	・「一人ひとりの選手を大事にして、生活も支援できる必要がある」ことを重視した。 ・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。 ・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。 ・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。	・スポーツは競技が中心で、練習が中心になる。 ・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。 ・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。 ・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。	・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。 ・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。 ・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。 ・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。
スペイン	・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。 ・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。 ・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。	・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。 ・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。 ・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。	・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。 ・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。 ・「試合文化」は日本と異なるので、システムコアを重視する。

表2 3カ国で共通の対応をしたこと

	環境の整備	選手・周囲のスタッフとの接し方	コーチとしての学び
各国共通の対応	・「美しいものを魅せるのがAS」なので、日本の練習環境もその魅力を伝える。 ・「美しいものを魅せるのがAS」なので、日本の練習環境もその魅力を伝える。 ・「美しいものを魅せるのがAS」なので、日本の練習環境もその魅力を伝える。	・練習環境以外の生活面でも選手と接する。選手と生活する機会を作る。 ・練習環境以外の生活面でも選手と接する。選手と生活する機会を作る。 ・練習環境以外の生活面でも選手と接する。選手と生活する機会を作る。	・ネットワークを築く。選手やコーチのネットワークを築く。 ・ネットワークを築く。選手やコーチのネットワークを築く。 ・ネットワークを築く。選手やコーチのネットワークを築く。

【結論】

海外で活躍する一流コーチは、最初から自身のやり方を転移せず、まず選手たちが置かれている社会環境を知ることが手がかかりとし、「対象国の文化や選手の育成環境を知る」ことから始める戦略を持っていた。加えて選手や他のスタッフとのコミュニケーションを重視し、段階的にコーチ自身の哲学を指導に反映させ、競技力向上に繋げていたことがわかった。

【参考文献】

1. 日本スポーツ協会, Reference Book, 2018.

大学生の体力と特性的自己効力感、及び主観的健康感との関連

今野 亮（明治薬科大学薬学部）

キーワード：体力テスト、特性的自己効力感、主観的健康感

【目的】

本研究の目的は、大学生の体力と特性的自己効力感（GSE）、及び主観的健康感（SRH）との関連について検討することとした。

【方法】

対象者は男子132名、女子222名、計354名（平均年齢＝18.32±.80歳、年齢幅：18～26歳）であった。対象者には、20歳～64歳対象の以下の新体力テスト6項目を実施した。①20mシャトルラン、②長座体前屈、③握力、④上体起こし、⑤立ち幅跳び、⑥反復横跳び。測定方法は、新体力テスト実施要項に準拠した。調査内容はGSE尺度、及びSRHであった。GSE尺度は、Sherer et al. (1982) [1] によって作成された尺度の邦訳版（成田ほか、1995）[2] を使用した。SRHについては、現在の自身の健康状態についてどう思うかについて「1. 不健康」から「5. 健康」のうちから一つを選択させた。両尺度ともに、高得点ほどそれらが高いと評価されるものである。

【結果、及び考察】

GSE尺度に対して、探索的因子分析（最尤法、プロマックス回転）によって得られた2因子13項目のモデルに検証的因子分析（最尤法、プロマックス回転）を行ったところ、GFI=.919、AGFI=.885、CFI=.890、RMSEA=.075であった。下位尺度の信頼性係数は、第1因子 α =.80、第2因子 α =.72であった。以上により、大学生におけるGSE尺度は2因子構造が容認された。

因子分析により抽出されたGSE尺度2因子、及びSRHに対して性別に体力テスト6項目との相関係数を算出した（Table1）。結果として、男子は一定の相関がみられた項目があり、女子は弱いながらも相関がみられる項目があった。それらは、いずれも有意であった。さらに、GSE下位尺度得点とSRHを上位群と下位群に分けて体力テスト各項目に対してt検定を行ったところ、有意差が確認された項目が認められた（Table2）。以上から、大学生の体力とGSE、及びSRHとの関連が示唆された。これらは、Bandura (1977) [3] が示した自己効力感が高く認知された時には積極的に多大の努力を払おうとする、積極的に課題に取り組む、などの行動特徴が

関係しているといえることができる。

Table 1. 体力テストとGSE下位尺度、及びSRHとの相関

	シャトル ラン (回)	長座 (cm)	握力 (kg)	上体 (回)	立ち幅 (cm)	反復 (回)
問題解決	.206*	.086	.010	.210*	.036	.320**
	.106	.245**	.112	.116	.137*	.031
対人関係	.379**	.126	.094	.309**	.173*	.478**
	.197*	.136*	.092	.272**	.216**	.218**
SRH	.325**	.137	.016	.204*	.165	.224**
	.234**	.198**	.135*	.138*	.186*	.174*
上段：男子、下段：女子				*p<.05	**p<.01	

Table 2. GSE尺度、及びSRHの群分けによる体力テストのt検定結果

		シャトル ラン (回)	長座 (cm)	握力 (kg)	上体 (回)	立ち幅 (cm)	反復 (回)
男子	問題解決	上位群 M	79.04	48.43	40.85	31.13	221.60
		n=72 SD	24.55	11.23	6.99	5.92	34.90
		下位群 M	67.57	45.39	42.02	29.13	217.53
		n=60 SD	21.39	11.94	6.57	5.49	25.93
		t	2.83**	1.51	-.98	1.99*	.75
		df	130	130	130	130	130
	対人関係	上位群 M	78.65	47.99	41.88	31.23	223.58
		n=83 SD	24.01	10.56	6.38	5.87	33.60
		下位群 M	65.65	45.46	40.54	28.51	213.27
		n=49 SD	21.22	13.17	7.47	5.30	25.34
		t	3.13**	1.21	1.10	2.66**	1.86
		df	130	130	130	130	130
	SRH	p群 M	80.49	47.88	41.76	31.49	222.37
		n=73 SD	24.74	11.11	7.33	5.63	36.53
		n群 M	63.06	43.61	40.80	27.75	215.41
		n=32 SD	21.28	13.08	6.44	6.11	22.33
女子	問題解決	上位群 M	44.86	52.56	27.67	24.29	169.62
		n=118 SD	15.35	9.26	4.57	5.76	31.15
		下位群 M	42.99	47.75	26.71	23.54	165.90
		n=104 SD	17.60	9.19	4.46	5.40	23.32
		t	.84	3.87**	1.58	1.00	1.00
		df	220	220	220	220	220
	対人関係	上位群 M	47.28	51.23	27.55	25.29	173.70
		n=112 SD	17.15	9.22	4.33	5.32	28.78
		下位群 M	40.63	49.37	26.88	22.56	161.96
		n=110 SD	15.02	9.75	4.72	5.56	25.47
		t	3.07**	1.46	1.11	3.73**	3.22**
		df	220	220	220	220	220
	SRH	p群 M	46.59	51.50	27.69	24.53	170.22
		n=153 SD	16.92	9.72	4.71	5.38	28.72
		n群 M	36.71	47.27	26.60	23.67	158.38
		n=24 SD	13.02	8.59	4.24	5.60	32.71
		t	2.73**	2.01*	1.07	.73	1.84
		df	175	175	175	175	175
				*p<.05	**p<.01		

【文献】

1. Sherer et al., Psychological Reports, 51, 1982.
2. 成田ほか, 教育心理学研究, 43, 1995.
3. Bandura, A., Psychological Review, 84, 1977.

大学陸上競技における混成選手の体力的特性

近松 俊弥（国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科）

岡田 雅次（国士舘大学体育学部）

熊川 大介（国士舘大学体育学部）

キーワード：陸上競技，混成競技，体力的特性

【背景・目的】

混成競技については，競技パフォーマンスの分析や種目得点についての分析といった研究が多く行われてきたが，陸上競技の他競技種目と比較し，体力的特性を明らかにした研究は少ない．そこで本研究は，少ない種目数でより専門的にトレーニングを行う短距離及び跳躍選手と比較することにより，複数の競技種目に対してトレーニングを行わなければならない混成選手の体力的特性を明らかにすることを目的とした．

【方法】

（1）被験者

被験者は男子大学陸上競技選手21名（短距離9名，跳躍7名，混成5名）とした．

（2）身体的特性

身長，及び体組成分析装置（InBody720）を用いて体重，体脂肪率，除脂肪体重を測定した．

（3）連続リバウンドジャンプテスト

ジャンプマット上にて両手を腰に添えた状態で5回の連続したリバウンドジャンプを行わせ，すべての跳躍動作において跳躍高と接地時間を測定した．その後，図子ほか（1993）を参考に跳躍高を接地時間で除したりバウンドジャンプ指数（RJI）を算出した．

（4）ウィングートテスト

電気ブレーキ式の自転車エルゴメーター（パワーマックスⅧ）による「ウィングートテスト」（負荷：体重の7.5%，運動時間：30秒）を利用し，最高パワー（PP），体重当たりの最高パワー（PP/kg），30秒平均パワー（MP），体重当たりの30秒平均パワー（MP/kg）を測定した．

（5）漸増負荷テスト

トレッドミルによる漸増負荷テストを行い最大酸素摂取量（VO₂max）及び体重当たりの最大酸素摂取量（VO₂max/kg）を決定した．漸増負荷テストは，最初の負荷を10.2km/hまたは12.0km/hに設定し，1分毎に0.6km/hずつ漸増させ，疲労困憊になるまで行わせた．運動中の呼気ガスは呼気ガス分析器（AE310）を用いて，breath-by-breath法により分析した．

【結果】

表1に，各種測定値を種目別に比較した結果を示した．

身長，体重，除脂肪体重は，混成選手が短距離及び跳躍選手より有意に高い値を示した．体脂肪率は有意差が認められなかった．

連続リバウンドジャンプテストにおけるRJIは有意差が認められなかった．

ウィングートテストにおけるPPは，短距離及び混成選手が跳躍選手より有意に高く，PP/kgは，短距離選手が跳躍選手よりも有意に高い値を示した．また，MPは，混成選手が短距離及び跳躍選手よりも有意に高い値を示し，MP/kgは有意差が認められなかった．

漸増負荷テストにおけるVO₂max及びVO₂max/kgは有意差が認められなかった．

表1 各種測定項目の平均値

	短距離(n=9)		跳躍(n=7)		混成(n=5)	
身長(cm)	172.2	± 5.4	171.7	± 3.9	180.5	± 4.1 * #
体重(kg)	67.6	± 4.3	65.7	± 4.6	75.9	± 4.6 * #
体脂肪率(%)	11.1	± 2.2	12.0	± 2.8	11.6	± 5.5
除脂肪体重(kg)	60.1	± 4.0	57.8	± 4.0	67.0	± 3.2 * #
RJI	2.670	± 0.483	2.819	± 0.244	2.804	± 0.343
PP(W)	892.1	± 91.6	786.3	± 65.3 *	969.2	± 49.0 #
PP/kg(W/kg)	13.2	± 0.8	12.0	± 0.6 *	12.8	± 0.4
MP(W)	674.3	± 71.0	608.1	± 38.5	750.8	± 14.0 * #
MP/kg(W/kg)	10.0	± 0.9	9.3	± 0.2	9.9	± 0.5
VO ₂ max(ml/min)	3703.2	± 226.5	3753.6	± 181.4	3994.8	± 214.3
VO ₂ max/kg(ml/min/kg)	54.9	± 6.2	57.3	± 5.0	53.0	± 3.0

平均値±標準偏差 * : vs短距離 # : vs跳躍

【結論】

複数の競技種目を行う混成選手は，短距離及び跳躍選手とは異なり除脂肪体重が多く，高い無酸素性作業能力を有するが，有酸素性作業能力は同程度であることが明らかになった．

【文献】

1. 図子ほか，体育学研究，38（4），1993．

陸上競技投てき種目におけるベンチプレスを用いた 新たな評価指標作成の試み

宮内 育大（日本大学スポーツ科学部）

高山 俊（昭和女子大学大学院生活機構学研究科）

キーワード：投てき種目，ベンチプレス，1080Quantum

【背景・目的】

陸上競技投てき種目のように爆発的な力発揮が求められる（前田ら，2018）．その上肢のトレーニング手段の1つとしてベンチプレス（以下：BP）は最もポピュラーな種目である．しかし，そのセット法や重量設定は様々であり，コントロールテストの1つとしても採用されているが，競技特性に直結するような評価指標や方法論は確立していない．そこでウエイトトレーニングの1つであるBPと競技パフォーマンスとの関係性を明らかにし，トレーニング手段としての新たな知見を提案することを目的とした．

【方法】

被験者は陸上競技男子投てき競技者かつトレーニング活動として週2回以上BPに取り組んでいる14名とした．実験試技はウォーミングアップを行い，実験当日のBPの最大挙上重量を測定した．測定された挙上重量の70%を実験試技重量として設定し，被験者には日常的に取り組んでいる方法でBPを実施してもらった．実験試技は，1080Motion社の1080Quantumを用いて測定を行い，挙上時間（s），バーの挙上速度（m/s），バーに対して加わった力（N）を計測し，得られた情報からPower（Nm/s）とsticking局面以前のPowerの立ち上がり（以下：傾きa）を算出した．なお分析局面は，投てき動作と類似するconcentric局面のみとした．1080Quantumより得られたデータおよび算出されたデータについて比較を行うため，統計ソフト（IBM SPSS Statistics 25）を用いて相関分析を行った．なお，いずれの統計処理も危険率5%未満を有意水準とした．

【結果】

IAAF scoreと本研究における各測定項目の相関分析の結果，表1の通りPower，傾きa，Forceで有意な正の相関関係がみ

表1 競技力との相関分析結果

IAAF score			
	相関係数	p 値	
time(s)	r=-0.23	p=0.414	
power(Nm/s)	r=0.75	p=0.002	***
傾きa	r=0.69	p=0.005	***
Force (N)	r=0.62	p=0.017	**
Speed (m/s)	r=0.27	p=0.359	
BP MAX (kg)	r=0.38	p=0.178	

られた．特に有意な傾向が観られたPowerと傾きaについて焦点を当て，考察していく．

【考察】

パワーの時系列変化についてみると，競技力やBPの挙上重量が同程度であるが傾きaなどの変化において大きな差がみられる（図1）．爆発的な力発揮について，短時間に大きな力を発揮することが求められ，その評価指標として力と時間の関係性から見た立ち上がり率（RFD）として示されている（Maffiuletti et al., 2016）．その視点に立って，本研究におけるPowerと時間の関係性から成り立つ「傾きa」が同様の評価指標になっていると考えられる．また，本研究の「傾きa」やPowerの値に着目している点から，concentric局面開始時点sticking局面出現時点まで短い局面に着目しており，この局面が実際の投てき動作時における爆発的な力発揮局面と類似した状態を示しているのではないかと考えられる．加えてこの局面はBosco・Komi（1979）が指摘する伸張一短縮サイクル運動（SSC）による伸張反射を利用できる局面でもあると考えられる．よってその局面に着目し，Powerの立ち上がり率となる「傾きa」や最大発揮Power値を検討することで，競技パフォーマンスに直結した新たな評価が行え，新たな知見の提案にもなると考えられる．

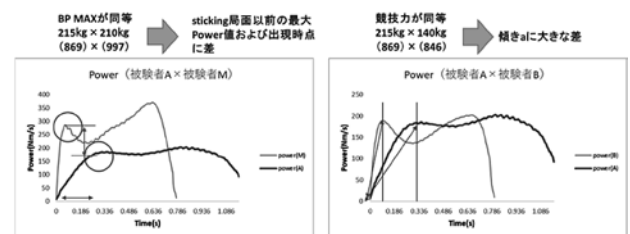


図1 Powerの時系列変化

【文献】

1. 前田ほか，コーチング学研研究，31（2），2018.
2. Maffiuletti et al., J. A. Physiology, 116, 2016.
3. Bosco・Komi, Acta physiol Scand, 106, 1979.

レスリング競技能力の違いからみた高強度間欠的全力ペダリング中の 仕事量および生理学的応答の特徴

藤戸 靖則（国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科）

平野 智也（国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科）

柏木 悠（専修大学スポーツ研究所） 山本 智貴（国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科）

和田 貴広（国士舘大学体育学部） 船渡 和男（国士舘大学体育学部）

キーワード：レスリング、高強度間欠的全力ペダリング、生理学的応答

【背景・目的】

レスリング選手の体力評価は、レスリング競技と異なる持続的な運動で評価されている。レスリングの競技成績が高い選手は低い選手より運動後の心拍数および血中乳酸値が低いことが報告されている [1]。レスリング競技の様な間欠的な運動は、無酸素性および有酸素性能力が複合的に必要になる種目である。レスリング競技と類似した運動様式で体力評価を行うことで、選手の競技成績に関する能力評価が可能になるのではないかと考えた。本研究の目的は、レスリング競技能力の違いからみた高強度間欠的全力ペダリング中の仕事量、酸素摂取量および心拍数の応答の違いを明らかにすることとした。

【方法】

対象者は、大学レスリング選手14名（大学生対象の競技大会にて入賞経験があるものを上位群：7名とし、その他の選手を下位群：7名）とした。実験プロトコルとして①漸増負荷テストを行い、Lactate Threshold (LT), Onset Blood Lactate Accumulation (OBLA), 最大酸素摂取量 (MAX) 時のパワーと酸素摂取量を記録した。初期負荷設定は90Wとし、3分毎に30Wの漸増を行い疲労困憊まで行った。②最大無酸素パワーテストを行い、最大無酸素パワーを記録した。試技は10秒×3回（休息2分）を行った。③90秒間ウィングートテストを行い、平均パワー（Mean power）を求めた。負荷は体重の7.5%とした。④間欠的高強度全力ペダリング（HIIE：15秒all-out, 30秒休息×9set）を実施した。レスリング競技の技を掛ける時間が3.1秒、技間の時間が23.6秒であること [2] から運動と休息時間を設定した。負荷は、体重の7.5%を60rpmで運動した際の仕事率になるように負荷を調整した。試技は、すべて自転車エルゴメーターにて実施した（HIIE：ワットバイク、その他：POWERMAX IV）。

【結果】

無酸素・有酸素性作業能力は群間に有意な違いはな

かった（表1）。また、HIIE中の仕事量、生理学的変数は、群間に有意な違いはなかった。HIIE中の仕事量、%HRmax, VO₂の比較では、効果量中と大を示した（表2）。レスリング選手の上位群はHIIE時の生理学的応答が速く、下位群より大きな仕事量を得ていることが考えられる。

表1 アネロビックおよびエアロビック作業能力テストの結果

項目	単位	上位群			下位群			p-values
		Mean	±	SD	Mean	±	SD	
Power@LT	W	138	±	23.1	131	±	39	0.68
Power@OBLA	W	197	±	15	192	±	13	0.51
Power@Max	W	259	±	25	248	±	14	0.34
VO ₂ max	ml/kg/min	51.5	±	5.0	50.7	±	3.7	0.74
MAnP	W	848	±	87	750	±	78	0.05
MAnP	W/kg	12.3	±	0.9	11.8	±	0.7	0.20
Mean power	W	401	±	30	359	±	41	0.05
Mean power	W/kg	5.8	±	0.3	5.6	±	0.4	0.26

表2 HIIEのパワー発揮および酸素摂取量の結果

項目	単位	上位群(n=7)			下位群(n=7)			p-values
		Mean	±	SD	Mean	±	SD	
Mean Power	W	552	±	49	500	±	38	0.05
Mean Power	W/kg	8.0	±	0.6	7.8	±	0.4	0.46
Peak Power	W	9932	±	140	815	±	86	0.09
Peak Power	W/kg	13.5	±	2.1	12.7	±	1.0	0.37
VO ₂ peak	ml/kg/min	48.8	±	4.8	46.1	±	3.2	0.24
%VO ₂ max	%	95.1	±	8.4	91.3	±	7.8	0.40
HR _{peak}	bpm	176	±	6	170	±	6	0.05
%HRmax	%	96.3	±	3.0	92.7	±	3.7	0.07
La _{peak}	mmol/L	16.8	±	4.8	16.5	±	4.7	0.55

【結論】

レスリング競技能力の違いによってHIIE中の仕事量、生理学的応答の特徴が異なる可能性が考えられる。

【参考文献】

1. Chino K. et al., Int J Wrestling Sci, 2, 2012.
2. Cipriano N., J Strength Cond Res, 7, 1993.

自重負荷を用いた高強度間欠的トレーニングが 成人女性の最大酸素摂取量および最大無酸素性パワーに及ぼす影響

松井 咲樹（日本女子体育大学大学院スポーツ科学研究科）

沢井 史穂（日本女子体育大学体育学部）

キーワード：高強度間欠的トレーニング，最大酸素摂取量，最大無酸素性パワー

【背景・目的】

タバタトレーニングと呼ばれる高強度間欠的トレーニングは自転車駆動を用いたものであるが、昨今は自重負荷を用いる方法も広まっている。しかし、それらがタバタトレーニングとしての効果をもたらすかどうかは十分明らかにされていない。

本研究の目的は、自重負荷を用いた代表的なエクササイズの生理学的運動強度の評価を行い、高強度とみなされたエクササイズを用いた間欠的トレーニングを成人女性が実施した場合の最大酸素摂取量と最大無酸素性パワーに及ぼす影響を明らかにすることであった。

【方法】

実験1：自重負荷エクササイズ5種目の生理学的運動強度の評価

対象者は健康な女子大学生10名（年齢 21.8 ± 1.2 歳）で、測定項目は、体組成、最大酸素摂取量、自重負荷を用いた5種目のエクササイズ（ジャンピングジャック&シザース、3ステップ膝上げ、中腰前後ダッシュ、バーピージャンプ、シングルレッグスクワット）遂行中とその前後の酸素摂取量であった。運動強度は、酸素需要量（20秒間最大努力でのエクササイズ実施時の酸素摂取量と終了後のEPOC（運動後過剰酸素摂取量）の和）により評価した。統計処理は種目間の平均値の差の検定をBonferroniの多重比較検定（有意水準5%未満）とした。

実験2：自重負荷を用いた高強度間欠的トレーニングの効果

対象者は定期的な運動習慣のない健康な成人女性18名（年齢 21.7 ± 1.5 歳）で、最大努力群9名、最大下努力群9名とした。トレーニング方法は、実験1で高強度とみなされたエクササイズ（バーピージャンプと3ステップ膝上げ）を1セット（20秒間運動+10秒間休息）ずつ交互に8セット、週3回6週間実施した。最大努力群は20秒間最大努力で動作を繰り返し、最大下努力群は最大努力の70%の動作回数で実施した。測定項目は、トレーニング前後の体組成、最大酸素摂取量、最大無酸素性パワー、トレーニング遂行中の動作回数と酸素摂取量であった。統計処理は、トレーニング前後の差の検定

は対応のあるt検定、各関連はピアソンの相関分析を用いた（有意水準5%未満）。

【結果】

実験1

酸素需要量は、バーピージャンプ、3ステップ膝上げ、中腰前後ダッシュ、シングルレッグスクワット、ジャンピングジャック&シザースの順に高く、バーピージャンプと3ステップ膝上げは、シングルレッグスクワットとジャンピングジャック&シザースに比べて有意に高い酸素需要量を示し、中腰前後ダッシュはジャンピングジャック&シザースに比べて有意に高い酸素需要量を示した。

実験2

両群ともトレーニング後に最大酸素摂取量に有意な向上は認められなかった。一方、最大努力群においては脚筋量と最大無酸素性パワーが有意に向上した。

【考察】

最大努力群の6週間の合計動作回数が多い者ほど最大酸素摂取量の増加率が大きかったが、自重負荷によるエクササイズの反復回数を決めるのは、全身持久力ではなく、各エクササイズの遂行能力（瞬発力、俊敏性、コーディネーション能力など）ではないかと考えられた。

【結論】

若年成人女性が最大努力での自重負荷を用いた高強度間欠的トレーニングを週3回6週間行なった場合は、脚筋量を増やし、最大無酸素性パワーを向上させる効果は期待できるが、最大酸素摂取量を向上させるためには、対象者の運動遂行能力に見合うエクササイズを用いる必要があることが示唆された。

【文献】

1. Tabata et al., Med Sic Sport Exerc, 28, 1996.
2. 田畑泉, 日本音響学会誌 76 (2), 2020.

スキー競技選手における大腿筋群の異なる収縮様式による両側性機能低下

侯 鈞譯（国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科）

畑島 一翔（国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科）

田中 重陽（国士舘大学体育学部） 熊川 大介（国士舘大学体育学部）

キーワード：両側性能低下，スキー競技選手，筋肉収縮様式

【背景・目的】

四肢の一侧を単独に動かしたときの合計筋力に比べて両側同時に筋力発揮を行うと筋力が低下することを両側性機能低下という。しかし、この両側性機能低下の度合いはトレーニング刺激の影響を受け、両側同時の筋力発揮を継続的に行うと、機能低下の割合（Bilateral index：BI）も減少することが明らかにされている。スキー競技特有の運動の繰り返しによってBIが筋収縮様式に応じて変化することは十分に予測できる。そこで本研究では、スキー競技選手と一般成人男性における異なる収縮様式（伸張性－等尺性－短縮性収縮）が大腿筋群の両側性機能低下に及ぼす影響について調査した。

【方法】

被験者は男子大学生（Control：Con）10名、男子大学スキー競技選手（ノルディックコンバインド、クロスカントリースキー選手：Ski）10名とした。被検者はBIODEXを用いて膝関節伸展動作における両脚と片脚による最大筋力発揮を、伸張性収縮（ECC）、等尺性収縮（Isom）、短縮性収縮CON）で行った。各試技における最大トルクを記録し、両脚の最大トルクに対する左脚＋右脚の比を両側性機能低下指数（BI）として算出した。

【結果及び考察】

これらの項目を両群間で比較した結果、膝関節両側同時伸展時及び、一側ずつ（右脚、左脚）の最大トルクはECCとCONにおいてスキー選手が有意に高い値を示したがIsomでは同程度であった。また、スキー競技選手は、ECC及びCONにおいてBIが小さいことが明らかになった。これらのことから、スキー競技選手は、一側、両側ともに動的収縮における優れ、両側性機能低下も小さいことが明らかになった。

【結論】

スキー競技トレーニングにおける筋力発揮の適応が特に動的収縮において顕著であり、さらに一側、両側に関わらずスキー選手は動的筋力に優れることが明らかになった。スキー競技選手は、伸張性収縮及び短縮性収縮

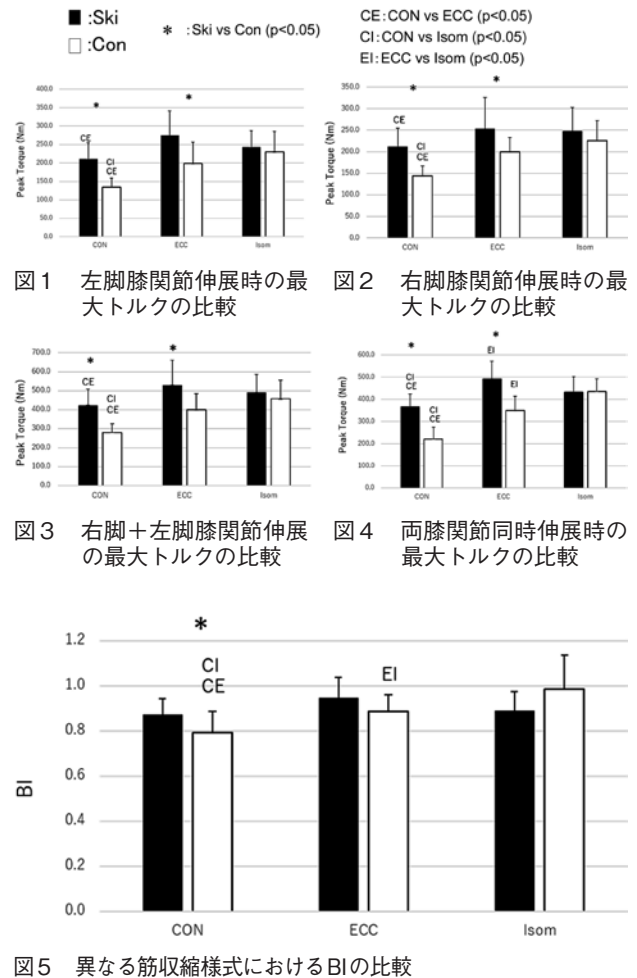


図5 異なる筋収縮様式におけるBIの比較

といった動的収縮による筋力発揮において両側性機能低下が小さいことが明らかになった。

【文献】

- 谷口有子，体育の科学，50，71-76，2000。

綿包帯による膝関節固定が筋力および膝伸筋群の活動様相に及ぼす影響

新井 千江 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

畑島 一翔 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

熊川 大介 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

田中 重陽 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

キーワード：綿包帯固定，筋力，筋活動様相

【背景・目的】

綿包帯による関節固定は、疼痛の軽減を図り、治療環境を確保することが目的である。さらに、再受傷を防ぐ役割も担う。しかし、多くの現場で用いられているものの、筋力発揮や筋活動にどのような影響を及ぼすのかは明らかにされていない。これらのことを検討することは、医療現場だけでなく、スポーツ現場やリハビリ治療を行う上で重要となる。

そこで本研究では、綿包帯による膝関節固定が筋力と膝伸筋群の活動様相に及ぼす影響について検討することを目的とした。

【方法】

被験者は、健康な成人男性12名とした。膝伸筋力は、Biodexを用いて、裸足状態 (Control) と、膝関節30度 (C-30) および60度 (C-60) 屈曲位で、綿包帯による膝関節固定を施した状態で走らせた。各条件における筋力測定は、膝関節30度 (K-30)、60度 (K-60)、90度 (K-90) 屈曲位 (膝関節完全伸展位0度) で実施した。また、大腿二頭筋長頭 (BF)、大腿直筋 (RF)、内側広筋斜頭 (VMO)、外側広筋 (VL) の筋放電量を筋電図法により測定した。さらに、各条件におけるVLの安静時と筋力発揮時の羽状角 (PA) を算出した。

【結果・考察】

1. 最大膝伸筋力

膝伸筋力は、Controlと綿包帯固定間で筋力に有意な差は認められなかったが、裸足状態と同様の長さ-張力関係が認められた。この結果は、先行研究を支持するものであった。

2. 筋放電量

筋放電量は、全ての固定条件および膝関節角度間に有意な差は認められなかった。Newman et. al. [2] によると、短時間の収縮におけるRFの筋活動量は、関節角度の違いによる筋長の影響を受けず、筋放電量は変化しないと報告しており、実験の条件や手法こそ違うものの、本研究の結果も一致するものであった。

3. 外側広筋における羽状角

本研究で計測した各PAと、その変化度のいずれも、

Table 1. Comparisons of knee extension torque in each condition.

Extension	Control	C-30	C-60
K-30 (Nm)	138.5 ± 39.4	131.1 ± 36.9	153.7 ± 48.3
K-60 (Nm)	273.4 ± 77.7	257.2 ± 75.8	268.8 ± 66.7
K-90 (Nm)	246.5 ± 97.2	260.5 ± 93.7	261.0 ± 84.9

Mean ± S.D. *: significant difference on knee joint angle (K-30 v.s. K-60 v.s. K-90) *: p < 0.05.

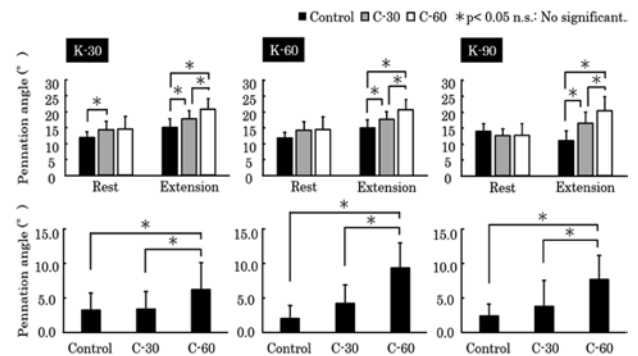


Fig.1. Comparisons of change of pennation angle between rest and knee extension in each condition.

C-60が有意に高い値を示し、理想とされている45度 [1] に最も近い値となった。このことから、綿包帯固定を施していても、動的な安定性を確保するために、PAを変化させることで力の伝達効率を高め、筋力の低下を防いでいる可能性が示唆された。

【総括】

本研究の結果、綿包帯による膝関節固定を施しても、膝伸筋力や膝伸筋群の活動様相に及ぼす影響は認められなかった。また、PAの角度を変化させることにより、力の伝達効率を高め、筋力の低下を防いでいる可能性が示唆された。

【参考文献】

- 市橋則明 (2014) 筋を科学するー筋の基礎知識とトレーニングー. 理学療法学, 41 (4): 217-221.
- Newman, S. A et al. (2003) Quadriceps voluntary activation at different joint angles measured by two stimulation techniques. Eur. J. Appl. Physiol., 89 (5): 496-9.

高域変調多重複合波による骨格筋電気刺激は、 中高齢者の骨格筋や認知機能等を向上させるか

船木 彩夏（株式会社セプテム総研開発研究所） 岡田 洋臣（株式会社セプテム総研開発研究所）
石神 政道（株式会社セプテム総研開発研究所） 菊池 直樹（日本体育大学体育学部）
岡本 孝信（日本体育大学体育学部）

キーワード：EMS, 筋肉, 認知機能

【背景・目的】

日本は世界有数の長寿国となっている一方で、平均寿命と健康寿命との差が大きく、健康寿命の延伸が大きな課題となっている [1]。中高齢者の健康維持には適切な運動が重要である [2-5] が、その80%以上が継続していない [6]。このような状況において、運動の代替として骨格筋電気刺激（EMS）が注目されている。しかし、EMSの健康への有用性に関する研究は現状充分ではない [7]。本研究では、高域変調多重複合波を用いたEMSが、中高齢者の筋機能や認知機能に及ぼす影響について検証した。

【方法】

1. 被験者

定期的な運動習慣のない健康な中高齢女性（50～79歳）33名をEMS群17名とコントロール（CON）群16名にランダムに分類した。

2. EMSによるトレーニング方法と使用機器

EMS群は腹部および大腿部の2カ所に各20分、週5回のEMSトレーニングを8週間実施した。

EMS装置は、基本周波数2.7KHzパルス波に12.5～125 KHzのパルス波が含まれる(株)テクノリンクの高域変調多重複合波 [8] による2ch方式のエモーションプロ®（販売者：(株)セプテムプロダクツ）を使用した。

3. 測定項目

両群とも介入試験前後に等尺性膝伸展筋力、大腿四頭筋断面積、血液生化学検査（中性脂肪（TG）、HDLおよびLDLコレステロール、グルコース、アディポネクチン）、上腕最高血圧および認知機能（MoCa-J）を測定した。

【結果】

EMS群における等尺性膝伸展筋力、大腿四頭筋横断面積、上腕最高血圧、TG、アディポネクチンおよび認知機能は、介入前と比較して有意に改善した（表1）。

表1 介入試験前後の測定結果

測定項目	群	介入前	介入後	P値
等尺膝伸展筋力(NM)	CON	114.2±20.3	112.5±15.7	n.s
筋力(NM)	EMS	121.3±8.9	128.6±17.3	$p<0.05$
大腿四頭筋断面積(mm ²)	CON	4099±451	4074±382	n.s
断面積(mm ²)	EMS	4072±665	4293±595	$p<0.001$
上腕最高血圧(mmHg)	CON	129.4±18.8	127.7±17.9	n.s
圧(mmHg)	EMS	127.5±18.3	119.0±13.6	$p<0.01$
TG(mg/dl)	CON	85.6±47.2	111.5±89.8	n.s
	EMS	116.7±49.5	83.4±24.4	$p<0.05$
HDL(mg/dl)	CON	76.9±14.7	80.8±15.3	n.s
	EMS	75.9±17.7	81.3±16.7	n.s
LDL(mg/dl)	CON	122.8±40.6	125.2±32.6	n.s
	EMS	136.2±27.6	131.8±27.6	n.s
グルコース(mg/dl)	CON	92.5±10.4	89.50±7.9	n.s
	EMS	89.6±8.7	85.9±8.7	n.s
アディポネクチン(μg/dl)	CON	13.36±5.12	13.32±4.41	n.s
	EMS	16.51±5.80	18.16±6.22	$p<0.05$
MoCa-J(総合得点)	CON	27.56±1.73	28.06±1.68	n.s
	EMS	26.67±2.30	29.10±0.87	$p<0.05$

【結論】

本研究で用いたEMS装置は中高齢者の骨格筋や認知機能を向上させる可能性が示唆された。

【文献】

- 厚生労働省 第16回健康日本21（第二次）
- Berit L, et al., BMJ Sep 3 ; 339 : b3292 2009
- IM L, et al., MSSE. Jun ; 33 (6 Suppl) : S459-71, 2001
- Sarah J B, et al., BMC PH. May 27 ; 14:510, 2014
- 原田和弘ら, 健康支援第14 (2) P1-5, 2012
- 厚生労働省 令和元年国民健康・栄養調査報告
- Akai M et al. BMC Complement Altern Med. Apr 24 ; 19 (1) : 87. 2019
- 西条薫ら, 日呼ケアリハ学誌19 (1), 58-63, 2009

成人女性におけるMRI法による体分節パラメーターと身体組成の推定

古田なつみ（国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科）

平野 智也（国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科）

船渡 和男（国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科）

キーワード：MRI, 体分節パラメーター, 身体組成

【背景・目的】

身体組成（WBC）の違いが体分節パラメーター（BSP）に影響することが報告されている [6]。WBC評価基準として空気置換（ADP）法があるが、核磁気共鳴画像（MRI）法との比較はわずかである。本研究は、MRI法を用いて成人女性の体分節組成を推定し、ADP法により求めた全身の身体組成との関連性を検討することを目的とした。

【方法】

成人女性14名（年齢 21.0 ± 0.6 歳, BMI 20.2 ± 2.9 kg/m²）は、1.5-TMRIスキャナー（TOSHIBA Co., Ltd.）で全身を撮像された。組織識別と体分節はFiji/image J software（NIH）を用いた。解剖学点に従い先行研究 [3] を参考に16部位に分節した。BSP算出にはHBM-Rugle（Medic Engineering Co., Ltd）を用い以下の式で算出した。

$$\text{体積 (V)} = \sum_{i,j=1}^N (a_{ij} h) \quad (1)$$

$$\text{質量 (M)} = \sum_{i,j=1}^N (a_{ij} h \rho_i) \quad (2)$$

$$\text{密度 (V)} = M/V \quad (3)$$

MRI法によるWBCは、体脂肪測定装置（ADP法, BODPOD®, Life Measurement, Inc.）によるWBCと比較した。ADP法による体脂肪量の計算は、Brožekらの式 [1] を用いて算出した。

統計処理はIBM SPSS Statistics v27を用いた。WBC比較は、対応のあるt検定とピアソンの積率相関係数で評価した。各組織量を一元配置分散分析で比較した。有意水準は5%未満で検討した。

【結果・考察】

MRI法は、ADP法によるWBCと同等の値を示したが、体脂肪量・除脂肪量はMRI法の方が有意に過大評価した（表1）。ADP法の体脂肪率の推定精度は算出式に依存する問題 [5] が関係していると考えられる。MRI法で求めた各セグメントの組織量は、典型的な報告 [3] よりも上腕部や前腕部で小さく、大腿部や下腿部が大きくなる傾向が見られた（表2）。女性は上半身の筋量分布が少なく、下半身に体脂肪量が分布する性差の違いが影響 [2, 4] していると考えられる。

表1 MRI法とADP法によるWBCの比較

Whole-body Variables		ADP	MRI	%diff.	t-test p-value	Correlation coefficient
		Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD			
Mass	(kg)	49.9 $\pm$ 6.3	49.8 $\pm$ 6.1	-0.2	0.27	0.999 ***
Volume	(L)	47.8 $\pm$ 6.6	47.7 $\pm$ 6.3	-0.4	0.07	0.999 ***
Density	(L/kg)	1.044 $\pm$ 0.013	1.047 $\pm$ 0.012	0.2	0.12	0.911 ***
Fat mass	(kg)	12.0 $\pm$ 4.5	13.8 $\pm$ 4.5	14.4	***	0.981 ***
Fat free mass	(kg)	37.6 $\pm$ 2.4	36.0 $\pm$ 2.5	-4.3	***	0.928 ***

%diff = (MRI-ADP)/ADP $\times$ 100; *** : p < 0.001

表2 MRI法で求めた組織量 (% BW)

Segment	Mass		Fat free mass			Fat mass		
	mean	SD	mean	SD	p value	mean	SD	p value
a Head and neck	8.32	0.67	6.81	0.62	b,c,d,e,f,g,h,i,j	1.50	0.21	b,d,e,f,g,h,i,j
b Upper trunk	17.04	1.15	14.03	1.07	*	3.35	1.39	a,d,e,f,g,h,i,j
c Abdomen	14.03	1.07	11.33	0.60	a,b,e,f,g,h,i,j	2.70	0.41	d,e,f,g,h,i,j
d Pelvis	16.75	1.27	12.08	1.34	a,b,e,f,g,h,i,j	4.67	1.23	a,b,c,e,f,g,h,i,j
e Upper arm	2.39	0.26	1.57	0.20	a,b,c,d,g,h,i	0.82	0.24	*
f Forearm	1.30	0.11	1.03	0.13	a,b,c,d,g,h,i	0.30	0.06	*
g Hand	0.52	0.09	0.37	0.05	a,b,c,d,e,h,i	0.14	0.02	*
h Thigh	11.37	0.52	6.93	0.57	b,c,d,e,f,g,h,i,j	4.45	0.73	a,b,e,f,g,h,i,j
i Shank	5.07	0.37	3.75	0.39	*	1.31	0.20	b,c,d,f,g,h,i,j
j Foot	1.37	0.16	0.99	0.14	a,b,c,d,g,h,i	0.42	0.07	*

a~j : vs. each segment p < 0.05, * : vs. all segment p < 0.05

【結論】

MRI法によるWBCの推定値は、ADP法と同等の値を示した。成人女性の体分節質量比は、上肢は除脂肪量が少なく、骨盤部は大腿部と同等に体脂肪率が多い特徴によって構成されていた。

【文献】

1. Brožek, J. et al., Ann NY Acad Sci, 110, 1963.
2. Coin, A. et al., Ann Nutr Metab, 61, 2012.
3. Dempster, W.T., Wright-Patterson Air Force Base, 1955.
4. Janssen, I. et al., J Appl Physiol, 89, 2000.
5. Shitara, K. et al., Japanese J Physiol Fitness & Sports Med, 66 (5), 2017.
6. Zachary M. et al., J Biomech, 88, 2019.

クラシックバレエ、モダンダンス、ヒップホップダンスの熟練ダンサーにおける下肢および体幹の関節可動域の特異性

山城友理恵（日本女子体育大学大学院スポーツ科学研究科）

沢井 史穂（日本女子体育大学体育学部）

キーワード：ダンス，関節可動域，特異性

【背景・目的】

ダンスの中には非常に多様なジャンルがあり、それぞれの歴史や目的の違いからジャンルごとの特徴的な表現方法や身体を使い方がある。ダンサーにはそれを実現するための身体能力が要求されるが、中でも関節の可動域は柔軟性とも称され、非常に重要な要素と考えられている。しかしながら、関節可動域に関する先行研究は専らクラシックバレエダンサーを対象としており、他のダンスジャンルについて検討している研究はほとんど見当たらない。そこで本研究は、古くからテクニックが確立されているクラシックバレエと、様式にとらわれずより自由な表現を求めて発展したモダンダンス、そして若年層の間で急速に広まっているヒップホップダンスをそれぞれ専門としている熟練ダンサーを対象として、下肢および体幹の関節可動域の特異性を明らかにすることを目的とした。

【方法】

クラシックバレエ（Cl）、モダンダンス（Mo）、ヒップホップダンス（Hi）の熟練者とダンス未経験者（Un）各20名を対象とし、身長、体重、体幹と下肢の関節可動域を測定した。関節可動域の測定には、ゴニオメーターとメジャーを用いた。測定対象とした関節角度は脊椎屈曲・伸展、側屈、回旋、胸椎前・後弯、左右移動距離、股関節屈曲・伸展、内・外転、外旋を伴う外転、内・外旋、足関節背・底屈であった。

【結果及び考察】

各群の下肢および体幹の関節可動域について

ダンス熟練者はUn群よりも股関節の外転、外旋を伴う外転、脊椎の側屈、胸椎の左右移動距離において、広い可動域を有していることが明らかとなった。特に股関節の外旋を伴う外転角度は、Cl群とUn群の間に90度以上の著しい差があった。股関節の外旋を伴う外転方向への可動域の広さは、ダンサー特有の特徴であるといえよう。

クラシックバレエダンサーは、股関節の伸展、外転、外旋を伴う外転、外旋、足関節の底屈角度が大きく、脊

椎の回旋、胸椎の前・後弯、足関節の背屈角度は小さいという結果が得られた。下肢の可動域の特徴は、クラシックバレエで用いられる基本動作が影響していると考えられた。体幹については、トゥシューズを履いて踊ることにより、脊柱を重心線に近づけ、狭い支持基底面内でバランスを保持する能力が必要とされるために、脊椎や胸椎の可動域が他のダンス群より狭かったのではないかと推察された。

モダンダンサーは、脊椎、胸椎、股関節、足関節の体幹と下肢において、いずれも広い関節可動域を有していた。モダンダンスは定型的な動きが少なく、様々な動きを取り入れた作品を演じるため、ダンサーには全身的に身体の柔軟性が求められ、体幹と下肢の関節可動域が満遍なく広いのではないかと考えられた。

ヒップホップダンサーは、脊椎の回旋、胸椎の前・後弯、足関節の背屈角度が大きく、足関節の底屈角度が小さかった。ヒップホップダンスは、身体各部位を独立して動かすアイソレーションを特徴とするため、この動きが体幹の関節可動域の大きさに反映しているのではないかと考えられた。また、膝関節と足関節を屈曲させるダウン動作が足関節の背屈角度の大きさに繋がっているのではないかと考えられた。

【結論】

ダンスジャンルの違いによって下肢及び体幹の関節可動域にも違いが認められ、各ジャンルの特徴が明らかとなった。その特徴は、各ダンスジャンルに求められる動作特性や身体を使い方の違いを反映していると推察された。

スライド式ローイングエルゴメーターを用いたエリートボート選手における キネマティクスとキネティクスの特徴

尹 鉉喆 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

平野 智也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

古田なつみ (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

木内 聖 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

船渡 和男 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

キーワード: スライド式エルゴメーター, キネマティクス, キネティクス

【背景・目的】

スライド式ローイングエルゴメーターは、水上の感覚を再現するために開発され、水上との比較研究において、ローイングの動作や力の発揮が類似していることが報告されている [1]。また、ジュニアとシニアのボート選手を比較した研究では、時空間変数が異なるためにローイングのパフォーマンスも異なると報告されている [2]。しかしながら、固定式エルゴメーターを用いた研究は存在するが、スライド式エルゴメーターを使用した研究は明らかにされていない。本研究の目的は、スライド式エルゴメーターを用いた2000mボートレースシミュレーションにおける機械的出力とキネマティクスから、シニアとジュニアの選手のパフォーマンス改善に向けた資料を得ることである。

【方法】

被験者は、ジュニアボート選手6名およびシニアボート選手6名であった。カスタムメイドの空気抵抗式のスライド式ローイングエルゴメーター (concept II 社製) を用いて2000mレースシミュレーション中の機械的出力 (ハンドル力とストレッチャー力) を取得した。ローイング動作はハイスピードカメラ1台 (株式会社DITECT 社製) を用いて200fpsで撮影し、動作分析システム (Frame-DIAS V, DKH社製) を用いて、股関節及び膝関節角度を算出した。また、キャッチからフィニッシュまでをドライブフェーズ、フィニッシュから次のキャッチに至るまでをリカバリーフェーズとして定義した。

【結果・考察】

ストローク数は、シニア群とジュニア群で大きな差がなかった。一方、シニア群は、ジュニア群よりもハンドル速度と、1ストローク中のドライブ時間が短く、リカバリー時間が長かった (表1)。シニア選手は、キャッチ時から大きな力を発揮したため、ドライブ時間が短いことが示唆される (表1, 図1)。また、リカバリー時間が長いことから、エネルギー消費を減らすことも考えられる [3]。シニア群は、ジュニア群よりもローイング動作中の膝および股関節の伸展角度についての差異は見ら

れなかった。一方、シニア群は、キャッチ時における2段階の股関節の伸展角加速度が高く、ハンドルおよびストロークの力が大きかった (表1, 図1)。シニア群は、ジュニア群と比較して、キャッチ時に大きな力を加えて艇を加速し、ドライブフェーズで膝および股関節を素早く伸展して力を発揮している可能性が示唆された [4]。

【結論】

シニアボート選手は、キャッチ時およびドライブフェーズ中における股関節伸展角加速度の変化から、2段階にわたって大きな力を発揮し、股関節の伸展動作が重要であることが示唆された。

表1 ジュニア群とシニア群における時空間変数および機械的出力の比較

Variables	Fixed		Slide		Significant
	mean	SD	mean	SD	
Drive Time	0.99 ± 0.05	0.05	0.86 ± 0.04	0.04	***
Recovery Time	0.94 ± 0.10	0.10	1.08 ± 0.10	0.10	**
Stroke Rate	31.28 ± 2.28	2.28	31.16 ± 2.20	2.20	n.s.
Handle Peak Force(N)	482.35 ± 75.35	75.35	615.86 ± 46.17	46.17	*
Handle Peak Power(W)	213.65 ± 37.09	37.09	528.55 ± 75.52	75.52	*
ST Peak Force(N)	706.16 ± 113.85	113.85	776.60 ± 88.12	88.12	n.s.

n.s. no significant, *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

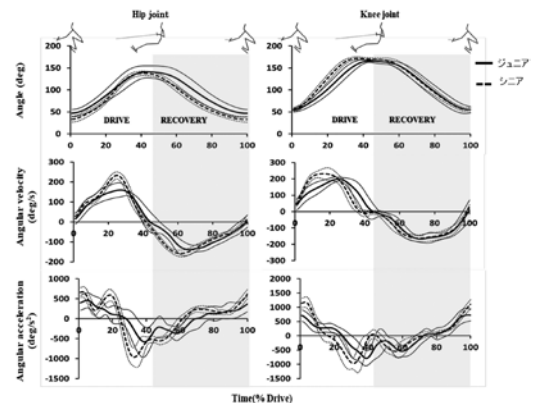


図1 ローイング動作中におけるHip, KneejointのAngular velocity, Angular acceleration

【文献】

1. Elliot et al., Sports Biomechanics, 2, 2002.
2. Tomaž et al., Human Movement Science, 2013
3. Torres et al., Int J Sports Med, 21 (1), 2000.
4. Akkuş et al., The Journal of Strength & Conditioning Research, 26 (4) 2012.

反動動作の制限がバックスクワット運動における スティッキング領域の出現と下肢関節キネティクスに及ぼす影響

平野 智也（国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科）

松田 柊斗（国士舘大学）

木内 聖（国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科）

船渡 和男（国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科）

キーワード：バックスクワット，スティッキング領域，下肢関節キネティクス

【背景・目的】

スクワット等のレジスタンストレーニングでは挙上が困難になる局面（バーベルの鉛直速度が低下する）が存在し，この局面はスティッキング領域と呼ばれている [1]．先行研究において，スティッキング領域の出現の原因は，反動動作を伴うスクワットの伸張－短縮収縮による主働筋の増強効果の消失が推察されている [2]．しかしながら，反動動作を制限したスクワットでスティッキング領域が出現するかは明らかでない．そこで，本研究の目的は，反動動作の制限がバックスクワット運動におけるスティッキング領域（バーベルの挙上速度の低下）の出現と下肢関節キネティクスに及ぼす影響を明らかにすることとした．

【方法】

大学ウエイトリフティング部に所属する男子学生6名（年齢：20.5±2.2歳，身長：173.4±7.6cm，体重：79.3±16.9kg，1RM：149.0±27.4kg）が本研究に参加した．試技はハイパーポジションでの反動動作を制限した最低点からのフルスクワットとし，重量はウッドバーおよび30%～90%1RMとした．モーションキャプチャカメラと地面反力計を用いてキネマティクスおよびキネティクスデータを収集し，バーベル速度および下肢関節キネティクスを算出した．

【結果】

反動動作を用いたスクワット運動の結果と同様に，反動動作を制限したスクワット運動においても，重量の増加に伴いスティッキング領域が出現した．また，重量増加に伴い，挙上局面の中期にかけて膝関節と足関節の正のパワーが減少することが示された．

【結論】

反動動作を制限したバックスクワット運動においてもスティッキング領域が出現し，それには膝関節伸展筋群におけるパワー発揮の低下が関係することが推察された．

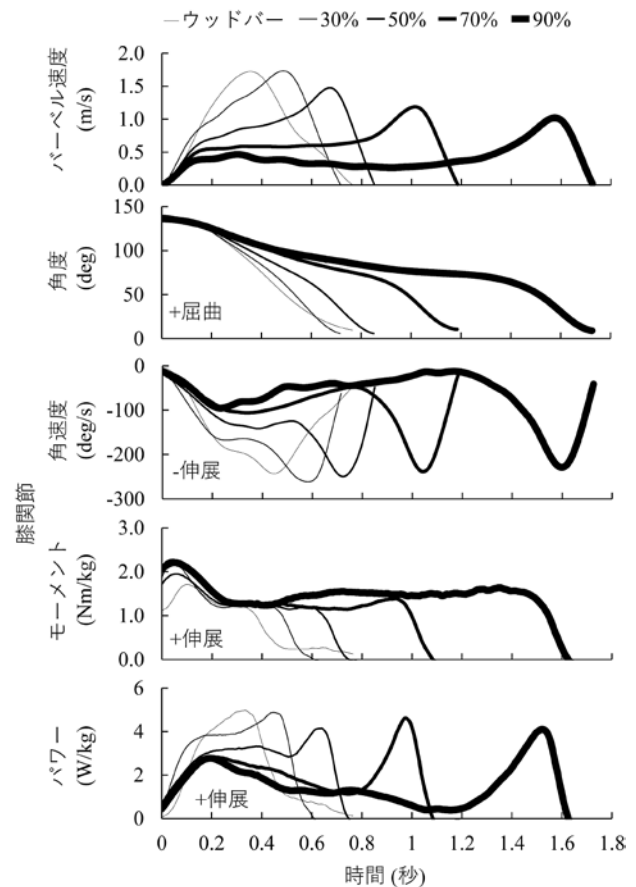


図1 重量の増加に伴うバーベル速度および膝関節角度，角速度，モーメントおよびパワーの変化（典型例，n=1）

【文献】

1. van den Tillaar et al., J. Hum. Kinet., 42, 2014.
2. van den Tillaar et al., J. Environ. Public Health., 18 (3), 2021.

ソフトボール選手の異なる球速に対する打撃動作の特徴

田邊 凱聖 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

畑島 一翔 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

秋葉 茂季 (国士舘大学体育学部) 田中 重陽 (国士舘大学体育学部)

キーワード：ソフトボール, 打撃動作, タイミング

【背景・目的】

野球やソフトボールの打者は、投手が投じる様々な球種や球速に対応しなければならない。これまでに、野球の打撃動作では、踏み出し脚の接地のタイミングによって異なる球速のボールに対応していることが明らかにされてきた [1, 2]。ソフトボールは、投手板からの距離が14.02 mであり、より瞬時にコースや球速を判断し打撃動作を行わなければならない。

本研究では、ソフトボールの球速の異なるボールに対する打撃動作の特徴を捉え、パフォーマンス向上に繋がるデータの取得を目的とした。

【方法】

被験者は、大学生男子ソフトボール選手9名とした。打者には球種が不明な状況でストレート (ST: $96.6 \pm 10.2 \text{ km/h}$)、チェンジアップ (CH: $71.7 \pm 2.2 \text{ km/h}$) をランダムに打撃させた。打者には、1試技ごとに打撃に対する内省評価をさせ、STとCHの打撃で、センター方向への打球の内省評価が高い1試技を分析の対象とした。

打撃動作及びスイングスピードの測定は、慣性センサ式三次元モーションキャプチャシステム (Xsens)、ハイスピードカメラ、スイングスピード計測器を用いて実施した。分析項目は、スイングスピード、上胴回旋角度 (胸椎)、投手方向への重心の変位とした。分析局面は、踏み込み脚離地、テイクバック最大 (TBM)、投手リリース (RLS)、踏み込みつま先接地 (TC)、踏み込み脚踵接地 (HC)、インパクト (IMP) と定義した。

【結果】

スイングスピードは、STとCHで有意な差は認められず、ほぼ同値を示した。異なる球速に対する各分析局面の時間は、TC-HC、HC-IMPの局面で有意差が認められ、いずれもCHがSTよりも長い時間を示した (表1)。TBMからIMP局面における上胴回旋角度は、STがCHよりも有意に大きい値を示した (図1)。また、投手方向への重心変位は、STよりもCHが有意に大きい値を示した (図2)。

表1 TBM-IMP各局面における時間

	TBM-RLS(s)	RLS-TC(s)	TC-HC(s)	HC-IMP(s)
ST	0.17 ± 0.08	0.37 ± 0.09	0.46 ± 0.07	0.61 ± 0.07
CH	0.19 ± 0.09	0.40 ± 0.12	0.53 ± 0.10	0.75 ± 0.08
ST: ストレート $96.6 \pm 10.2 \text{ km/h}$ CH: チェンジアップ $71.7 \pm 2.2 \text{ km/h}$				*: $p < 0.05$

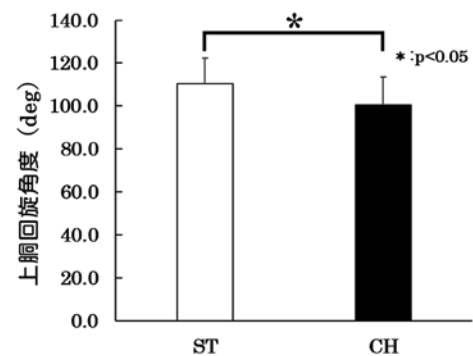


図1 上胴回旋角度 (TBM-IMP)

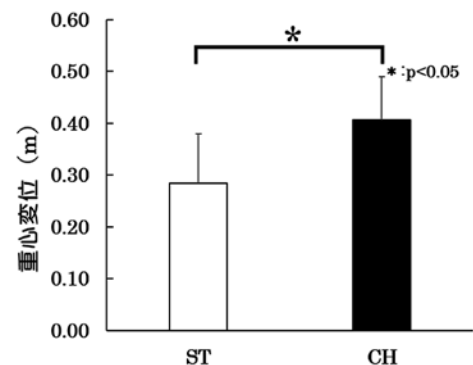


図2 Y軸方向の重心移動距離 (TBM-IMP)

【結論】

ソフトボール選手の異なる球速に対する打撃動作の違いは、踏み込み脚接地からインパクトの局面で認められた。また、上胴の回旋角度や投手方向への重心の変位を変化させることで、異なる球速に対応している可能性が示唆された。

【文献】

1. 高木斗希夫, バイオメカニクス学会誌, 34 (1), 2010.
2. 那須大毅, 日本神経回路学会誌, 24 (3), 2017.

日本一線級の棒高跳び選手における助走速度と離地速度の特徴

山本 智貴（国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科）

平野 智也（国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科）

柏木 悠（専修大学スポーツ研究所） 小林 史明（日本体育大学体育学部）

船渡 和男（国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科）

キーワード：棒高跳び，助走，速度

【背景・目的】

棒高跳びでパフォーマンスに大きな影響を与える要因は、離地時の速度であることが報告されている [1, 2]。世界のエリート選手の離地時の重心水平速度は7.84m/sと報告されている [2]。離地時の速度を大きくするためには、ポールを保持した状態で大きな助走速度を生成することが重要である。しかし世界と日本のジュニア選手を対象とした研究では、跳躍高には差があるが、助走最高速度には顕著な差が見られないと報告されており [3]，必ずしも助走速度が大きい選手の跳躍高が高く、かつ離地時の水平速度が大きいとは限らないことが考えられる。

したがって本研究の目的は、日本一線級の男子棒高跳び選手の助走と離地時の速度の特徴から、パフォーマンスとの関係を明らかにすることとした。

【方法】

被験者は男子棒高跳び選手8名（年齢：24.4±3.2歳，身長：1.78±0.05m，体重：69.6±4.8kg シーズンベスト5.3±0.4m）であった。動作は、VICONカメラ（250Hz）で収集した。解剖学的ランドマーク点から身体重心位置を算出し、身体重心速度を算出した。また、被験者の後方からレーザー式速度測定装置（100Hz）を用いて助走速度を計測した。最大重心高との関係を示すためにピアソンの積率相関係数を用い、有意水準は5%未満とした。

【結果・考察】

本研究の日本一線級の選手は被験者Aであった。被験者Aは、助走前半では他の被験者より速度が低い傾向があるが後半にかけて助走速度が他の被験者より大きくなる傾向を示した。被験者Aは、他の被験者と比較して最高速度（9.77m/s）、踏切足接地時の重心水平速度（9.86m/s）、離地時の重心水平速度（8.02m/s）が最も高かった。また、助走最高速度到達距離と最大重心高との間に有意な相関関係は認められなかった（表1）。

被験者Aは、助走前半では他の選手より速度が低い傾

向があるが後半にかけて助走速度が他の選手より大きくなる傾向を示した（図1）。

表1 各被験者のkinematicsパラメーター

Variables	Unit	A	B	C	D	E	F	G	H	Mean	SD	r
HP	(m)	5.38	5.26	5.11	4.99	5.19	4.78	4.94	4.46	5.01	0.29	
最高速度	(m/s)	9.77	9.47	9.51	9.44	9.40	8.89	8.83	8.73	9.26	0.38	0.89 **
到達距離	(m)	-8.7	-8.6	-8.7	-9.2	-9.0	-7.6	-8.2	-8.1	-8.5	0.5	-0.62
Horizontal velocity@TD	m/s	9.86	9.18	9.52	9.22	9.05	8.80	8.75	8.57	9.12	0.43	0.82 *
Horizontal velocity@TO	m/s	8.02	6.86	6.88	7.49	7.19	6.64	6.85	5.80	6.97	0.65	0.83 **
Grip height@PP	(m)	2.20	2.11	2.02	2.09	2.16	2.08	2.17	1.98	2.10	0.07	0.71 *
COM height@PP	(m)	1.18	1.12	1.07	1.16	1.23	1.14	1.17	1.04	1.14	0.06	0.55
Grip height@TO	(m)	2.22	2.16	2.11	2.15	2.17	2.13	2.24	2.10	2.16	0.05	0.51
COM height@TO	(m)	1.22	1.29	1.21	1.24	1.24	1.21	1.30	1.24	1.24	0.03	0.04

HP：最大重心高，TD：踏切足接地，TO：踏切足離地

VS HP *：p<0.05，**：p<0.01

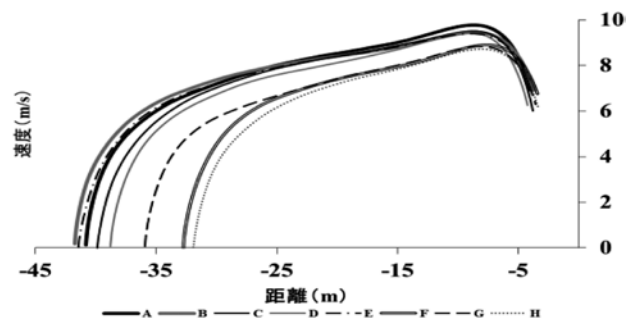


図1 各被験者の助走曲線（0mがボックス端）

【結論】

助走中は、助走最高速度の到達距離までに大きな最高速度を生成できる助走歩数や助走距離を決めることが重要であることが示された。また、最高速度から離地時にかけて速度の減少を抑えることでより高い最大重心高を獲得できることが示唆された。

【文献】

- Schade, Falk, et al., New Studies in Athletics, 22 (2), 2007.
- Hanley, Brian, et al., Front. Sports Act. Living., 4, 2022.
- 小山ら，陸上競技研究紀要，10，2014.

回転ジャンプにおける回転角度制限要因の解明

増田 実姫（東京大学教養学部）

川本 裕大（東京大学大学院総合文化研究科）

飯野 要一（東京大学大学院総合文化研究科）

吉岡 伸輔（東京大学大学院総合文化研究科）

キーワード：角運動量，慣性モーメント，滞空時間

【背景・目的】

跳躍と身体の長軸まわりの回転を同時に行う回転ジャンプは、フィギュアスケートなどにおいて用いられ、基本的には、回転角度が大きい方がよいパフォーマンスであるとされる。身体の長軸方向の慣性主軸を回転軸とすると [1]，この軸まわりの回転角度 α は、角運動量ベクトルのノルム L ，角運動量ベクトルと回転軸である慣性主軸のなす角の余弦 $\cos \theta$ ，回転軸まわりの主慣性モーメント I ，滞空時間 T の4つの変数によって決定される。

$$\alpha = \int_0^T \frac{L \cos \theta}{I} dt$$

本研究では、回転角度を最大化する意図で回転ジャンプを行った際に、実験参加者が発揮できる最大値あるいは最小値に到達しておらず、回転角度の制限要因となっている変数を特定することを目的とした。また、その結果をもとに、回転角度を増大させるための方策を提案することとした。

【方法】

実験には、回転ジャンプを含む身体運動の競技歴のない健康成人男性6名が参加した。試技はフォースプレート上でを行い、身体特徴点48点に貼付したマーカの3次元位置座標をモーションキャプチャによって取得した。

実験条件は以下の4条件であった。回転角度最大化条件では、回転角度を最大化する意図で回転ジャンプを行い、4変数の値を測定した。角運動量最大化条件では、ハーネスを用いて回転速度を最大化する意図で回転ジャンプを行い、角運動量ベクトルのノルムの最大値を測定した。滞空時間最大化条件では、最大努力の垂直跳びを行い、滞空時間の最大値を測定した。慣性モーメント最小化条件では、立位でのマーカ位置をもとにプログラム上で姿勢を補正し、主慣性モーメントの最小値を推定した。

実験により得られた回転角度最大化条件における各変数の値と、各変数の最大値あるいは最小値を、有意水準5%の t 検定を用いて比較した。角運動量ベクトルと慣性主軸のなす角の余弦については、理論上の最大値である1と比較して片側 t 検定を行った。

【結果】

角運動量ベクトルのノルム，角運動量ベクトルと慣性主軸のなす角の余弦，滞空時間は、回転角度最大化条件における値が最大値よりも有意に小さくなっていた。主慣性モーメントは、回転角度最大化条件における値が最小値よりも有意に大きくなっていた。

【考察】

回転角度を最大化する回転ジャンプにおいて、4つの変数はいずれも最大値あるいは最小値に到達しておらず、回転角度の制限要因となっていることが明らかとなった。中でも、主慣性モーメントが最小となった場合、回転角度は33.8%増大する可能性があり、他の変数との干渉も小さいと考えられる。そのため、主慣性モーメントの改善が回転角度の増大に特に効果的である可能性がある。主慣性モーメントを減少させるためには、身体部位を回転軸に引き寄せた空中姿勢をとることが有効であると考えられる。

【結論】

回転角度を最大化する回転ジャンプにおいて、回転角度を決定する4つの変数はいずれも最大値あるいは最小値に到達しておらず、回転角度の制限要因となっていた。

【文献】

1. King, Can. J. Appl. Physiol, 30 (6), 2005.

大学生女子バレーボール選手における ジャンプフローターサーブの運動学的特性

村上 耕平（国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科） 飯田 周平（国士舘大学体育学部）
田中 重陽（国士舘大学体育学部） 熊川 大介（国士舘大学体育学部）

キーワード：バレーボール，サーブ，動作分析

【背景】

これまでバレーボールのスパイク動作やサーブ動作の特性を明らかにしようとした先行研究は複数存在しており，ボール速度獲得のためのキネマティクスが主として検討されている．一方，ボール速度と正確性の両方を考慮し，サーブパフォーマンスに及ぼすキネマティクスの特徴を明らかにした報告は見受けられない．

【目的】

本研究では，ジャンプフローターサーブのボール速度および正確性を考慮したパフォーマンス指標（PI）を作成し，PIとキネマティクスの特徴との関連性を検討することを目的とした．

【方法】

被験者は女子大学バレーボール選手16名を対象とした．ジャンプフローターサーブ動作を3次元動作分析するためにXsens MVN Link モーションキャプチャシステム（サンプリング周波数240Hz, Movella社製）を用いて，身体計測点17点の3次元座標データを収集した．バレーボールコートのエンドライン中央からストレート方向にターゲットを狙わせ，被験者に1. 3歩助走 2. 正確にターゲットを狙う 3. 速いボール速度で打つ 3つの条件を伝え，両足離地で行うジャンプフローターサーブ動作を行わせた．測定では，ジャンプフローターサーブを10本（アウトボール，ネットインボール含む）成功するまで試技を行わせた．

サーブパフォーマンスインデックスの算出

本研究では，ジャンプフローターサーブのパフォーマンスを落下距離とボール速度を掛け合わせてPIを算出した．各被験者の10本の試技から得られた速度及び落下距離の測定値をTスコアに変換し，それぞれの平均値の積をPIと定義した．また，16名の被験者のうち，PIの上位8名をH群，下位8名をL群に分類した．

分析局面は，助走動作開始からインパクトまでのデータを取得し，1. 助走開始-両足接地（第1局面），2. 両足接地-膝伸展開始前（第2局面），3. 膝伸展開始-最大重心高（第3局面），4. 最大重心高-インパクト（第

4局面）までを分析局面とした．

【結果および考察】

図1に，H群とL群のPI，ボール速度および落下距離を示した．PIおよびボール速度は，H群がL群に比べて有意に高い値を示した．一方，落下距離は両群間に有意な差は見られなかった．このことから，H群は，L群に比べて高いボール速度でありながら，同レベルの正確性でジャンプフローターサーブを打つことができると推察できた．

図2に，H群とL群における右肩関節屈曲伸展位角度変化量の比較を示した．第1局面と第3局面において交互作用と各水準における有意な単純主効果が認められた．肩関節角度変化はL群の方が早期に開始されていた．一方，H群は第1局面以降，肩関節屈曲位を長時間維持することが明らかになった．このような傾向は，肩関節外転，外旋外旋動作でも認められた．

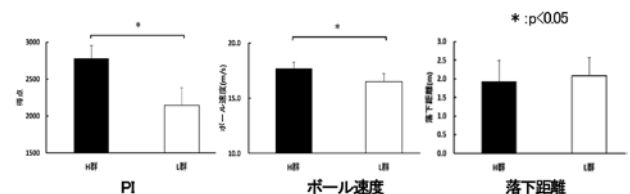


図1 PI，ボール速度及び落下距離の比較

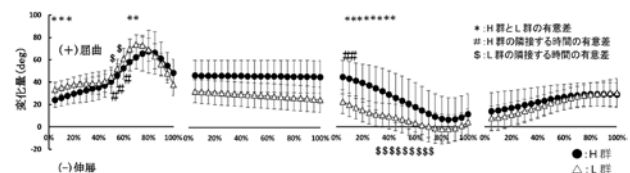


図2 H群とL群における右肩屈曲伸展位角度変化量の比較

【結論】

ジャンプフローターサーブを速く正確に打てる選手は，サーブトス後におけるスイング腕の肩関節屈曲および外転角度が大きく，その姿勢を長時間維持してインパクトを迎えることが明らかになった．

ランニング中の足底荷重分布および足部内側縦アーチの変化

木内 聖 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)
 平野 智也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)
 古田なつみ (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)
 尹 鉉喆 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)
 船渡 和男 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

キーワード：ランニング, 足底荷重, 足部内側縦アーチ

【背景・目的】

内側縦アーチ (MLA) は、歩行やランニング中に足底に加わる負荷に応じて接地初期の柔軟な構造から接地後期に硬い構造へ変化することで、前方への推進力を生成するという重要な役割を担う [1]。足部の接地中に足底に加わる負荷は足底荷重と呼ばれ、ランニングに関する傷害リスクの評価に広く使用されている。スポーツ障害を予兆し、防止するためには、足部の機能解剖学的見地に基づいた足底荷重の評価と足部が持つ内側縦アーチの機能を評価することが有用である。

そこで、本研究はランニング中の足底荷重から足部内側縦アーチの機能を明らかにすることを目的とした。

【方法】

参加者は男子体育専攻学生8名 (年齢 20.8 ± 3.4 歳, 身長 174.2 ± 4.7 cm, 体重 69.9 ± 5.6 kg) であった。試技は裸足でのランニングとし、光電管 (マルチパス, DKH 社製) を用いて速度は 2.78 m/s に設定した [2]。足底圧分析機 (Novel GmbH®, 100Hz), モーションキャプチャシステム (Oxford, 100Hz), フォースプレート (Kistler, 1KHz) を同期した。足部に反射マーカーを9点貼付し, Novelautomask ソフトウェア (Novel GmbH® 社製) を用いて, 解剖学的計測点に基づいて足底を5つに分割した [3]。足部キネマティクスデータは, 第一中足骨頭, 舟状骨, 踵骨のなす角度として MLA 角度を, 中足趾節関節 (MTPJ) 角度は, 第一趾, 第一中足骨遠位および近位のなす角度として算出した。

【結果および考察】

MLA 角度は, 足底荷重が最大値を示す接地時間の 40% で最大の変化量を示した (図 1A, B)。接地時間の 40% 付近は前足部に大きな荷重がかかっており, MLA は足部への負荷を吸収する役割を担っていると考えられる (図 1A, B)。接地時間の 50% 以降, MLA 角度は低下し, 中足趾節関節 (MTPJ) が背屈する 60% 以降で (図 1B, D), その傾向は顕著となった [4]。

前方向の GRF が増加する接地時間の 50% 以降, 足底荷重は前足部外側から前足部内側へとシフトした (図

1A, C)。

足部内側に位置する母趾外転筋は, 足底内在筋の中で最大の生理学的断面積を有する [5]。したがって, プッシュオフフェイズでは母趾外転筋を有する前足部内側で進行方向へ地面を押し出すために, 足底荷重が内側へシフトしたと考えられる。

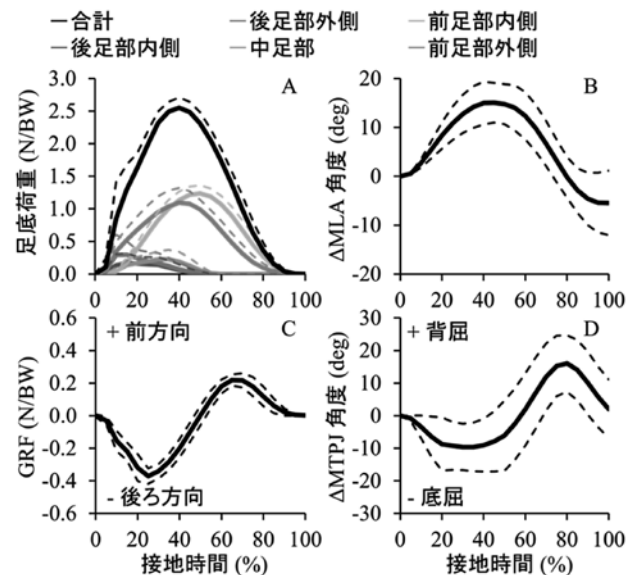


図1 ランニング中の (A) 足底部位別の足底荷重 (B) Δ MLA 角度 (C) 前後方向の GRF (D) Δ MTPJ 角度

【結論】

MLA は, 足部接地中, 足底荷重を吸収する柔軟な構造から, 蹴り出し時に中足趾節関節を背屈させることで剛性を高め, 前方への推進力を生み出していると考えられる。

【文献】

1. C. Mahieu et al. Int Biomech 6, 2019.
2. L. A. Kelly et al., J. R. Soc 12, 2015.
3. J. Stebbins et al. Gait Posture 22, 2005.
4. J. Hicks. J Anat 88, 1954.
5. D. J. Farris, J. R. Soc 17, 2020.

体操競技・器械運動領域における動作の OpenPoseを用いた二次元動作分析の精度検証に関する基礎研究

有働 晃太（東京学芸大学大学院教育学研究科）

仲宗根森敦（東京学芸大学）

キーワード：体操競技，器械運動，AI

【背景・目的】

本研究は回転や逆位の姿勢が多く含まれる体操競技及び器械運動領域での活用を目指しAI姿勢推定ソフトウェアであるOpenPoseの限界と可能性を示すことで、AIを用いた運動の客観的評価による新たな指導法の可能性を提案するための基礎資料を提供することを目的としている。

【方法】

本研究では著者自身が被験者となり対象となる技（〈け上がり〉・〈開脚とび〉・〈かかえ込みとび〉）を行い、ビデオカメラにて撮影した。撮影された映像を2種類の分析手法によって二次元動作分析を行い、肩関節角度・股関節角度の角度の比較や時系列データの結果の比較を行った。2種類の動作分析方法は既存のバイオメカニクスの手法で多く用いられている手動デジタイズによる2次元DLT法による分析（以下2次元DLT法）とOpenPoseによるAI自動デジタイズによる分析である（以下OpenPose）。前者の分析結果を真値とし後者の分析結果がどの程度類似したデータであるか、相関係数を用いて類似度の検証を行った

【結果】

検証の結果〈け上がり〉の肩関節角度の相関係数は 0.95 ± 0.085 ，股関節角度の相関係数は 0.87 ± 0.068 ，〈開脚とび〉の肩関節角度の相関係数は 0.92 ± 0.068 ，股関節角度の相関係数は 0.98 ± 0.011 ，〈かかえ込みとび〉の肩関節角度の相関係数は 0.94 ± 0.039 ，股関節角度の相関係数は 0.99 ± 0.0045 であった。このように2種類の分析手法による分析結果の類似度（相関係数）は大きいことが示され、OpenPoseによる2次元動作分析でも対象動作の動作傾向や動作特徴は十分に分析可能であることが示唆された。一方でOpenPoseによる角度の値が真値と大きく異なる部分も確認され、まだまだ姿勢推定精度は低いと言え、AIによる自動デジタイズの限界や姿勢推定精度の限界についても示唆された。

【考察】

検証結果から最大屈曲角度及びに最大伸展角度の値が2つの分析手法の間でばらつきが見られたことや自動デジタイズが正確に行えない部分もいくつか確認された。この要因は2つ考えられる。

一つ目が隣接する関節セグメントの数の多さである。これは肩関節角に隣接するセグメントの方が股関節に隣接する関節セグメントより数が多く、肩関節周辺の方が複雑になるため肩関節の方が自動デジタイズにより影響を与えたと考えられる。二つ目の要因は隣接していない関節セグメント同士が接近してくることである。第二空中局面で肩関節のトレースが正確に行えないことが多かったが、これは第二空中局面で上肢と下肢が接近することにより下肢の関節セグメントが肩関節の認識に影響を与えたと考えられるからである。

【結論】

鉄棒における〈け上がり〉や跳び箱運動における切り返し系の技の分析によって、回転や逆位の伴わない運動であれば、正確な動作の分析は難しいがOpenPoseによる分析でも2次元DLT法と同様の動作特徴を抽出することができることが示された。そのため、体操競技・器械運動にある数多くの技の中から分析が可能である技を発見し基礎資料として提供をすることができたといえ、今までなされなかったAIの活用の可能性およびにその限界を示すことができたことは本研究の成果であろう。

【文献】

1. 山田哲，平成20年度筑波大学博士論文，2008.
2. 花井裕梨ほか，健康医療科学研究，4，2014.
3. 藤原英則ほか，Fujitsu：技術情報誌，69（2），2018.