

東京体育学会第7回学会大会

発表抄録

競泳の横向きストリームライン姿勢が競技記録に及ぼす影響

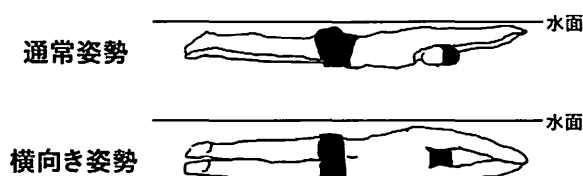
安田 武蔵 (早稲田大学大学院スポーツ科学研究科)

矢内 利政 (早稲田大学スポーツ科学学術院)

キーワード：競泳, 自由形, ストリームライン

【緒言】

競泳競技は水中で決められた距離の到達時間を競う競技である。競泳競技では水中を移動するため、空気中と比べより大きな抵抗が加わる。水面近くでグライドする際に造波抵抗を減らす手段として、一般的に行われているうつ伏せの状態(通常姿勢)よりも横向きの状態(横向き姿勢)で行うストリームライン姿勢の方が有効である可能性がある(図)。本研究では、横向き姿勢が短水路50m自由形泳の競技記録にどのような影響を与えるのかを検討した。



図：泳者を横から見た際の両姿勢

【方法】

本研究の被験者は、男子自由形専門選手11名(年齢：21.1 ± 2.2歳, 身長：173.9 ± 4.0cm, 体重：64.0 ± 7.0kg)であった。被験者には十分なウォーミングアップを行わせた後に、「50m自由形泳課題」と「25m牽引課題」に参加させた。泳課題は、競泳種目の短水路50m自由形を泳ぐもので、グライド期で用いるストリームライン姿勢を2種類の姿勢(通常/横向き)に設定した。牽引課題では一定の力(98N)で被験者を2種類の姿勢(通常/横向き)と2つの水深(浅い[0.20m]/深い[0.80m])で牽引した。なお普段用いない横向き姿勢の練習を課題参加前に15分程度行った。取得した変数のうち競技記録を示す50mタイムはt検定で姿勢間の比較を行った。泳動作の開始位置を示すスタート/ターン動作後の浮上距離は二元配置の分散分析(姿勢×動作)を行った。牽引速度、水平姿勢角度(足の沈み具合の指標)は二元配置の分散分析(水深×姿勢)を行った。有意水準は全て5%未満とした。

【結果】

泳課題：50mタイムは27.14 ± 1.42秒(通)と27.69 ± 1.55秒(横)で有意な差が認められた(p<0.05)。横向き

姿勢の方が高タイムな被験者は泳9名中2名(被験者3, 10)であった。浮上距離は10.15 ± 1.18m(通/ス), 10.93 ± 1.00m(横/ス), 6.57 ± 0.92m(通/タ) 7.56 ± 1.32m(横/タ)で姿勢(通/横)の主効果(p<0.01)と局面(ス/タ)の主効果が認められた(p<0.05)。交互作用はみられなかった。

牽引課題：牽引速度は2.12 ± 0.12 m/s(通/浅), 2.13 ± 0.10 m/s(横/浅), 2.23 ± 0.07 m/s(通/深), 2.19 ± 0.10 m/s(横/深)で姿勢(通/横)の主効果(p<0.05)と水深(浅/深)の主効果が認められた(p<0.01)。交互作用はみられなかった。浅い水深で11名中5名(被験者1, 3, 4, 5, 10)の被験者は横向き姿勢の方が速い速度であった。水平姿勢角度は5.1 ± 1.7°(通/浅), 8.0 ± 3.7°(横/浅), 3.0 ± 2.2°(通/深), 7.6 ± 5.9°(横/深)で姿勢(通/横)の主効果が認められた(p<0.05)。交互作用はみられなかった。

【考察】

横向き姿勢を採用することで、通常姿勢より50mタイムは低タイムとなった。一方で、たった15分程度の練習にも関わらず、50mタイムと牽引速度で横向き姿勢の方が高記録な被験者が9名中2名(被験者3, 10)存在した。この2名は横向き姿勢であっても水平姿勢角度と、浮上距離が通常姿勢と近い値であった。このことから通常姿勢に近い「足沈み」かつ「泳動作の開始位置」にすることが出来れば、横向き姿勢を採用することで競技記録が向上する可能性があることが示唆された。

競技力の異なるジュニアウエイトリフティング選手の スナッチ種目におけるバーベル変位の特徴

山岸 道央 (日本体育大学)

柏木 悠 (日本体育大学大学院トレーニング科学系)

船渡 和男 (日本体育大学)

平野 智也 (日本体育大学大学院トレーニング科学系)

加藤 智子 (早稲田大学)

キーワード：ウエイトリフティング、スナッチ、動作解析

【背景】

スナッチ種目に関するこれまでの研究では、エリートウエイトリフティング選手の挙上パターンや発揮した力の大きさについて検討されている (Isaka et al, 1996, Gourgoulis et al, 2004)。これらの研究からエリートウエイトリフティング選手は、前後及び鉛直方向のバーベル変位が少なく、バーベル速度、加速度も高いことが特徴である。一方、筋力及び技術発達段階であるジュニアウエイトリフティング選手を対象とした研究は少なく、バーベルを挙上するテクニックが重要なのか下肢の筋力が必要なのかは明らかにされていない。

【目的】

競技力の異なるジュニアウエイトリフティング選手のスナッチ種目のバーベル変位と下肢関節の動作パターンを明らかにすること。

【方法】

対象選手は、挙上重量の高い選手をJS群 (n=50, 年齢 18.4 ± 1.1 歳, 身長 170 ± 7.7 cm, 体重 83.4 ± 23.9 kg, バーベル重量 1.42 ± 0.26 kg/BW), 挙上重量の低い選手をJ群 (n=114, 年齢 18.4 ± 1.0 歳, 身長 168 ± 6.7 cm, 体重 77.0 ± 19.1 kg, バーベル重量 1.35 ± 0.21 kg/BW), 比較対象として日本人成人選手をN群 (n=63, 年齢 25.4 ± 11.9 歳, 身長 169 ± 7.9 cm, 体重 85.4 ± 24.3 kg, バーベル重量 1.59 ± 0.27 kg/BW) とした。デジタルビデオカメラ (60fps) でバーベル離地からキャッチ時までを撮影して、最も重量が重い成功試技の肩峰、大転子、大腿骨外側上顆、外顆、第五中足骨、バーベル先端のデジタイズ (Frame-Dias V, DKH社製) を行った。得られた位置座標データは、最適遮断周波数3~8Hzの4次のバターワースローパスフィルターで平滑化を行った。局面定義は、一回目の膝最大伸展を1st Pull, 一回目の膝最大伸展後から膝最大屈曲をTransition, 膝最大屈曲から二回目の膝最大伸展を2nd Pull, バーベルの最大挙上高をTurnover, バーベル挙上時の最下位置をCatchと定義した。統計分析は、一元配置分散分析を行い、有意差がみられた項目は多重

比較を行った。

【結果及び考察】

バーベル離地からキャッチまでの鉛直方向及び水平方向におけるバーベル変位量には、3群において有意差はみられなかった。しかしながら、JS群及びJ群は、N群に比べて鉛直方向のバーベル変位量が小さい事が示された。この時のJS群及びJ群の各局面時間は、N群に比べて1st Pullと2nd Pullの引き上げ時間が有意に長く、Transitionが短かったことが示された (表1)。

この時の鉛直方向 (JS群: 7.57 ± 1.56 m/s, J群: 7.39 ± 1.53 m/s, N群: 7.62 ± 1.54 m/s) 及び水平方向 (JS群: 6.86 ± 1.74 m/s, J群: 6.70 ± 1.84 m/s, N群: 7.78 ± 2.03 m/s) のバーベル最大加速度出現時間には、3群で有意差はみられなかった。しかしながら、膝関節伸展角速度及び股関節伸展角速度の出現時間差と股関節伸展角速度及び鉛直方向バーベル最大加速度出現時間差には、N群が最も短く、JS群そしてJ群と時間差が長い傾向がみられた。

表1 3群における各局面時間 mean \pm SD (単位: sec)

	JS群		J群		N群		ANOVA	Tukey-kramer HSD
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD		
1st Pull	0.504	0.073	0.498	0.074	0.457	0.066	*	N vs Js, J
Transition	0.128	0.044	0.122	0.036	0.158	0.034	**	N vs JS, J
2nd Pull	0.186	0.027	0.184	0.030	0.165	0.023	*	N vs JS, N vs J
Turnover	0.246	0.025	0.250	0.230	0.263	0.019	*	N vs Js, J
Catch	0.329	0.066	0.332	0.230	0.343	0.069		N.S

*p<0.05 **p<0.001

【結論】

ジュニアウエイトリフティング選手は、バーベル離地から短い時間で膝関節、股関節の順に伸展させて鉛直方向のバーベル最大加速度につなげることが必要だと考えられる。

【参考文献】

- (1) T. Isaka et al. (1996) *J. Appl Biomech.*, 2, 508-516.
- (2) V. Gourgoulis et al. (2004) *J. Sport Med. Phys Fit.*, 144, 126-131.

逆上がりの遊脚期における上肢関節トルク

鴻巣 暁 (東京大学大学院総合文化研究科)
 深代 千之 (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：体操、鉄棒運動、逆上がり、バイオメカニクス

【背景と目的】

体操の鉄棒運動における「逆上がり」は、最も初歩的な上がり技の一つである。そのため、逆上がりの達成はジュニア体操選手や小学生にとって重要な課題となっている[1]。逆上がりの達成に必要な技術と体力に関する情報は、高い関心を集めてきた。

逆上がりのできる児童とできない児童との間で持久懸垂の成績に有意差があることから[1]、逆上がりの達成に上肢関節の筋力が重要である可能性が考えられる。しかしながら、どれほどの大きさの力発揮が必要であるかといった詳細に関しては、我々の知る限り明らかにされていない。

本研究の目的は、逆上がりの遊脚期における力発揮の動態を明らかにすることである。

【手法】

被験者は逆上がりのできる成人男性10名(171.6 ± 6.3 (cm)、66.5 ± 6.5 (kg)、25.2 ± 2.1 (才))であった。試技は床を用いた片脚振り上げ型の逆上がりであった。鉄棒の高さは身長比75%とした。

身体位置の測定には、身体特徴点24ヶ所にマーカーを貼り付けし、赤外線カメラ13台(HAWKとKestrel, Motion Analysis Corp.) (サンプリング周波数200Hz)で撮影と分析を行った。手部が鉄棒から受ける反力は、鉄棒端に貼り付けたひずみゲージを用いて測定した(図1)。

解析は、図2に示す2次元10セグメントリンクモデルを使用して行った。対象区間は両脚離地から下腹部が鉄棒と接触するまでの間とし、関節トルクを算出した。

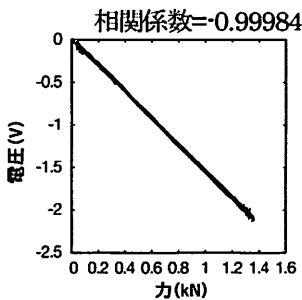


図1 ひずみゲージの校正

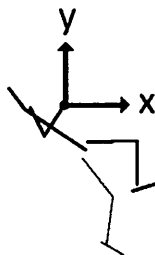


図2 モデル

【結果と考察】

肘関節は前期に伸展トルク、後期に屈曲トルクを発揮した(図4)。肩関節は伸展トルクを発揮した。これらのトルク発揮は主に重心挙上に必要な上向き反力を鉄棒から受けるためになされたと考えられる(図3)。

一般成人男性の等尺性最大トルクに比したピークトルクは、肘関節伸展トルクが100 ± 14(%)、肩関節伸展トルクが82 ± 15(%)であった[2,3]。このように、発揮トルクが最大トルクに迫るほど大きな値であったことから、逆上がりの達成には特に肘関節伸展筋力・肩関節伸展筋力が重要であること、これらの筋力が逆上がりのできる/できないに関与することが示唆された。

逆上がりの達成に有効な技術を明らかにするためには、遊脚期で発揮しなければならない肘関節伸展筋力・肩関節伸展筋力を小さくし得る要因に着目するとよいと考えられる。

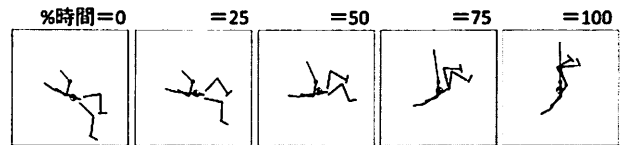


図3 スティックピクチャー

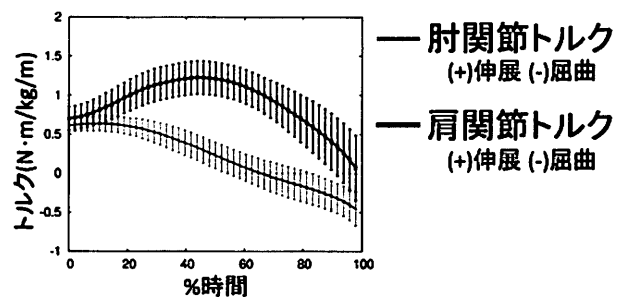


図4 関節トルク

【参考文献】

- [1] 橋爪和夫・高邑和樹 (2005). 体育科教育学研究, 21(2): 11-20.
- [2] Askew, L. J. et al. (1987). *Clin. Orthop.*, 222, 261-266.
- [3] Mayer, F. et al. (1994). *Int. J. Sports Med.*, 15, S19-S25.

バスケットボールのシュート動作における指導方法についての検証 ——シュート時間とリリースポイントに着目して——

岡田 朋子 (国立スポーツ科学センター)
袴田 智子 (国立スポーツ科学センター)

稲葉 優希 (国立スポーツ科学センター)
平野 裕一 (国立スポーツ科学センター)

キーワード：バスケットボール，シュート，指導法，プライオメトリクス

【背景と目的】

バスケットボールの試合中にディフェンスに阻まれずにシュートを打つためには、パスを受けてから素早く、高い位置でボールを放つことが重要であると言われている。そこで、本研究では高校男子バスケットボール選手を対象として、シュート時間の短縮と高い位置でボールを放つシュート動作の習得を目的とした指導を実践し、その効果を定量化することにより、前述のポイントを踏まえたシュート動作の習得において効果的な指導法について検討することを目的とした。また、本研究では部活動や体育の授業でスポーツ科学の観点を取り入れた指導方法の可能性について検討した。

【方法】

被検者は高校男子バスケットボール選手10名(高校1年生4名, 2年生6名, 身長: 169.3 ± 5.1 cm, 体重: 57.8 ± 5.6 kg)とした。プライオメトリクストレーニングと素早く高い位置でシュートを打つために効果的と考えられるシュートスキルドリルを複合させたプログラムを16週間実施した。トレーニング実施前後に体力測定及びシュート動作の測定を行った。体力測定では跳躍高(垂直跳, 腕ふりを用いない垂直跳, リバウンドジャンプ), 立五段跳, 片手シュート距離(ジャンプをせずに片手でシュートできる距離)等を実施した。シュート測定では、センサー内蔵ボール(94fifty)及びハイスピードカメラ(Phantom V311)を用いて、パスをキャッチしてからリリースするまでの時間やシュート動作中の接地時間, リリース高, ボール移動距離, 回転数等を計測した。

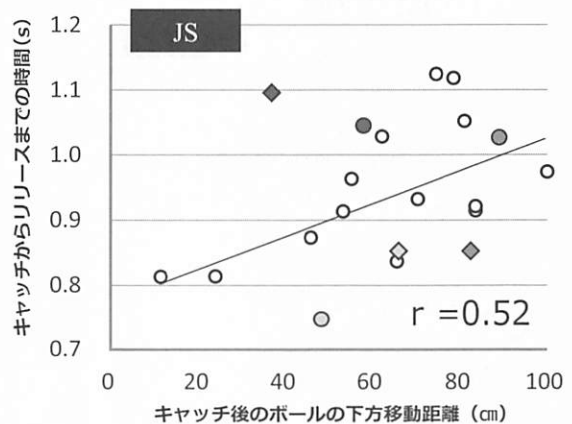
【結果及び考察】

トレーニング実施後、素早く高くシュートが打てるようになった選手は、着地からジャンプの反動を効果的に利用し、短い時間で高い跳躍を行い、かつ過剰にボールを下げる動作の減少により、素早く高い位置でシュートが打てるようになった。この選手は、跳躍高や片手シュート距離も向上しており、プライオメトリクストレーニングによって上肢・下肢のパワーが増大したため、ボールを上

に振り上げる動作が少ないシュート動作においても十分なパワーを発揮してシュートを打つことができたと考えられる。しかし、体力測定の結果、上肢・下肢のパワーが十分に向上しなかった選手では、ボールを下げる動作は減少したが、動作中に長い時間ボールに対して力を加えられなくなり、腕ふりの効果も使えなくなり、短い時間で大きなパワーを発揮できないため、シュート動作までの時間が長くなってしまったと考えられる。

以上の結果から、シュート動作の指導においても、体力測定とスキル測定の両方を実施して個人の特徴や課題を把握することができれば、個々の能力に応じた指導を実施することが可能であり、部活動や授業においても測定を導入することが効果的な指導につながると考えられた。センサーボールや映像などは、学校の部活動や授業でも取り入れられる簡便な方法であり、客観的なデータを基に指導を実施する授業展開が可能となることが明らかになった。

ボールを下げた距離とキャッチからリリースまでの時間の関係



図：ボールをキャッチした後にボールを下げた距離が短い選手ではリリースまでの時間が短い傾向がみられたが、傾向から大きく外れている選手は他の選手と比べて上肢・下肢のパワーが低かった。

背負投に関するバイオメカニクスの研究 ——背負投得意選手の「崩し」に着目して——

伊丹 直喜（東海大学大学院体育学研究科） 山田 洋（東海大学体育学部）
内山 秀一（東海大学体育学部） 小河原慶太（東海大学体育学部）
長尾 秀行（東海大学スポーツ医科学研究所） 中西 英敏（東海大学体育学部）
宮崎 誠司（東海大学体育学部）

キーワード：背負投、崩し、動作解析

I. 目的

柔道は対人競技であるため動作解析が困難であり、柔道の動作解析に関する研究はあまり行われていない。柔道において「崩し」が重要視されることが多いが、「崩し」について「相手を不安定な状態にする」、「重心線を支持面から外す」、「相手を剛体にする」などの感覚的な表現で説明されてきた¹⁾。

そこで私たちは柔道の代表的な技の一つである背負投の「崩し」に着目し、運動学的分析をすることによって新たな指導法を考察することを目的とした。

II. 方法

被験者は大学男子柔道部に所属する健常な男子4名とした。被験者を監督・コーチのヒアリング調査に基づき、背負投の得意選手および不得意選手に群分けした。試技は背負投とした。

測定の際には、取に測定用の着衣を着用させ、解剖学的骨棘状点および末端部の計46箇所計測用の反射マーカを貼付した。受は道衣を着用して測定したため、反射マーカは道衣および体表に貼付した。

取と受の背負投時における計測点反射マーカの3次元位置座標をカメラ23台を用いた光学式モーションキャプチャシステム (Mac3D System, Motion Analysis社製) によって記録した (フレームレート 250fps, シャッタースピード 1/500sec)。

取のどちらかの膝関節が最大屈曲値を示した時を「作り」終了と定義し、群間における「作り」終了時の受の崩れた度合いの違いを検討した。受の崩れた度合いを示す指標として両爪先の中点と頭頂を結んだ線の絶対角を算出した。絶対角は、結んだ線が鉛直な場合を90度とし、それ以上に前のめりになった場合に角度が減少するように定義した。

III. 結果および考察

「作り」終了時の受の絶対角は、得意選手では約69度、不得意選手では約79度であり、得意選手が不得意選手よ

りも受を前方に崩していた。

また、膝関節の最大屈曲値も得意選手は約44度、不得意選手は約73度であり群間に違いが見られた。得意選手は不得意選手に比べ膝関節を屈曲させ、受の懐に低く潜り込めていることが受を崩している一要因だと考えられる。

IV. まとめ

以上の結果より、背負投の指導法の一つとして、膝関節を屈曲させることに着目することが重要であると考えられる。

今後は、被験者を増やし分析を続けることで崩しの重要性を明らかにし、さらなる指導法の考察が必要である。

V. 引用参考文献

- 1) 石井孝法ほか：柔道投技における崩しの基礎的研究、武道学研究40(3), 11-16, 2008

VI. 謝辞

本研究を実施するにあたりまして、ご協力をいただきましたナックイメージテクノロジー株式会社の方々、東海大学男子柔道部上水研一朗監督、井上康生副監督、選手の皆様に感謝の意を表します。

110mHにおけるセットポジション時の腰の高さが 1台目クリアランスに及ぼす影響

岩崎 領 (東京学芸大学) 新海 宏成 (東京学芸大学)

キーワード：110mH, スタート, 腰, 1台目, アプローチ

1. 研究の背景・目的

110mHのスタートから1台目の区間は、レースの結果を左右する重要な区間であると報告されている(宮下, 1993)。多くの指導書には、110mHのスタートは、本質的には短距離走と同じで良いといった記述が見受けられ、110mHのスタート動作に言及したものは見受けられない。坂田ら(2014)は、腰高ジャンプスタートという従来とは異なるスタート方法を提唱し、短距離走において従来のスタートよりも有効であったことを報告している。そこで、本研究は、スタート時の腰の高さに着目し、110mHに適したスタート方法を提唱することを目的とした。

2. 研究方法

1) 被験者

男子大学陸上競技部員7名(身長 175.8 ± 2.4 体重 66.7 ± 2.1 ベストタイム 14.99 ± 0.62)

2) 実験方法

セットポジション時の腰の高さを①通常、②腰高(前脚膝関節を出来るだけ伸ばす)、③腰低(指導書での目安とされている前脚膝関節角度 90°)の3条件とし、2台目ハードルクリアランスまでの全力試技を数本行わせた。また、被験者には各試技が終了した後に5段階の主観的評価をしてもらった。

3) 分析方法

スタート局面を左右に設置した2台のハイスピードカメラ(200fps)で、1台目ハードルクリアランス局面を右側に設置したハイスピードカメラ(200fps)でそれぞれ撮影し、2次元動作解析ソフト(Frame DIAS IV)で分析した。

4) 主な分析項目

- ①ブロッククリアランス(前足がブロックと離れる瞬間)から1歩目着地までの矢状面内の身体重心速度。
- ②スタートから1歩目着地までの身体重心の軌跡と、身体重心の始点から最大鉛直距離との差。
- ③1台目クリアランス時の踏切角度および速度。

3. 結果と考察

- 1) スタート局面の身体重心速度、1台目踏切速度、1台目踏切角度には、各条件間で有意差が見られなかった。このことから、指導書に記載されている膝関節角度は、必ずしもベストではないことが明らかとなった。
- 2) 腰高の試技における身体重心の軌跡は、他の条件に比べて上下動が少なかった(図1)。また、身体重心の始点から最大鉛直距離との差に有意差が見られた。110mHでは踏み切る際に、身体重心を高く保つことが求められるため、腰高のスタートは1台目クリアランスにスムーズに移行できる可能性がある。
- 3) 被験者の各試技後の主観的評価は、腰高が最も高い評価となった。2)の結果と合わせ、腰高のスタート方法は、本実験で即時的効果は認められなかったが、トレーニングを積むことで110mHに適したスタート方法となるかもしれない。

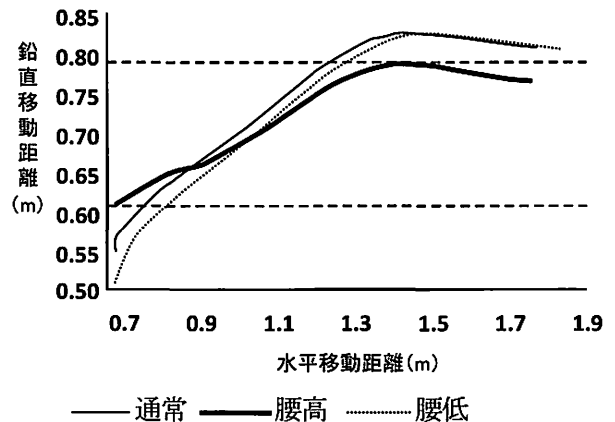


図1. 条件別身体重心の軌跡

4. 結論

本研究では、スタート時の腰の高さは1台目クリアランスに影響を及ぼさないことが明らかとなった。しかしながら、腰高の姿勢をとることで、1台目クリアランスにスムーズに移行できる可能性があり、トレーニング次第では、110mHに有効なスタート方法となる可能性が示唆された。

全力疾走における体幹側屈と股関節外転の力発揮による骨盤安定性への貢献の定量的比較とその相補関係性

佐渡 夏紀 (東京大学大学院総合文化研究科)
 深代 千之 (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：腰仙関節, 拳上下制, 3次元動作分析

【序論】

全力疾走の支持期では骨盤が左右のいずれか一方から支えられるため、遊脚側が落下しようとする。この骨盤の落下防止には、股関節の外転だけでなく体幹の側屈も関与することが考えられる。しかし、全力疾走における体幹の力発揮とその役割については検討されていない。そこで本研究の目的は、骨盤の落下防止の必要性に着目し、全力疾走における体幹の前額面上の役割を明らかにすることとした。

【方法】

陸上競技短距離種目を専門とする男子12名 (22.7 ± 1.2歳; 1.75 ± 0.05 m; 64.5 ± 4.6 kg) に50 mの全力疾走を行わせた。スタートから約40 m地点の地面反力データと被検者に貼付した反射マーカの3次元座標値を取得した。得られたデータから、股関節、腰仙関節の3次元キネティクス変数と、骨盤拳上下制運動の軸回りに働くトルクの各関節トルクの成分を算出した。

【結果と考察】

支持期後半、9.0 ± 2.3°の遊脚側の骨盤の拳上が見られた。この遊脚側の骨盤拳上のメカニズムを検討するために、左右股関節と腰仙関節の各関節軸回りの関節トルクによる骨盤拳上下制運動に対する成分を算出した。その結果、支持脚股関節外転トルクだけでなく、腰仙関節側屈トルクも大きく貢献していることが観察された。そこで、支持期中の貢献を定量するためにこの成分の積分値を算出すると、腰仙関節側屈トルク成分 (0.070 ± 0.039 Nms/kg) と支持脚股関節外転トルク成分 (0.068 ± 0.034 Nms/kg) はほぼ同等の大きさで、有意差は認められなかった。従って、全力疾走において、腰仙関節側屈トルクは遊脚側の骨盤の落下防止に対して支持脚股関節外転トルクと同等の寄与をしていることが明らかになった。

腰仙関節側屈トルクと支持脚股関節外転トルクの骨盤拳上下制運動への貢献成分の変化パターンは、個々で見ると接地直後に上下動する波状性の変化が見られた(図1ab)。また、これらの波状性の変化は、一方が増大する

と他方が減少するようなパターンが観察された。そこで、腰仙関節側屈トルクと支持脚股関節外転トルクの貢献成分の総和の変化パターンを算出したところ、接地直後の波状性の変化パターンが消え、支持期中盤すぎまで定常に近い変化パターンとなった(図1c)。さらに、この腰仙関節側屈トルクと支持脚股関節外転トルクの貢献成分の総和の変化パターンは、左右股関節間力による骨盤拳上下制軸回りのトルクの変化パターンと逆相の関係にあった(図1cd)。従って、体幹の側屈と支持脚股関節の外転の力発揮の間には相補的なメカニズムが備わっており、これらが互いに補填しあうことで骨盤の遊脚側が落下しようとする作用を相殺していることが示された。

骨盤拳上下制軸回りのトルク

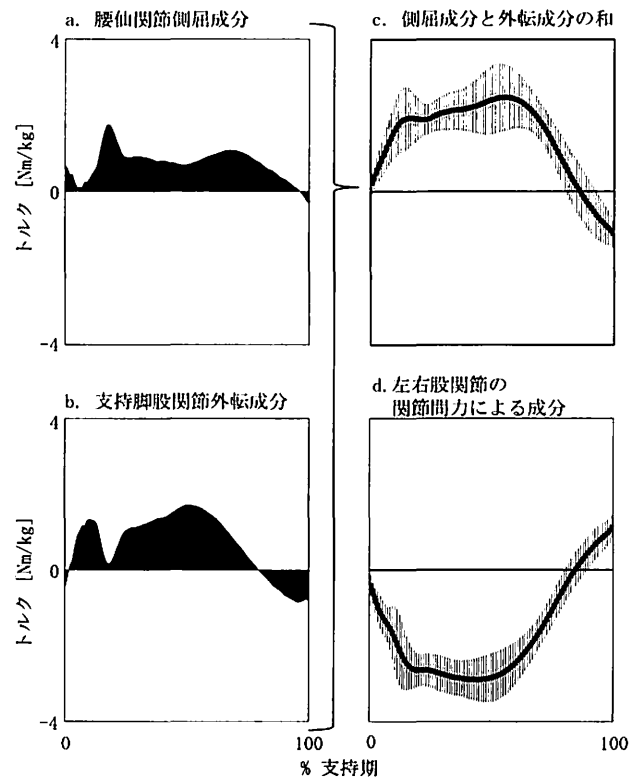


図1 骨盤拳上下制軸まわりに働くトルクの成分

野球における2塁本塁間を短時間で走塁可能な疾走動作の特徴

佐藤 隆彦 (早稲田大学スポーツ科学学術院)

矢内 利政 (早稲田大学スポーツ科学学術院)

キーワード：野球, ベースランニング, 疾走軌道

【緒言】

日本プロ野球では、来シーズンより本塁上でのクロスプレーが禁止となり、2塁走者の本塁突入機会が増加すると予想されている。本塁突入時の得点率を向上させるためには、短時間で本塁まで到達可能な疾走動作の特徴を明らかにすることが望まれる。本研究では、野球で行われる2塁本塁間の走塁タイムの規定因子を特定し、タイムの短縮に繋がる技術を明らかにすることを目的とした。

【方法】

高校で野球部に所属し、現在も週2回以上の練習を継続している大学野球サークル員10名を対象に、2塁本塁間の走塁を全力で行わせた。2塁に右足で接触した姿勢から、左翼方向に設置したランプの合図でスタートさせた。3塁への接触様式は任意とし、本塁はスライディングせず駆け抜けさせた。ピッチャーマウンド上2.85mに設置したハイスピードカメラ(100Hz)を用いて疾走動作をパニング撮影した。地面にマーカを設置し、2次元DLT法を用いて各接地における爪先の位置座標を取得した。座標データから、全接地位置を近似する二次式を算出した。また、2塁および本塁側から決定係数が最大となる範囲で接地位置を近似する一次式を算出した。一次式で近似された範囲の両端の接地、および3塁上の接地におけるx座標を二次式に代入し、二次曲線上に4つの区間を規定した(図1)。曲線上に規定した各点の通過時刻は、x座標の代入に用いた接地が生じた時刻とした。二次曲線上の距離として、各区間および全体の疾走距離を算出した。疾走スピードは各区間および全体の平均スピードとした。2塁離塁から本塁触塁までの走塁タイムと各算出項目との間でピアソンの積率相関係数を算出した。有意水準は5%とした。

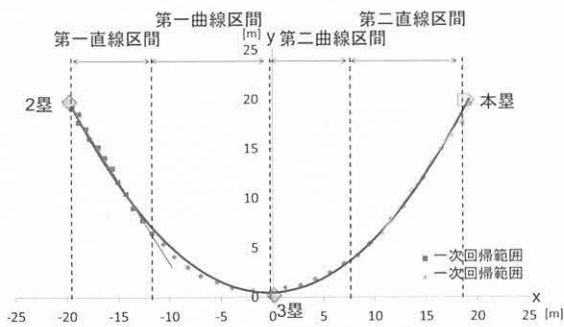


図1 疾走軌道の区間分け

【結果・考察】

全被験者で疾走軌道は精度よく二次式で近似され($r^2: 0.99 \pm 0.00$), 大きな個人差は見られなかった(図2).

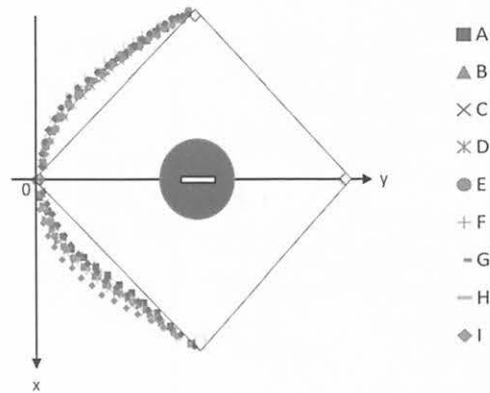


図2 各被験者の接地位置

走塁タイムに対して、全体疾走スピードは有意な相関関係($p < 0.001$)を示した一方で、全体疾走距離に関係性は見られなかった(図3左)。これらの結果から、タイムの短い選手の特徴は、短い疾走距離ではなく、高い疾走スピードであることが示された。各区間における算出項目の内、第一曲線区間の疾走スピードのみが走塁タイムと有意な相関関係を示した(図3右, $p < 0.05$)。第一曲線区間は、大きな加速が生じる第一直線区間から曲線軌道へ移行した区間である。第一曲線区間の疾走スピードの高さは、加速したスピードを維持していた、もしくは、この区間において更に加速していたことを意味する。

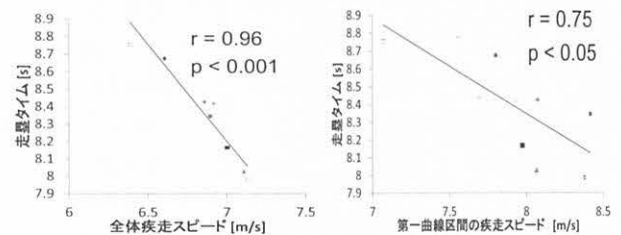


図3 走塁タイムと疾走スピードとの関係接地位置

本研究により、2塁本塁間における走塁タイムは、疾走距離の短さではなく、疾走スピードの高さによって規定されることが明らかとなった。また、直線軌道から曲線軌道へ移行した際に、高い疾走スピードを維持する、もしくは、更なる加速を生み出す技術がベースランニングのタイム短縮に繋がることを示唆された。

筋の弛緩および収縮が同肢内の他筋に及ぼす影響

国分 真帆 (早稲田大学スポーツ科学研究科)
加藤 孝基 (早稲田大学スポーツ科学研究科)
彼末 一之 (早稲田大学スポーツ科学研究科)

キーワード：運動制御, 抑制, 協調, EMG

【目的】

筋弛緩時には、筋収縮時と同様に一次運動野が賦活しており、大脳皮質の抑制機構が関与していることが報告されている。つまり、筋弛緩とは脳の活動を伴うアクティブな動作である。また、前腕の筋を持続収縮する際に下腿の筋を収縮すると、前腕の持続収縮力は一時的に増加し、下腿の筋を弛緩すると前腕の持続収縮力は一時的に減少することが明らかとなっている (kato et al 2015)。したがって、筋弛緩および筋収縮は同側他肢の活動に影響を及ぼすことが示唆される。しかしながら、同肢内の複数筋における筋収縮および筋弛緩の影響は明らかにされていない。本研究では、右上肢の肘関節屈曲筋および指関節屈曲筋を対象とし、筋の弛緩および収縮が同肢内の他筋に与える影響を検討した。

【方法】

被験者は健康な男女10名(23.5 ± 2.2歳)とした。肘関節屈曲動作および母指と示指でフォースセンサーをつまむ動作を組み合わせて行った。一方を持続的に収縮した状態から、音刺激に素早く反応しもう一方を収縮または弛緩した。課題は、①指関節筋および肘関節筋を持続収縮した状態から、音合図に反応し肘関節筋のみを弛緩②指関節筋のみを持続収縮した状態から、音合図に反応し肘関節筋を収縮③指関節筋および肘関節筋を持続収縮した状態から、音合図に反応し指関節筋のみを弛緩④肘関節筋のみを持続収縮した状態から、音合図に反応し指関節筋を収縮、以上の4種類である。実験を始める前に最大随意収縮力(MVC)を測定し、その後十分に課題の練習を行った。4条件を各15回ずつ計60回行った。試行順はランダムに行った。表面筋電図を基に筋活動が消失した時点をも0msとし、400msから2000msまで400msごとの出力を平均し、音刺激から遡った500ms間の平均値(Baseline)で標準化した。統計処理はWilcoxonの符号付順位検定を用い、Baselineと比較した。有意水準は $p < 0.05$ とした。

【結果】

肘関節筋の弛緩は、指関節筋の活動を抑制した

($p < 0.05$)。一方、指関節筋の弛緩は肘関節筋の活動を抑制した($p < 0.05$)。また、肘関節筋の収縮は、指関節筋の活動を促進した($p < 0.05$)。指関節筋の収縮は指関節筋の活動を抑制する傾向が見られた($p = 0.054$)。

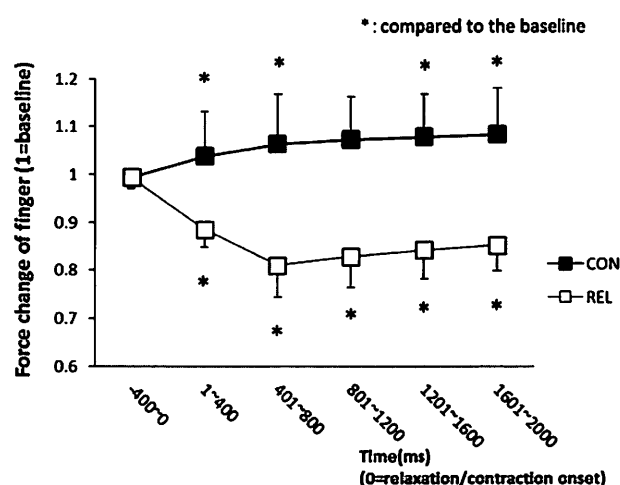


図 肘を弛緩・収縮した際の指の屈曲力の変化

【考察】

筋弛緩は、他肢のみならず同肢内の他筋の活動も抑制するという事が明らかとなった。このことから、ある筋の弛緩は、広範囲に抑制の影響を及ぼすと考えられる。肘関節筋の収縮は、指関節筋の活動を促進した。これは、先行研究で明らかにされていた、筋収縮が同側他肢へ及ぼす影響と同様の結果である。一方で、指関節筋の収縮は肘関節筋の活動を抑制する傾向が見られた。したがって、筋の収縮が他筋に及ぼす影響は、組み合わせる筋によって異なることが示唆された。この影響の違いについて、今後さらなる検討が必要である。

大腿部の筋形態とTMG法による筋収縮特性

趙 顕祐 (国士館大学大学院)
岩城 翔平 (国士館大学体育学部)

平塚 和也 (国士館大学体育学部)
角田 直也 (国士館大学体育学部)

キーワード：筋厚, 筋収縮

I. 目的

大腿部における筋群の形態とその収縮特性との関係性について検討することを目的とした。

II. 方法

1. 被検者及び被験筋

被検者は、体育系男子大学生130名とした。被験筋は、大腿直筋(RF)、内側広筋(VM)、外側広筋(VL)及び大腿二頭筋(BF)の計4ヶ所とした。

2. 筋収縮の測定

筋収縮の測定は、筋収縮特性測定装 (TMG-100 TMG社製)を用いた。測定項目は、遅延時間(以下Td)、収縮時間(以下Tc)、最大変位(以下Dm)とした。

3. 筋厚の測定

大腿部における筋厚の測定は、超音波Bモード法による超音波診断装置 (Echo Camera SSD-900CL, ALOKA社製)を用いて実施した。

III. 結果及び考察

1. 筋厚

全ての筋群間で有意な差が認められた。また、BFが最も大きい値を示し、各筋群における標準偏差は、VMが最も高い値を示した。

Table1. Comparison of muscle thickness in each muscle.

Muscle	Muscle thickness (mm)
RF	32.8±3.5
VM	35.2±5.7
VL	28.3±3.9
BF	46.5±5.0

RF: rectus femoris
VL: vastus lateralis
VM: vastus medialis
BF: biceps femoris

Values are mean ± S.D.
*:p<0.05

2. 筋収縮 (TMG)

TMG法における遅延時間であるTdにおいてはRF、BF、VL及びVM群の順で高い値を示し、BFとVL間を除くすべての筋群間で有意な差が認められた。

Table2. Comparisons of TMG parameters in each muscle.

Muscle	Td (ms)	Tc (ms)	Dm (mm)
RF	24.2±2.5	26.6±4.8	8.9±2.7
VM	20.1±1.6	22.2±2.6	6.2±2.1
VL	22.1±1.6	22.4±2.7	6.7±1.8
BF	22.2±2.8	28.0±10.5	5.2±3.1

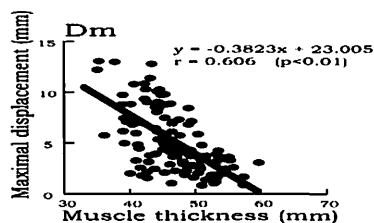
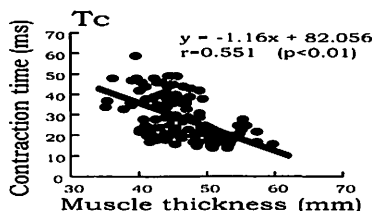
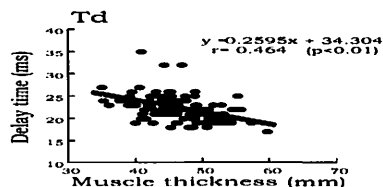
Td: delay time
Tc: contraction time
Dm: maximal displacement

RF: rectus femoris
VL: vastus lateralis
VM: vastus medialis
BF: biceps femoris

Values are mean ± S.D.
*:p<0.05

3. BFのTd、Tc及びDmと筋厚との関係

RF、VM及びVLと大腿部の各筋群の筋厚の間には相関関係が認められなかったものの、BFにおいては、Td、Tc及びDmと筋厚の間に負の相関関係が認められた。



IV. まとめ

これらの結果から、大腿二頭筋 (BF) の筋厚とTMG法における遅延時間 (Td)、収縮時間 (Tc) 及び最大変異 (Dm) との間に負の相関関係が認められたことから大腿二頭筋 (BF) の筋厚は筋収縮特性を反映する可能性が推察された。

スクワット動作時における膝関節伸筋群と膝蓋腱の形状変化特性

服部 弘幸 (国士舘大学大学院)
田中 重陽 (国士舘大学)

今若 太郎 (国士舘大学大学院)
角田 直也 (国士舘大学)

キーワード：スクワット動作，筋及び腱の形状変化，MCセンサー法

I 目的

本研究は，MCセンサー法を用いてスクワット動作時における膝関節伸筋群と膝蓋腱の形状変化特性を明らかにすることを目的とした。

II 方法

被検者は健康な成人男性14名とした。測定に先立ち被検者の右側方における肩峰点，大転子，膝関節裂隙及び外果に球状マーカーを取り付け，右側方7.5mの位置に設置した高速度カメラを用いてフィルムスピード毎秒100コマで動作の撮影を行い，撮影した画像からデジタイジングし股関節角度及び膝関節角度を算出した。筋及び腱の形状変化の測定は，MCセンサーを用いて行った。MCセンサーは，センサーに舌状小突起型の専用チップを筋においては5mm，腱においては2mm突出した状態で取り付け，対象とする筋・腱上の皮膚に貼付することで，収縮に伴う筋や腱の形状変化によって生じた張力を，センサーに内蔵されたストレインゲージにより計測するものである。形状変化の測定部位は，右大腿部の内側広筋 (Vastus medialis : VM)，大腿直筋 (Rectus femoris :

RF)，外側広筋 (Vastus lateralis : VL) 及び膝蓋腱 (Patellar tendon : Pt) とした。また，スクワットにおける筋活動の測定は携帯型筋電計を用いて測定した。被験筋は筋の形状変化の測定と同様に，右大腿部のVM，RF及びVLとした。貼付位置は，各筋に貼付したMCセンサーの上部とした。

III 結果

Fig.1には，膝関節角度と各筋及び腱の関係を示した。VM，RF及びVLにおいては膝関節の最大屈曲位付近で最大値を示す傾向がみられたが，Ptにおいては屈曲動作中に最大値を示す傾向がみられた。

Fig.2には，Pt変化量相対値と各筋の変化量相対値の関係を示した。いずれの筋においても屈曲相ではPtの変化量が先行して増大し，その後各筋の変化量が増大する傾向がみられた。

IV まとめ

腱と筋の形状変化の関係は，屈曲動作と伸展動作で異なる変化様相が認められた。

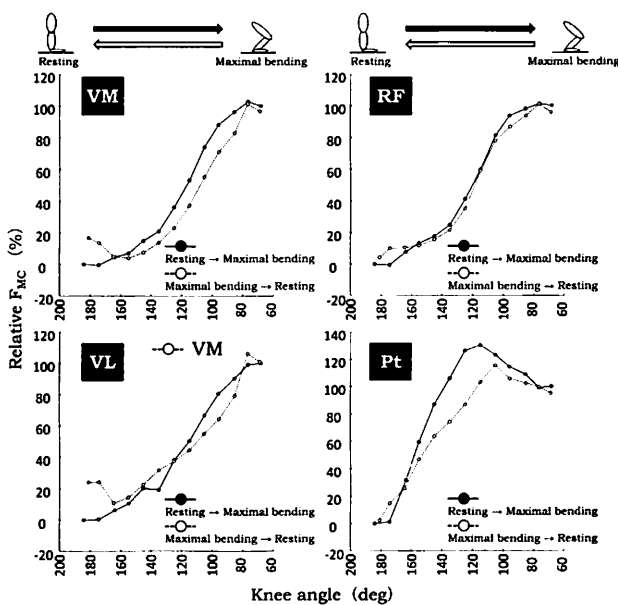


Fig.1. Relationships between knee angle and relative F_{mc} muscle in squat.

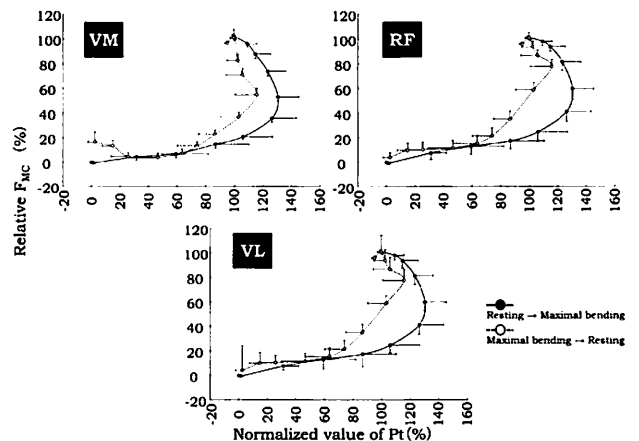


Fig.2. Relationships between normalized Pt and each muscle in squat.

短距離選手と長距離選手の下肢筋群における筋形状変化からみた収縮特性

池上 聖史 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科) 平塚 和也 (国士舘大学体育学部)
 宮崎 大佑 (国士舘大学体育学部) 岡田 雅次 (国士舘大学体育学部)
 角田 直也 (国士舘大学体育学部)

キーワード：TMG, 筋形状変化, 筋収縮特性

研究目的

本研究では、短距離選手と長距離選手における下肢筋群の筋収縮特性を明らかにし、TMG法からみた各競技の種目特性について検討することを目的とした。

研究方法

被検者は、大学陸上競技部に所属する男子短距離選手 (SP) 30名及び長距離選手 (LDR) 30名とした。被験筋は、右足の大腿直筋 (RF)、内側広筋 (VM)、外側広筋 (VL)、大腿二頭筋 (BF)、前脛骨筋 (TA)、腓腹筋内側頭 (GM) 及び腓腹筋外側頭 (GL) とした。筋収縮の測定にはTMG-100 (TMG社製) を用いた。測定項目は、遅延時間 (Td)、収縮時間 (Tc) 及び最大変位 (Dm) とした (図1)。

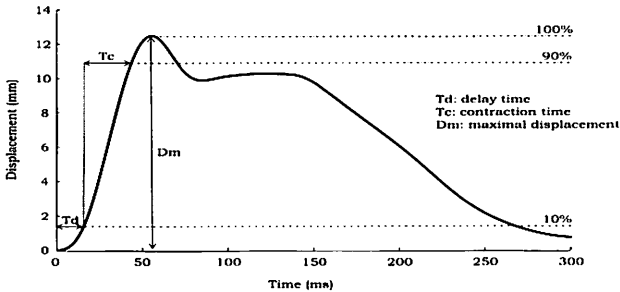


図1. TMG法による筋腹中央の変位

結果

Muscle	SP	LDR
RF	23.5±0.4	25.0±0.5
VM	20.4±0.3	20.4±0.4
VL	22.1±0.2	22.3±0.3
BF	21.0±0.4	24.3±0.5
TA	21.7±0.3	21.5±0.3
GM	18.9±0.4	19.8±0.3
GL	20.6±0.3	21.1±0.4

SP: sprinter, LDR: long distance runner. Values are mean ± S.E. *p<0.05
 RF: rectus femoris, VM: vastus medialis, VL: vastus lateralis, BF: biceps femoris, TA: tibialis anterior, GM: gastrocnemius medialis, GL: gastrocnemius lateralis.

図2. SP群及びLDR群におけるTdの比較

図2には、SP群及びLDR群におけるTdの比較を示した。RF及びBFにおいて両群間に有意な差が認められた。

Muscle	SP	LDR
RF	25.1±0.8	27.9±0.8
VM	22.4±0.6	23.1±0.5
VL	22.1±0.5	23.8±0.6
BF	21.1±0.7	37.9±1.5
TA	22.8±1.8	24.4±1.7
GM	20.8±0.7	22.6±1.0
GL	24.2±1.4	29.7±2.2

SP: sprinter, LDR: long distance runner. Values are mean ± S.E. *p<0.05
 RF: rectus femoris, VM: vastus medialis, VL: vastus lateralis, BF: biceps femoris, TA: tibialis anterior, GM: gastrocnemius medialis, GL: gastrocnemius lateralis.

図3. SP群及びLDR群におけるTcの比較

図3には、SP群及びLDR群におけるTcの比較を示した。RF, VL, BF及びGLにおいて両群間に有意な差が認められた。

Muscle	SP	LDR
RF	9.1±0.5	9.9±0.5
VM	7.1±0.4	7.0±0.4
VL	6.8±0.3	6.7±0.2
BF	4.1±0.5	8.4±0.5
TA	4.1±0.3	4.6±0.3
GM	2.1±0.2	2.5±0.2
GL	3.8±1.5	4.5±0.4

SP: sprinter, LDR: long distance runner. Values are mean ± S.E. *p<0.05
 RF: rectus femoris, VM: vastus medialis, VL: vastus lateralis, BF: biceps femoris, TA: tibialis anterior, GM: gastrocnemius medialis, GL: gastrocnemius lateralis.

図4. SP群及びLDR群におけるDmの比較

図4には、SP群及びLDR群におけるDmの比較を示した。BFにおいて両群の間に有意な差が認められた。

まとめ

短距離選手と長距離選手における下肢筋群の形状変化からみた収縮特性は、両群の間で異なることが確認され、BFにおいて特に顕著に現れることが明らかになった。このことから、測定した値によって競技種目特性を推定することが可能であることが示唆された。

TMG法による下肢筋群の筋形状変化からみた収縮特性と跳能力

後藤 清志 (国士舘大学大学院)
平塚 和也 (国士舘大学体育学部)

岩城 翔平 (国士舘大学体育学部)
角田 直也 (国士舘大学体育学部)

キーワード：筋収縮特性

【目的】 本研究の目的は、TMG法を用いた測定により、下肢筋群の形状変化からみた収縮特性と跳能力との関係を明らかにすることを目的とした。

【対象】 被検者には体育系男子学生107名とした。

Table1. Age and physical characteristics of subjects.

n	Age (yrs)	Body height (cm)	Body weight (kg)	FFM (kg)
107	19.9±1.4	171.9±16.0	74.2±62.7	60.7±8.4

FFM: fat free mass.

Values are means±S.D.

【方法】 被験筋は、右脚の大腿直筋 (RF)、内側広筋 (VM)、外側広筋 (VL)、大腿二頭筋 (BF)、前脛骨筋 (TA)、腓腹筋内側頭 (GM) 及び腓腹筋外側頭 (GL) とした。筋収縮の測定は、筋収縮特性測定装置 (TMG-100 TMG社製) を用いて実施した。筋収縮測定での各測定項目の分析は、初期変位から最大変位までの時間曲線における10%時までの時間を遅延時間 (Td)、10%から90%までの時間を収縮時間 (Tc)、および100%時における筋腹の最大変位 (Dm) の3項目とした。跳能力の測定にはsquat jump (SJ)、Counter movement jump (CMJ)、及びvertical Jump (VJ)、の3種類の跳躍テストを行なった。測定は、垂直跳測定装置を用いて各ジャンプ動作とも3回ずつ試行させ、最大値を跳躍ジャンプ高 (cm) とした。

【結果】 ジャンプ高はVJ (47.15 ± 6.7cm) が最も高く、ついでCMJ (41.31 ± 6.6cm) となり、SJ (37.81 ± 5.8cm) で最小値を示した。VJ及びSJの値は他の試行間と有意な差が認められた。

Table2. Numerical value of the jump measurement.

Jumping test	height (cm)
SJ	37.81 ± 5.8
CMJ	41.31 ± 6.6
VJ	47.15 ± 6.7

SJ: squat jump.

CMJ: counter movement jump.

VJ: vertical jump.

Values are means±S.D.

*p<0.05

筋の収縮特性とジャンプ高の関係はTd、Tcとジャンプ高との関係では、RFとBFに有意な関係が認められた。Dmとジャンプ高の関係はBFに有意な相関関係が認め

られた。しかし、ほかの筋においては、各ジャンプ高とTd、Tc、及びDmとの間には有意な相関関係は認められなかった。また、RFとBFのTcは、BFがRFに比べ、全てのジャンプ高において高い相関係数を示したことから、BFがRFよりも収縮時間の速い特性を有していることが明らかとなった。

各ジャンプ高に及ぼす下肢筋群の収縮特性の影響を検証するために、stepwise法による重回帰分析を行った結果、Td、Tc及びDmにおいてBFが全てのジャンプ高の説明変数として選択された。また、Tcについては全てのジャンプ高に対してRFも説明変数として選択された。

Table3. Correlation of multiple regression between Td and jump measurement of each muscle.

	r	r ²	F-value	p-value	bi	
Td	SJ	0.431	0.186	11.896	<0.001	
	BF					-0.390
	GL					-0.200
	CMJ	0.486	0.237	16.120	<0.001	
	BF					-0.460
VJ	GL					-0.177
	BF	0.526	0.277	40.159	<0.001	-0.526

Table4. Correlation of multiple regression between Tc and jump measurement of each muscle.

	r	r ²	F-value	p-value	bi	
Tc	SJ	0.565	0.319	24.336	<0.001	
	RF					-0.177
	BF					-0.473
	CMJ	0.588	0.345	27.425	<0.001	
	RF					-0.196
	BF					-0.485
	VJ	0.714	0.510	35.703	<0.001	
RF					-0.182	
BF					-0.643	
TA					-0.152	

Table5. Correlation of multiple regression between Dm and jump measurement of each muscle.

	r	r ²	F-value	p-value	bi	
Dm	SJ	0.406	0.165	20.763	<0.001	
	BF					-0.406
	CMJ	0.483	0.234	15.841	<0.001	
	VL					0.188
	BF					-0.471
	VJ	0.580	0.337	26.386	<0.001	
	VL					0.200
BF					-0.571	

以上のことから、大腿直筋及び大腿二頭筋における筋収縮時間と収縮速度は、跳能力に影響を及ぼす可能性が示唆された。

TMG法による下肢筋群の形状変化からみた収縮特性と筋出力

岩城 翔平 (国士舘大学体育学部) 芦田 大介 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)
 平塚 和也 (国士舘大学体育学部) 角田 直也 (国士舘大学体育学部)

キーワード：TMG, 下肢筋群, 筋出力

I. 目的

本研究は、体育系男子学生130名を対象にTMG法を用いて大腿部の筋収縮特性と等尺性及び等速性での筋出力特性の関係を明らかにすることを目的とした。

II. 方法及び結果

被験筋は、大腿直筋、外側広筋、内側広筋及び大腿二頭筋とした。筋収縮の測定は、筋収縮特性測定装置(TMG-100 TMG社製)を用いた。TMG法による測定項目は、遅延時間(Td)、収縮時間(Tc)、最大変位(Dm)とした。筋力測定は、BIODEX System IIIを用い、等尺性(0 deg/sec)及び等速性(60, 120, 180及び240 deg/sec)膝関節伸展及び屈曲力を測定した。測定した膝関節伸展及び屈曲力は、全ての角速度間に有意な差が認められた。

Tdにおいて、RFとVL、VM及びBFの間に有意な差が認められた。また、VLとVMの間及びVMとBFの間に有意な差が認められた。

Tcにおいて、RFとVL、VMの間に有意な差が認められた。また、VLとBFの間及びVMとBFの間に有意な差が認められた。

Dmにおいて、RFとVLの間に有意な差が認められた。またRFとVM及びRFとBFの間に有意な差が認められた。さらに、VMとBFの間に有意な差が認められた。

Table1. Comparison of parameters on the thigh muscles in subjects

Muscle	Td (ms)	Tc (ms)	Dm (mm)
RF	24.28 ± 2.51	26.64 ± 4.86	8.97 ± 2.79
VL	22.12 ± 1.68	22.46 ± 2.71	6.72 ± 1.85
VM	20.10 ± 1.67	22.25 ± 2.67	6.22 ± 2.16
BF	22.23 ± 2.81	28.09 ± 10.56	5.22 ± 3.16

Td: delay time. RF: rectus femoris. Values are means ± S.D. (*: p < 0.05)
 Tc: contraction time. VL: vastus lateralis.
 Dm: maximal displacement. VM: vastus medialis.
 BF: biceps femoris.

各筋におけるTdと等尺性及び等速性伸展力の関係では、120, 180及び240 deg/secで有意な相関関係が認められた。また、BFについては、Tdと全ての角速度における膝屈曲力との間に有意な相関関係が認められた。RFとBF共に角速度が増加していくにつれて、その関係性が高まる傾向がみられた。

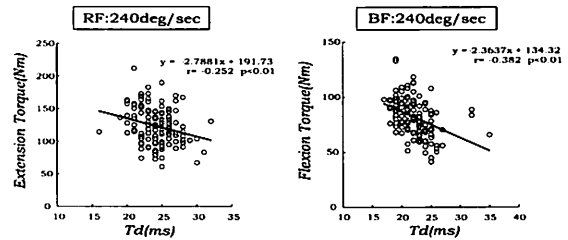


Fig.1. Correlation between Td and torque (RF・BF)

各筋におけるTcと等尺性及び等速性伸展及び屈曲力の関係では、RFにおいて、180及び240 deg/secで有意な相関関係が認められ、BFでは、全ての角速度で有意な相関関係が認められた。また、角速度が増加していくにつれて相関関係が高くなっていくことが明らかになった。

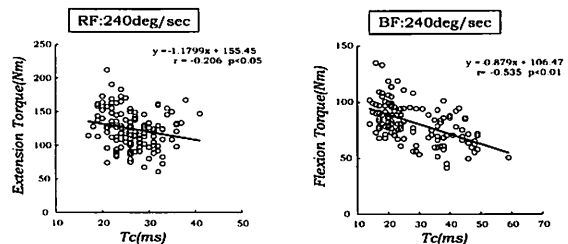


Fig.2. Correlation between Tc and torque (RF・BF)

各筋におけるDmと等尺性及び等速性膝関節伸展及び屈曲力の関係では、RFにおいて、120, 180及び240 deg/secで有意な相関関係が認められた。BFでは、全ての角速度で有意な相関関係が認められた。

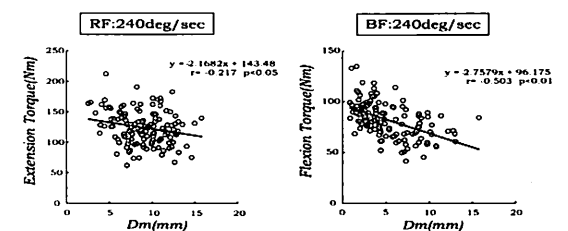


Fig.3. Correlation between Dm and torque (RF・BF)

III. 総括

以上のことから、大腿直筋と大腿二頭筋における筋収縮時間は、高速での等速性筋出力において有意に高い関係が認められた。

下腿周径围と腓腹筋硬度の日内変動

嶋田 卓 (日本女子体育大学大学院スポーツ科学専攻)

大森 秋桜 (日本女子体育大学健康スポーツ学専攻)

沢井 史穂 (日本女子体育大学)

キーワード：Bモード超音波装置，日内変動，筋硬度

緒言

ヒトの肢体容積は、重力やホルモン、活動量など様々な要因が影響して、経時的に変化している(石山2012)。そのひとつに下肢のむくみが挙げられ、女性の代表的な不定愁訴のひとつになっている。下肢がむくむみ、ふくらはぎの体積が上昇し、筋硬度が増加したという報告(須藤2010)がある。しかし、その結果は圧入型の筋硬度計を用いた場合のものであり、筋組織の硬さそのものを評価しているわけではない。そこで、本研究では、1日のほとんどを座位で過ごした日の下腿周径围と、荷重超音波装置を用いて評価した腓腹筋硬度の日内変動を調べ、下肢のむくみと下腿筋硬度との関連性を検討することを目的とした。

対象および方法

(1) 対象

健常者な女性9名(年齢：23.6 ± 5.4歳，身長：155.8 cm ± 7.8cm，体重：53.8kg ± 9.1kg)を被験者とし、対象肢は右下腿とした。

(2) 測定時間

休憩時間以外はほぼ座位で過ごしている平日1日を測定日とし、朝(8:00～8:30)と夕(17:30～18:00)の2回、とした。

(3) 測定項目および測定原理

身長、体重、身体組成、下肢の水分量、右脚の下腿長と最大周径围、そして腓腹筋の筋硬度とした。筋硬度測定には、荷重超音波装置「みるキューブ」を用いた。本装置は、プローブに圧力センサーを内蔵した超音波画像診断装置で、圧迫力をかけていく過程での筋厚の変化をリアルタイムに記録することができる。圧迫力と肘屈曲筋の筋厚の変化の一例(図)では、両者の間に直線性が認められる区間の回帰直線の傾きを筋硬度の指標とした。この例では、0.007という傾きの値が筋硬度の指標となる。この傾きが大きいほど、筋が柔らかいということになる。

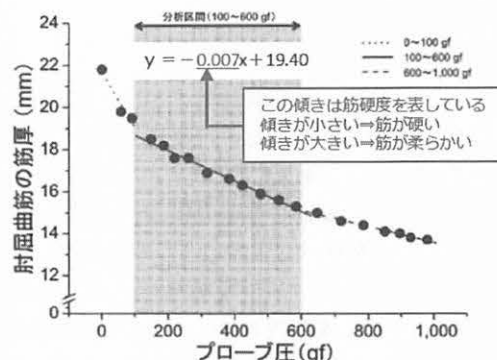


図 プローブによる圧迫力と肘屈曲筋の筋厚との関係の一例 (b)
(藤田, 沢井, 田中, 福永: 2015)

(4) 統計処理

朝と夕の筋硬度、下腿周径围、下肢水分量の差の比較には対応のあるt検定を行った。統計処理には、エクセル統計2015を用いた。有意水準は5%未満とした。

結果と考察

朝より夕の方が、下腿周径围と下肢水分量は有意に増加した。一方、腓腹筋の筋硬度には朝と夕で有意な差はみられなかった(表)。

	下腿周径围 (cm)	下肢水分量 (L)	腓腹筋筋硬度
朝	35.0 ± 1.90	4.32 ± 0.44	0.0131 ± 0.0027
夕	35.5 ± 2.02	4.42 ± 0.51	0.0139 ± 0.0026

平均 ± 標準偏差 * : P < 0.05

このことから、朝から夕にかけての下腿周径围の増加は継時的な下肢への体水分の貯留によるものであり、そのことは、下腿の筋硬度には影響を与えないと考えられた。対象動作の筋に大きな負荷抵抗を課するような身体活動を行えば、乳酸蓄積による浸透圧上昇に応じた筋内水分量の増加などで、筋硬度が増加することが予想される(加藤1988)が、一日座業に従事している場合には、筋硬度の変動はみられないことが確認された。

このことはまた、本研究で用いた荷重超音波装置により、筋に運動負荷が課せられていない安静時での筋硬度測定を行う場合には日内変動を考慮する必要がないことを示唆している。

大腿直筋の筋疲労が低強度・長時間の等尺性膝関節伸展時における 大腿四頭筋の活動交替様相に与える影響

齋藤 輝 (早稲田大学)

飯泉 拳 (早稲田大学)

川上 泰雄 (早稲田大学)

キーワード：二関節筋, 筋活動, 表面筋電図

【目的】

低強度の筋力発揮を長時間持続すると、協働筋間で活動交替現象が観察される。大腿四頭筋では単関節筋である外側広筋 (VL), 内側広筋 (VM) や中間広筋が高い筋活動を示す時に二関節筋である大腿直筋 (RF) の筋活動が低く、RFの筋活動が高い時に3つの単関節筋の筋活動が低くなり、このサイクルが繰り返される (Akima et al., 2012)。このような協働筋間における活動交替の頻度は時間経過とともに増加し、低強度・長時間の筋収縮時による筋疲労は活動交替を誘発させる一要因である (Kouzaki et al., 2006)。本研究は、股関節屈曲によるRFの筋疲労は大腿四頭筋の活動交替頻度を増加させると仮説を立て、この仮説を検証することを目的とした。

【方法】

被験者10名 (22.2 ± 2.2歳) が随意最大収縮 (MVC) の50%の股関節屈曲筋力を疲労困憊まで維持した直後に、2.5%MVCに等尺性膝関節伸展筋力を維持する課題を60分間行った。筋疲労を評価するため、持続的な股関節屈曲および膝関節伸展の前後に各MVCを測定した。RFを疲労させる課題を行わず低強度・長時間の等尺性膝関節伸展のみを行う課題を別日に行い、これをコントロール条件とし、条件間の比較を行った。筋力の安定性の指標として、低強度・長時間の等尺性膝関節伸展中における発揮筋力の変動係数を算出した。VL, VMとRFから表面筋電図を記録した。15秒ごとに抽出した筋電図信号の実効値を5点移動平均法により平滑後、平滑化筋電図を微分して各筋電図の時間変化量を算出した。低強度・長時間の課題開始後120秒以内の時間変化量の標準偏差 (SD) を求め、協働筋間において平滑化筋電図が3SDと-3SD以上で同時に変化した場合を活動交替と定義した。発揮筋力の変動係数と活動交替頻度を10分ごとに算出し、条件間で比較した。

【結果】

持続的な股関節屈曲筋力発揮後、股関節屈曲筋力MVCは有意に低下した ($p < 0.05$)。両条件ともに低強度・

長時間の膝関節伸展後、等尺性膝関節伸展MVCは有意に低下した ($p < 0.05$)。低強度・長時間の課題中における発揮筋力の変動係数に条件間で有意差はなかった。RF-VL, RF-VM, VL-VMの全ペアの交替頻度は各時間帯に条件間での有意差が認められなかった (図)。

【考察】

股関節屈曲によるRFの筋疲労は低強度・長時間の膝関節伸展中における大腿四頭筋の活動交替様相に影響しないことが示唆され、これは本研究の仮説を支持しなかった。RFの筋疲労よりも大腿四頭筋全体の筋疲労が活動交替を誘発させる要因であるかもしれない。また、発揮筋力の変動の増加はRFの筋活動を増加させる要因となり (Kouzaki et al. 2004)、筋力の変動に条件間での差異がなかったため、RFの筋疲労が活動交替様相に影響しなかった可能性が考えられた。

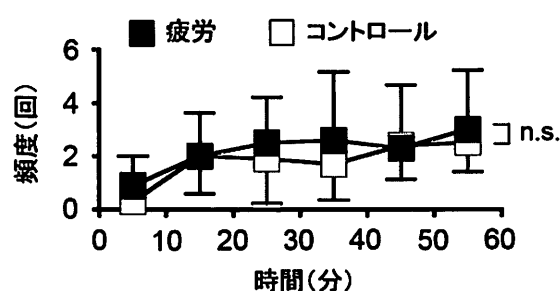


図. RFとVLのペアの活動交替頻度
RFを疲労させる条件とコントロール条件間で各時間帯における活動交替頻度を比較した

等尺性膝関節屈曲最大トルクとハムストリングスの筋放電量に筋腱長変化が与える影響

山崎由紀奈 (日本体育大学大学院トレーニング科学系)
 柏木 悠 (日本体育大学大学院トレーニング科学系)
 山岸 道央 (日本体育大学)
 船渡 和男 (日本体育大学)

キーワード：ハムストリングス, 表面筋電図, 等尺性膝関節屈曲トルク

【目的】

異なる筋腱長における等尺性膝関節屈曲最大トルクとハムストリングスの筋放電量を比較すること。

【方法】

対象は、健常な体育専攻男子学生13名(年齢:21.1±1.0歳, 身長:173.1±4.4cm, 体重:71.1±8.7kg)であった。等尺性膝関節屈曲最大トルクは、座位(S)及び腹臥位(P)における膝関節屈曲角度(K_{angle})5, 30, 60, 90, 105度で等速性筋力計(CON-TREX)を用いて計測した。筋放電量(EMG)は、大腿二頭筋長頭(BF)、半腱様筋(ST)及び半膜様筋(SM)についてそれぞれ3箇所ずつ(筋腹中央、近位及び遠位)の計9つの表面筋電図を記録した。筋腱長はHawkins and Hull (1990)の回帰式を用いて推定した。EMGはS- $K_{angle}5$ の値を100%として正規化し、筋腱長及び各筋におけるEMGの差を比較した。

【結果及び考察】

膝関節屈曲最大トルクは、S- $K_{angle}5$ において最大値を示した。SMのEMGは、座位と腹臥位を比較して腹臥位において減少し、また膝関節屈曲角度と共に減少したことから、筋腱長に伴い変化したと考えられる。一方STのEMGは、座位と腹臥位を比較して $K_{angle}105$ を除いて有意差が認められなかったことから、一定を維持する傾向を持つと考えられる。BFのEMGは、座位と腹臥位を比較して腹臥位において高いEMGが示され、座位ではS- $K_{angle}105$ を除いて有意な差が認められなかったことから、筋腱長が長くなるとEMGは変化しない傾向が示された。SMは筋腱長の変動が大きく、筋構造は力産生能力に優れていることから、MVCトルクに伴うEMG変化を示し、一方BFは筋腱長の変動が小さいことから座位及び腹臥位のEMGが異なる変化を示した可能性が考えられる。

【結論】

異なる筋腱長における最大随意収縮時のBF, ST及び

SMのEMG変化は、筋構造に由来する各筋の特性に影響され変化する可能性が示唆された。

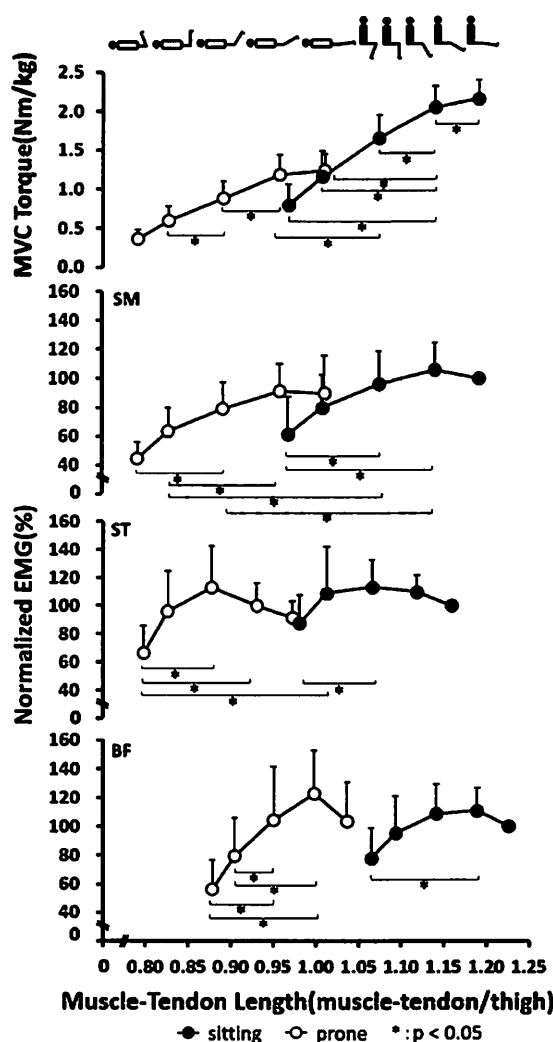


図1 筋腱長変化に伴う等尺性膝関節屈曲トルク(MVCトルク)、大腿二頭筋長頭(BF)、半腱様筋(ST)及び半膜様筋(SM)EMGの変化 (BF, ST及びSMの推定筋腱長(大腿長を1とした相対値)はHawkins and Hull (1990)より算出)(MVCトルクはSMの筋腱長を用いた)

運動課題の違いがリズムの安定性に及ぼす影響

戚 維璜 (早稲田大学大学院スポーツ科学研究科)
水口 暢章 (早稲田大学スポーツ科学学術院)

三浦 哲都 (早稲田大学スポーツ科学学術院)
彼末 一之 (早稲田大学スポーツ科学学術院)

キーワード：運動課題、モータータイミング、時間認知、タッピング、プレッシング

【目的】

異なる状況でも安定した動作を繰り返し行えることは日常生活だけではなく、スポーツにも大変重要な能力である。心理学や神経科学により、時間の認知は時間間隔の長さによって異なることが明らかになっている (David. J. Getty, 1975)。さらに、時間間隔の長さについて、約二秒を超えると厳密な時間を認知することは非常に難しくなることが示されている (H. Merchant, 2007)。しかし、短い時間間隔から長い時間間隔までの範囲に運動課題の違いがどのようにパフォーマンスの安定性に影響するかについては明らかになっていない。本研究は、「異なる運動課題によって安定性が異なる」を仮説をとって実験を行った。

【実験手順】

被験者は健康な男女合計20名(20-30歳, 右利き)であった。被験者は座位をとり、他の関節を制限するため右手を手すりに固定してタッピングとプレッシングを行った。タスクは机の上の感圧センサーに対して行い、タッピング・プレッシングの力を記録した。力の記録における連続した2つの打点間の時間間隔 (Inter-beat Interval, IBI), 各打点の力の最大値 (Peak Force) を算出した。

モーター課題：タッピング及びプレッシング(二条件)

時間間隔：500ms, 750ms, 1000ms, 1250ms, 1500ms,
1750ms, 2000ms, 2500ms, 3000ms(九条件)

実験手順：各条件2回ずつ、合計36試行をランダムに行なった。各試行前に、被験者は先ずメトロノームで与えられる目標時間間隔を覚え、メトロノームを消した後、覚えたペースを再現した。試行中、音の影響を除くためWhite Noiseを聞かせた。

【結果】

異なる時間間隔について安定性の違いを対象に比較した。タッピングタスクでは、2000ms以上の安定性が500msの安定性より有意に低かった($P < 0.05$)。一方、プレッシングの場合では有意差はなかった。

500ms, 750ms, 1500msの時間間隔で、タッピングタスクのパフォーマンスはプレッシングタスクのパフォーマンスより安定性が高かった($P < 0.05$)。

【考察】

タッピングタスクとプレッシングタスクの両方で動作速度の低下に従って安定性が低くなるが、異なる運動課題では安定性の変化の傾向は違うことが明らかとなった。タッピングタスクで2000ms以上と以下の時間間隔を比べると、変動係数に有意差があった。先行研究では、時間認知課題において、約2000msの時間間隔で閾値があることが明らかになっている (David. J. Getty, 1975)。さらに、時間認知能力とモータータイミング能力は共通の大脳皮質領域を使っている (Ricarda I. Schubotz, 1999) ことから、タッピング課題と時間認知課題は類似の閾値なのであろう。一方、プレッシングタスクの安定性は低くなる傾向があるが、2000ms付近には閾値がなく、2000msからタッピングタスクとの間に有意差がないことを示した。これらの結果は、2000ms以内の時間間隔では、運動課題の違いがリズムの安定性に影響することを示している。運動課題の違いがリズムの安定性に影響する理由は未だ不明であるが、触覚フィードバックの違いがパフォーマンスの安定性を影響する重要な要因であるかもしれない。

【結論】

長い時間間隔 (>2秒) でタッピングのパフォーマンスはより不安定になるが、プレッシングではその現象は認められなかった。

短い時間間隔 (<1.5秒) では、運動課題の違いがリズムの安定性に影響がする。

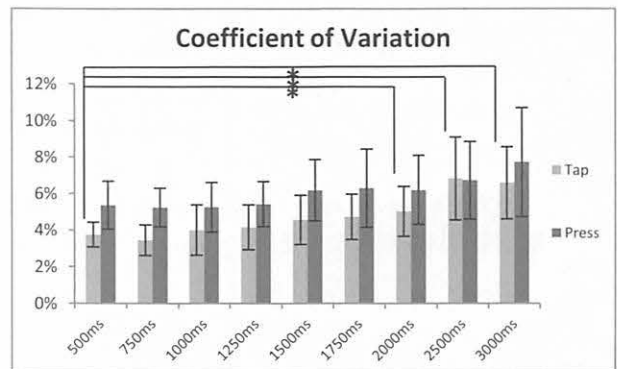


図1 各タスクの平均変動係数

個別の運動スキル要素と複合した運動スキルの相違

渡部 潤 (早稲田大学大学院スポーツ科学研究科)
 水口 暢章 (早稲田大学スポーツ科学学術院)
 彼末 一之 (早稲田大学スポーツ科学学術院)

キーワード：dual task, 力発揮調節, 時間的正確性

【序論】

一つの動作は、複数のスキル要素を組み合わせて遂行されると考えられる (Shmidt, 2011)。異なる課題を組合せる dual task は単独の課題を行う single task より成績が悪化する (Vuillerméら, 2003)。そのため、dual task の成績においては single task 遂行の能力の他に、それらを組み合わせる能力が必要であると考えられる。しかし、運動スキル要素の能力とそれらを組合せる能力の関係はまだ明らかになっていない。本研究では運動スキル要素として力発揮調節に関わるグレーディング能力、時間的調節に関わるタイミング能力について着目し、運動スキル要素の能力と組合せる能力の関係を明らかにすることを目的とした。

【方法】

被験者は健康な右利きの男性で、合計17名 (23.4 ± 2.3歳) であった。グレーディング能力 (single task) の測定では、圧センサーをつまむ力を測定した。その際に、目標となる強度の力発揮を指定し、パリストティックに力発揮をしてもらった。グレーディングの成績は力発揮のピーク値を測定し、その標準偏差で評価した。力発揮強度は最大随意収縮 (MVC) の30%、50%、70%の3段階で設定した。タイミング能力 (single task) の測定では、縦に移動する円の映像を用いて、上から下に移動する円が目標の位置に来た時にタイミングを取る課題を実施した。タイミングの成績は目標からの時間的な誤差の標準偏差で評価した。映像の動き始めから目標の位置に来るまでの時間を1/3sec、2/3sec、1secの3段階で設定した。さらに、タイミングの課題で提示した映像に合わせて、グレーディングで指定された強度の力発揮をする課題 (dual task) を実施した。

課題は最初に MVC を測定し、次にタイミングの練習、グレーディングの練習をした。その後、本番として、タイミングのみの課題、グレーディングのみの課題を各15回ずつ、タイミングとグレーディングを組み合わせた課題をランダムな順番で各組み合わせ15回ずつすべてランダムに実施した。

本実験では single task 単独の成績を single の能力とし、グレーディングやタイミングの標準偏差の変化量 (dual

task の成績から single task の成績を除いた値) を組合せる能力と考え、それらの相関を見た。

【結果】

70%MVC における single task と 1/3sec との dual task の標準偏差の差で大きな効果量が見られた ($d = 0.67$)。また、グレーディングの全ての single task の標準偏差と変化量の間に有意な正の相関は見られなかった ($r < 0.47$, $p > 0.05$) (図1)。

【考察】

single task と dual task の標準偏差に差が見られる可能性があったことから、single task 単独の能力に、組合せる能力が介在することで dual task の成績が出力されることが示唆された。また、single の能力と組合せる能力は互いに独立しており、single の能力が高くとも、dual task の成績が必ずしも良いとは限らないことが示唆された。

【結論】

グレーディング能力、タイミング能力において、スキルの要素の成績とそれらを組合せたスキルの成績は相関しないことが示唆された。

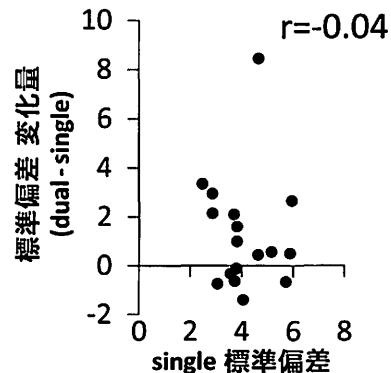


図1. グレーディングの標準偏差における「70%MVCのsingle task (singleの能力)」と「70%MVCと1/3secのdual task における成績の変化量(組合せる能力)」の相関

クロスカントリースキー選手における スキーエルゴメーターを用いたラボテストによる競技力の評価

小林 哲郎 (日本体育大学大学院トレーニング科学系) 柏木 悠 (日本体育大学大学院)
相馬 満利 (日本体育大学大学院トレーニング科学系) 竹腰 誠 (日本体育大学)
藤戸 靖則 (日本体育大学大学院トレーニング科学系) 船渡 和男 (日本体育大学)

キーワード：クロスカントリースキー、スキーエルゴメーター

【背景】

クロスカントリースキー (以下XC) スプリント競技は距離0.8km-1.8km (競技時間約2-4分) の起伏のあるコースを滑走する競技である。近年、スキーエルゴメーター (Concept2社製, 以下SkiErg) が室内用トレーニング機器として開発され, この機器を用いたダブルポーリング (以下DP) 動作中の機械的パワーや生理学的指標とXCスキーパフォーマンスの密接な関係が報告されている。しかし, パフォーマンスを実際の競技会とした研究は見られず, また, DP中の疲労の男女差についても明らかにされていない。そこで本研究の目的は, XCスキー選手におけるSkiErgを用いたDPテスト時のパワー, 酸素摂取量によりスプリント競技力を評価すること, DP中の疲労の性差を検討することとした。

【方法】

被験者は全国大会出場から入賞レベルの大学クロスカントリースキー選手12名 (男性7名, 女性5名, 年齢: 20.7 ± 1.3 歳, 身長: 166.0 ± 7.6 cm, 体重: 60.7 ± 7.8 kg) であった。測定項目は, SkiErgを用いた10秒全力DP時の最大パワー (以下 P_{max}), 平均パワー (以下 P_{10sec}), 3分全力DP時の平均パワー (以下 P_{3min}), VO_{2peak} , 疲労指数 (以下FI) とした。スプリント競技力はレース速度とし, 競技会の記録から算出した平均速度を用いた。DP時の力は, SkiErgのグリップと牽引ロープの間に引張型小型ロードセル (フロンティアメディック社製) を装着し, アンプによる増幅後, サンプリング周波数1kHzでAD変換機に取り込んだ。DP時の速度は, SkiErgの滑車部分にロータリエンコーダ (オムロン社製) を装着し, サンプリング周波数1kHzでAD変換機に取り込んだ。DPパワーは, この力と速度の実測値の積とし, P_{max} は10秒間全力DP中の最高値, P_{10sec} 及び P_{3min} は, それぞれの時間に渡って発揮された平均値とした。 VO_{2peak} は, 呼気ガス分析装置 (ミナト社製) を用いて, 3分全力DP中の呼気を採取し, その最高値とした。また, FIは式1より求めた。

$$FI = (P_{peak} - P_{last}) \times \frac{100}{P_{peak}} \quad (\text{式1})$$

レース速度と各測定値の相関関係を見るためにピアソンの積率相関係数を用いた。また, FIの男女差を見るためにt検定を行った。統計処理にはSPSSを使用し, 有意水準は危険率5%未満とした。

【結果及び考察】

レース速度と P_{max} , P_{10sec} , P_{3min} 及び VO_{2peak} の有意な正の相関関係を示し (表1), 先行研究を指示した。このことから, SkiErgを用いたDPテストでのスプリント競技力評価の妥当性が示された。また, 3分全力DP中のFIは, 男子選手が女子選手よりも高いという性差が示された (図1)。これは, 下肢においてFIをみた先行研究と一致しており, 男女の身体的特徴の違いによる影響が考えられた。

【結論】

XCスキー選手におけるSkiErgを用いたDPテストの有用性が示され, 3分全力DP中の疲労の性差が示された。

表1 レース速度と P_{max} , P_{10sec} , P_{3min} , VO_{2peak} の相関関係

P_{max}	P_{10sec}	P_{3min}	VO_{2peak}
0.77**	0.91***	0.86***	0.72**

** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

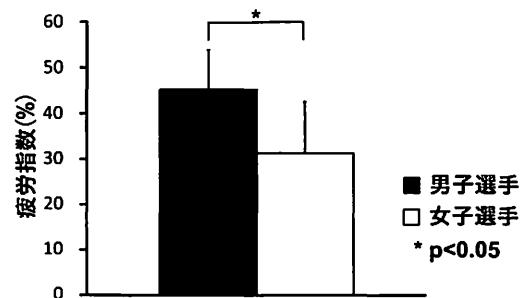


図1 男子及び女子選手における3分間全力DP時の疲労指数

中学女子ソフトボール選手における形態および体力的要素の関係

相馬 満利 (日本体育大学大学院トレーニング科学系)
 小林 哲郎 (日本体育大学大学院トレーニング科学系)
 高橋 流星 (日本体育大学)

柏木 悠 (日本体育大学大学院トレーニング科学系)
 藤戸 靖則 (日本体育大学大学院トレーニング科学系)
 船渡 和男 (日本体育大学)

キーワード：中学女子ソフトボール選手，スイングスピード，遠投，30m疾走速度，要因

【背景】

思春期である女子中学生は、身体機能の発達および体の発育がほぼ成人の水準に達し、成長発達の著しい段階である (Fukushima et al., 2010) と報告されている。思春期であり、成長発達の著しい段階にある、女子中学生の実態把握は、重要であるとされている。しかし、ソフトボール競技に焦点を当てた研究は、ほとんどなされていない。

【目的】

そこで本研究の目的は、思春期である、中学女子ソフトボール選手における「打つ」・「投げる」・「走る」能力に及ぼす形態及び体力的要素との関係を明らかにすること。

【方法】

被験者は、2004-2015年の12年間で全国女子ジュニア育成中央研修会 (NTS) に参加した全国各9ブロック (北海道、東北、北信越、関東、東海、近畿、中国、四国、九州) の選抜選手930名 (年齢 15.1 ± 0.5 歳、身長 159.5 ± 5.3 cm、体重 56.3 ± 6.6 kg) であった。測定内容は、身体測定 (身長、体重、指極長、体組成)、体力測定 (長座体前屈、上体起こし、反復横跳び、腕立て伏せ、背筋、握力、脚伸展パワー、立ち幅跳び、メディシンボール後方投げ)、パフォーマンス測定 (スイングスピード、遠投、30m疾走速度) であった。

【結果および考察】

スイングスピードと形態および体力的特徴との関係では、体重 ($r=0.446, P<0.01$)、両手握力 ($r=0.418, P<0.01$) に比較的高い相関係数が得られ、全身の筋量と上肢に関係していることが考えられた (図1上段)。遠投能力と形態および体力的特徴の関係では、メディシンボール後方 ($r=0.366, P<0.01$)、両手握力 ($r=0.327, P<0.01$) に比較的高い相関係数が得られ、形態的要素よりも、上半身の筋力に関係していることが考えられた (図1中段)。30m疾走速度と形態および体力的特徴の関係では、立ち幅跳び ($r=-0.526, P<0.01$) に比較的高い相関係数が得られ、瞬発力であるパワー発揮能力に関係していることが考えられた (図1下段)。

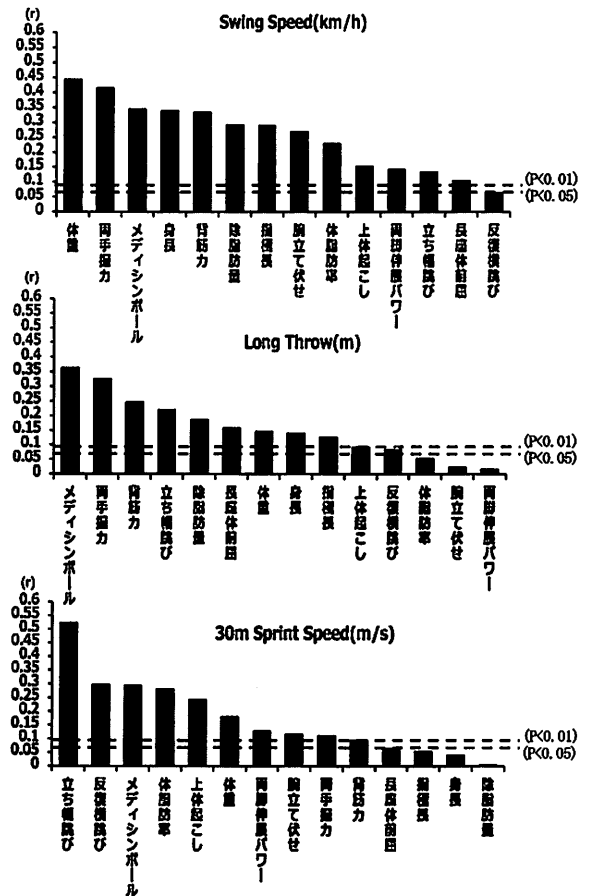


図1 スイングスピード、遠投、30m疾走速度と形態および体力的要素との相関係数

【結論】

以上のことから、思春期である、中学女子ソフトボール選手における「打つ」・「投げる」能力に及ぼす要素は、上肢の筋力および全身のコーディネーション能力との関係が示めされた。一方、「走る」能力に及ぼす要素は、筋力発揮というよりは、敏捷性および瞬発力といったパワー発揮能力との関係が示めされた。

高校男子カヤック選手の200mレースにおける艇速度とストローク変数との関係

平野 智也 (日本体育大学大学院トレーニング科学系)
 小林 哲郎 (日本体育大学大学院トレーニング科学系)
 山岸 道央 (日本体育大学)
 船渡 和男 (日本体育大学)

柏木 悠 (日本体育大学大学院トレーニング科学系)
 藤戸 靖則 (日本体育大学大学院トレーニング科学系)
 加藤 智子 (早稲田大学)

キーワード：スプリントカヤック、艇速度、ストローク変数

【背景】

スプリントカヤックは、200m、500mおよび1000mの距離にわたって争う競技である。理論的に、艇速度 (Kayak velocity: V_k) は、ストローク頻度 (Stroke rate: SR) とストローク距離 (Displacement per stroke: DPS) の積によって決定される。シニア選手を対象とした先行研究において、レース中の艇速度には、短いストローク時間が強く関係することが報告されている。しかしながら、先行研究では、ジュニア選手に関するこのような基本的なパラメーターが報告されていない。そこで、本研究の目的は、①高校男子カヤック選手の200mレース中の V_k に関係する要因を明らかにすること、②上位群のレースパターンの特徴を明らかにすることとした。

【方法】

分析対象レースは、山梨県富士河口湖町で開催された2015年日本カヌースプリントジュニア選手権であった。対象者は、男子K-1 200mに出場した52名であった。また、対象者は、52名のレースタイムの平均値 (Race time: $43.177 \pm 2.044\text{sec}$) ± 0.5 SDを基準として、上位群 ($n=12$)、中位群 ($n=25$) および下位群 ($n=15$) に分けた。レース映像は、デジタルビデオカメラ (SONY社製、60fps) を用いてコース側方より撮影し、撮影区間は序盤 (0-25m)、中盤 (100-125m) および終盤 (175m-200m) の3区間であった。各選手の映像は、Apple QuickTime Proを用いてフレームをカウントし、時間分析を行った。各選手の3区間における V_k 、SRおよびDPSは、以下の式を用いて算出した。

$$V_k \text{ (m/s)} = 25 / \text{区間タイム}$$

$$\text{SR (strokes/min)} = 60 / (6 \text{ ストローク時間} / 6 \text{ ストローク})$$

$$\text{DPS (m)} = V_k \times (60 / \text{SR})$$

さらに、6ストロークから、水中局面時間と空中局面時間を算出した。

【結果および考察】

V_k と200mレースタイムとの間には、有意な負の相関関係がみられた (序盤: $r=-0.85$, 中盤: $r=-0.97$, 終盤: $r=-0.90$)。SRと V_k の間には、有意な正の相関関係がみとめられた (序盤: $r=0.40$, 中盤: $r=0.73$, 終盤: $r=0.54$)。また、DPSと V_k の間には、序盤のみに有意な正の相関関係がみとめられた (序盤: $r=0.38$)。さらに、高いSRには、1ストロークの中の短い水中局面時間が関係していた。これらの結果は、シニア選手を対象とした先行研究と一致し、 V_k とSRとの関係はカヤック種目の特性であることが示された。3区間において、上位群の V_k とSRは下位群よりも有意に高い値を示した ($p<0.01$)。

一方で、両群のDPSには、統計上有意味な差がみとめられなかった。SRを高めるためには、水中局面時間を短縮させることが必要となり、水抵抗に打ち勝つための上肢のパワー出力が重要となる。そのため、下位群の選手は、200mスプリントカヤックのパフォーマンスを向上させるために、上肢の筋力トレーニングを重視すべきであると考えられた。

【結論】

ジュニアカヤック選手の200mスプリントのパフォーマンスを改善するためのキーポイントは、ストローク距離を保ったままストローク頻度を向上させることであることが示された。

ラグビー競技中における身体移動量に関する研究

西村 貴大 (国士舘大学大学院)
手島 貴範 (国士舘大学大学院)

古田 仁志 (国士舘大学)
角田 直也 (国士舘大学)

キーワード：GPS, ラグビー

研究目的

ラグビーは、多くの要素から構成される競技であり、その競技力を完全に数値化することは困難である。その中でも体力的要素は、戦術やトレーニングを計画する上で、重要な要素であることから、その競技特性について知ることは指導現場のコーチングにとって極めて重要である。

そこで本研究は、大学ラグビー選手を対象に試合中の身体移動量についてGPSを用いてFW群BK群別、ポジション別に比較することでラグビー選手の身体移動量を明らかにすることを目的とした。被検者は、K大学ラグビー部に所属するラグビー選手延べ74名とした。FW群(PR, HO, LO, FL, NO8)BK群(SH, SO, CTB, WTB, FB)の2つのグループに分け、さらに8つのポジションに分類した。試合中の走行距離及び走行速度の測定は、GPSトラッキングシステム(フィットネスアポロ社製)を用いて実施した。

結果

FW群BK群別にみた試合中の総走行距離及び総最大速度を示したものである。総走行距離は、BK群がFW群よりも高い値を示し、両群間に有意な差が認められた。また、総最大速度においては、BK群は、FW群よりも速く、両群間に有意な差が認められた。

FW群BK群別にみた試合中の総走行距離及び総最大速度

ポジション	総走行距離 (m)	ポジション	総最大速度 (m/sec)
FW	5221.1±648.9	FW	6.56±0.78
BK	5952.8±565.9	BK	8.00±0.67

有意差 *(p<0.05) 平均値±標準偏差

ポジション別にみた試合中の総走行距離を示したものである。試合中の走行距離は、FBが最も多く、PR.HOが最も低い値を示し、両群間に有意な差が認められた。

ポジション別にみた試合中の総走行距離

ポジション	総走行距離 (m)
PR.HO	4576.5±561.0
LO	5534.6±344.8 *
FL.NO8	5498.6±538.3 *
SH	6129.6±131.7 **X
SO	5786.0±435.2 *
CTB	5876.4±708.8 **X
WTB	5791.3±594.1 **X
FB	6296.8±596.0 **X○+

有意差(p<0.05) * : PR # : LO X :FL.NO8
○:SH ◆:SO +:CTB ☆: WTB 平均値±標準偏差

ポジション別にみた試合中の総最大速度を示したものである。試合中の総最大速度はWTBが最も高く、PR.HOが最も低い値を示し、両群間に有意な差が認められた。

ポジション別にみた試合中の総最大速度

ポジション	総最大速度 (m/sec)
PR.HO	5.39±0.50
LO	6.72±0.55 *
FL.NO8	6.53±0.59 *
SH	7.06±0.60 **X
SO	6.97±0.63 **X○
CTB	7.25±0.56 **X
WTB	8.03±0.66 **X○◆+
FB	7.72±0.79 **X◆+

有意差(p<0.05) * : PR # : LO X :FL.NO8
○:SH ◆:SO +:CTB ☆: WTB 平均値±標準偏差

考察

ラグビーの試合において、BK群は、FW群より、より多く走りそしてより速い速度で走る必要があるポジションであると考えられた。

ラグビーの試合において、各ポジション要求される体力水準は、異なることが明らかになった。また、体格のみならず、各ポジションに求められる動作特性の影響を受けるものと推察された。

戦時中のバスケットボール競技に関する史的研究 —— 競技活動の停滞と一時中断に至った要因に着目して ——

小谷 究（日本体育大学非常勤講師）

キーワード：物資統制、敵性スポーツ、学徒動員

本研究では、戦前、日本におけるバスケットボール競技の主流であった大学及び旧制高等学校、実業団といった一般男性のバスケットボール競技を対象とし、戦時中に競技活動が停滞し、その後一時中断するに至った要因について明らかにすることを目的としたい。

I. 競技活動の停滞と一時中断に至った要因

1. 物資統制による競技用具の不足

1938（昭和13）年7月1日、日中戦争のために重要軍需資材である牛革を用いた運動用具の製造が禁止され、その後、牛革に加えてやゴムや毛織・綿織製品などの物資も統制されるようになり、ボールやシューズ、ウェアが不足するようになった。

2. アメリカとの交流の断絶

戦火が激しくなる以前、日本のバスケットボール競技界はアメリカとの交流により、アメリカの技術や戦術を国内に取り入れてきた。しかし、戦況の悪化によりアメリカとの交流が断絶され、アメリカの技術や戦術が国内に入ってこなくなった。このことにより、日本のバスケットボール競技界は参考とするものを失い、その発展が停滞することとなった。

3. 敵性スポーツ及び自由主義的要素に対する批判

戦況がかんばしからぬようになってきた頃、敵国で生まれ育ったスポーツに対する批判が高まり、バスケットボール競技で使われていた用語は敵国語であるとされ、すべて日本語に変換された。また、戦時中はスポーツに漂う自由主義的要素が批判され、バスケットボール競技もこの例にもれず批判された。

4. 兵役、学徒動員による競技者の減少

戦前のバスケットボール競技者数は相当数いたものとみられるが、戦況が悪化するにつれて兵役や学徒動員により、競技者が減少し、戦力を確保することや練習を行うことが困難となっていった。

5. 協会の解散

1942（昭和17）年に「大日本籠球協会」は、大日本体育会の部会「大日本体育会籠球部」となり、事実上の解散となった。また、協会の解散とともに大日本籠球協会の機関紙であった「籠球」も廃刊となり、大日本体育会の機関紙「体育日本」に合流された。こうして、協会の解散とともに独自の機関誌を失ったバスケットボール競技界の活動はしだいに停滞していった。

6. 大会の縮小と禁止

1939（昭和14）年、文部省より運動競技試合に関する次官通牒が各直轄学校、公・私立学校及び高専学校長に対して発せられて以降、大会の規模が縮小され、1942（昭和17）年秋に中央大会、地方大会の形式を問わず、すべての学徒大会が禁止されたことにより、バスケットボール競技は一時中断されるに至った。

II. まとめ

バスケットボール競技は、物資統制による競技用具の不足、アメリカとの交流の断絶、敵性スポーツ及び自由主義的要素に対する批判、兵役や学徒動員による競技者の減少、協会の解散、大会の縮小により競技活動が停滞し、大会の禁止により1943（昭和18）年頃には競技が一時中断されるに至った。

嘉納の理想とした「自然体」の柔道修行の実践と「精力善用自他共栄」

高平 健司（筑波大学大学院）

キーワード：精力善用自他共栄、現象即實在論、宇宙有機体説

問題の所在（研究の目的）

「心と体を一体としてとらえ」、平成元年改定で「格技」は「武道」と改められ再登場してきたが、平成24年、武道が必修化されたが、藤堂良明は「武道」としての柔道の実践教育方法として「自然体によるつくりとかけの柔道」を提言している。しかし、嘉納治五郎の理想とした自然体の柔道とその理念「精力善用自他共栄」との関係は明らかになっておらず、特に「自他共栄」は講道館に代表される実技派は「柔道修行の実践により体得される理想の境地である」とし、文献派の「社会的な道德原理」であるとする主張と対立している。

研究方法

本研究では嘉納の理想とした「自然体を基本とした柔道修行」と「日常生活としての修養（修行）」は同じ「自利利他円満」な構造であり、「それらの修行（修養）」の実践による「意識の厳密なる統一」として現前成就する「（自他不二）の實在」は「人格的行為主体」として作用するが、この関係は儒教的にも仏教的にも解釈しうる。そして、この関係に日常生活による事上磨錬を重ねる儒教心学（陽明学）の「心即理」のテーゼをベースとした三宅雪嶺の「現象即實在論」の一種である「宇宙有機体説」が応用され嘉納柔道修行の修養の「道」に相当する「精力善用自他共栄」が導き出されたことを明らかにする。

考察

つまり、嘉納柔道修行の修養（「精力最善活用」）により、「自分（取）」と「相手（受）」との主客対立の認識構造は克服されていく。つまり、①「（自己の）欲求」が抑制されていき、②「（社会的な）道德性（自他共栄）」が高まっていく人格的な変化のプロセスが同時並行的に進行すると考えられる。このことを嘉納は①「己を完成し」②「世を補益する」と述べたのだと考えられよう。そして、その修養により、「欲求」と「道德」が一致する時、「心」が超越的な「天＝（天）理」と一体化し、宇宙大の「心」である「良知」が「人格的行為主体」として「道」を体現するようになり、人格は完成される。そして、道德性の発達は認知構造の変化であるとされるが、この時、「精力善用」は「精力善用自他共栄」として認識されることになる。（なぜなら、この時、目の前に見ているのは他ならない自分自身と認識しているの

だから）さらに、この時、「覚醒」において把握された「仮象（現象）（「精力善用自他共栄」）」と「實在（「精力善用自他共栄」）」は等しいことになる。そして、「覚醒」時の意識内容は客観的な「学理」の対象となる「知」となりうる。よって、講道館の主張は当を得ていることになる。

結論

つまり、嘉納柔道思想「精力善用自他共栄」とは嘉納の理想とした自然体を基本とした柔道修行の修養に基づく実践思想であり、陽明学における「良知」（において把握された「身体知」）に相当していると考えられよう。こう考えることにより、講道館に代表される実技派と文献派の主張が同時に成立する。このことは「武道」としての柔道の実践に指針となるであろう。

