

野球のクイックスロー動作における運動学的特性

The kinematic characteristics of the quick-throwing-motion of baseball player

矢田 一心 (学校法人 相川学園 静清高等学校)
升 佑二郎 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)
手島 貴範 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)
熊川 大介 (国立スポーツ科学センター)
田中 重陽 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)
角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

I. 研究目的

野球におけるクイックスロー動作は、主に野手が行う投動作であり、投手が行う静止状態からの投動作とは異なる投球動作である。野球における投球動作は競技特性であり、最も重要な要素である。野球の投動作における研究は数多く行われているものの、野手に着目した研究は殆どみられない。さらに、野手が補給後に行う、クイックスロー動作についての知見は十分に得られていないと考えられる。従って、その動作特性を検討することで野球の指導現場において競技力の向上のための資料が提供できるものと考えられる。そこで本研究は、野球の技術が習熟していると考えられる大学生野球選手のクイックスロー動作を対象として、内野手におけるクイックスローの動作特性を明らかにすることを目的とした。

II. 研究方法

1. 被検者

被検者は、10年以上の野球経験を有する右投げの野手15名を対象とした。また、各被検者における球速が速かった試技をFast Trial (以下: FT.28.1 ~ 36.1m/s)、球速が遅かった試技をSlow Trial (以下: ST.26.7 ~ 34.4 m/s)とし、2群に分類した。

2. 動作撮影

クイックスロー動作の撮影は、捕球エリアの周囲に設置したVICON-250 赤外線反射軌跡専用カメラ (Oxford Metric社製、フィルムスピード毎秒120コマ) 4台とデジタルビデオカメラ (DCR-HC90: SONY Co, 60fps) 1台を

用いた。

各被検者は、身体に密着する衣類を上半身に着用させ、下半身はハーフタイツ、シューズ及びグローブを着用した状態で測定を行った。反射マーカを身体の計20箇所に付け、反射マーカ添付部位は、VICONカメラのマニュアルに従い、肩峰、上腕遠位端背側面、前腕橈骨茎状突起部、前腕尺骨茎状突起部、上前腸骨棘、上後腸骨棘、膝関節、踝、踵、第二中足骨とした。

測定試技は、先行研究 (櫻井・宮西, 2009) を参考に、遊撃手の定位置付近にゴロを転がし、捕球後1塁ベースに設置した的 (防球ネット) に向かって最大努力で送球させ、3回の試技を実施した。

3. データの規格化

櫻井・宮西 (2009) の送球動作の定義を参考にし、本研究の試技を捕球時から踏み出し足接地までをステップ局面 (以下: SP)、踏み出し足接地からリリース時までを投げ出し局面 (以下: TP) とした。それぞれの局面について、ボールを捕球した地点から踏み出し足接地まで、さらに、踏み出し足接地からボールをリリースした地点までの局面をそれぞれ規格化した。データの平滑化は、3次スプライン関数を用いて行った。

III. 結果及び考察

1. 最大手関節移動速度と球速との関係

TPにおける最大手関節移動速度と球速の間には有意な相関関係 ($r = 0.704, p < 0.05$) が認められた (Fig. 1)。また、クイックスロー動作全体の時間とSP時間との間に有意な相関関係が認められた。これらのことから、先行研

究における踏み出し期と同様の動作様式であるSP時間を短縮させることが野手のクイックスロー動作において重要であるものと推察された。

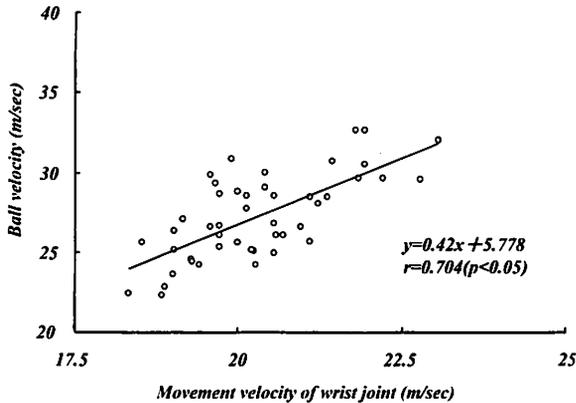


Fig.1. Relationship between movement velocity of wrist joint and ball velocity.

2. FT及びSTにおけるクイックスロー動作の比較

動作全体の手, 肘, 上腕最大移動速度の比較を行ったところ, 手関節移動速度においてFTがSTよりも有意に高い値を示した。しかしながら, 他の部位の最大移動速度には著しい差は認められなかった。

3. 身体各部位の角度, 角速度変位

肘角度は, 50%地点まで両群に角度変化に差は見られず, その後, 60%地点からリリースにいたるまでの間で両群に肘角度の値の増加傾向が見られたが, FT及びST間に有意な差が認められなかった。しかし, FT及びSTをそれぞれ0%の値を基準に局面毎に比較した結果, FTでは, 70%から100%地点で有意な差が認められ, STでは80%から100%地点において有意な差が認められた。上腕角速度では, FT及びST間に異なる傾向が確認され, FTは70%地点において最大上腕角速度が出現しているのに対し, STは50%地点で最大上腕角速度が出現していた。また, FTは80%地点から90%地点, 及び90%地点からリリースとなる100%地点において有意な差が認められた。一方STは, 10%地点から20%地点, 20%地点から30%地点, 及び90%地点から100%地点に有意な差が認められた (Fig. 2)。肘角速度では, 70%地点から90%地点までにFTがSTよりも高い値を示す傾向が見られたが著しい差はなかった。次に, FT及びSTにおける身体各部位の角速度の変化だが, 両群間における肘角速度では, FTは最大角速度が90%地点で出現したのに対し, STではリリース時の100%地点で最大角速度が確認された。TPのFT及びSTの肘最大角速度出現時間を相対値で比較した結果, FTでは, 85%付近で最大肘角速度が出現しているのに対し, STは90%を越えた地点

で出現していることが確認され, 両群間に有意な差が認められた (Fig. 3)。このことから, FTはSTに比べ早期に肘最大角速度が出現していることが確認された。

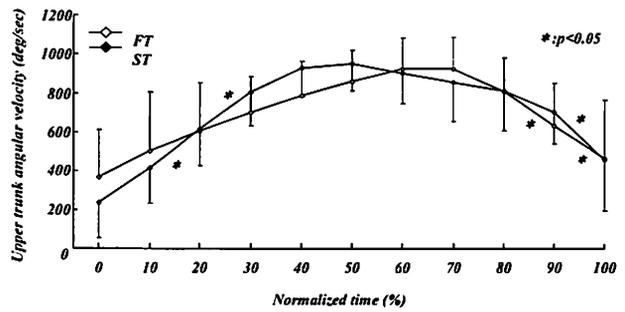


Fig.2. Comparisons of angular velocity of upper trunk in FT and ST.

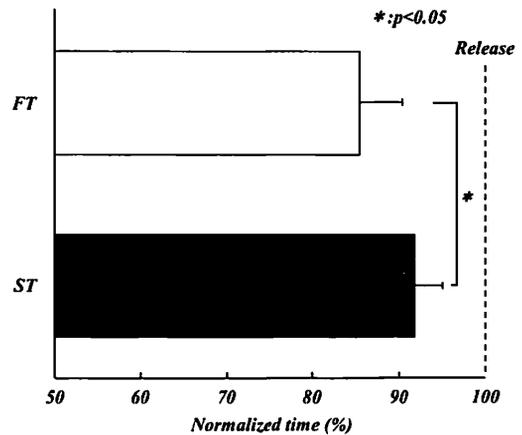


Fig.3. Comparisons of time at peak angular velocity of elbow joint in FT and ST.

IV. まとめ

1. スローイング局面における最大手関節移動速度と球速の間には有意な相関関係が認められ, クイックスロー動作全体の時間に対し, ステップ局面時間との間にも有意な相関関係が認められた。
2. FTにおけるスローイング局面の最大手関節移動速度は, STに比べて著しく高い値を示した。また, 上腕, 肘, 手関節の最大移動速度をFTとST間で比較した結果, 手関節においてのみ両群間に有意な差異が認められた。
3. FT及びSTにおける肘関節角度は, 両群間において有意な差は認められなかった。しかし, FTはSTよりも早期に角度の上昇が行われる動作であることが明らかになった。FTにおける上腕角速度はリリース付近で急激に減少したのに対して, STの場合では, 比較的早い局面で角速度の減速する動作であった。この結果から, STはFTに

比べて肩から肘への運動エネルギーの伝達効率が悪い動作であると考えられた。また、FTはSTに比べ早期に肘最大角速度が出現するという動作の特徴がみられた。

以上のことから、上腕角速度が著しく減少する局面で肘関節角速度が最大値を示すことがリリース時の手関節速度を高めるものであり、より速い球速を生み出すクイックスロー動作の特性として考えられた。

V. 参考文献

櫻井直樹・宮西智久 (2009) 野球の内野手のクイックスローに関するバイオメカニクス研究——中学生・高校生・大学生の動作の特徴。仙台大学大学院。スポーツ科学研究科修士論文集。10: 79-86.

連絡責任者

住所：〒426-0007 静岡県藤枝市潮87
学校法人 相川学園 静清高等学校
氏名：矢田一心
電話：054-6410-6693
E-mail：Kyada0105@yahoo.co.jp

自転車エルゴメーターを用いた 上肢ペダリング運動時のパワー発揮特性と筋活動様式

Characteristics of power and muscle activity during upper limbs pedaling exercise

諸 敦 (埼玉県立深谷はばたき特別支援学校)
田中 重陽 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)
熊川 大介 (国立スポーツ科学センター)
角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

I. 研究目的

下肢ペダリング運動時のパワー発揮は、下肢筋群の筋形態や筋機能特性に影響を受けることが予想(会田ほか: 1992, Coyle E. F. et. al.: 1991) 上肢ペダリング運動においても下肢ペダリング運動と同様に多関節運動であり、上肢及び体幹筋群の筋形態や機能的特性が大きく関与するものと考えられる。そこで本研究では、筋量の違いを考慮し、自転車エルゴメーターを用いた上肢ペダリング運動時におけるピークパワーに達するまでのパワー発揮特性と、上肢及び体幹筋群の活動様式を検討することを目的とした。

II. 研究方法

1. 被検者

被検者は、健康な成人男性20名を対象とした。全被検者を上肢及び体幹筋量の総和の上位群10名(HG)と下位群10名(LG)の2群に分類した。

2. 測定項目

1) 形態測定

身長はデジタル身長計を用いて計測し、体重及び全身筋量は、インピーダンス法による身体組成測定装置を用いて測定した。

2) 上肢ペダリングパワーの測定

上肢ペダリングパワーの測定は、Power Max V II (COMBI社製)のマニュアルトレーニングを用いて実施した。負荷設定は体重の2.5%kp (L-load), 5%kp (M-load), 7.5%kp (H-load)とし、10秒間の最大努力によるペダリング運動を2分間の休息を挟んで行わせた。各試技の、ピー

クパワー (PP), ピークパワー到達時間 (PT) 及び運動開始からピークパワー到達までの仕事量 (Impulse of power) をそれぞれ算出した。また、上肢及び体幹筋量の総和に対する、ピークパワー値を算出した。

3) クランク力及びクランク角度の測定

上肢ペダリング運動中のクランク力及びクランク角度の測定は、特別に改良したPower Max V IIを用いて実施した。本測定システムは、クランクの中央部に圧力センサーを埋め込み、クランクを回転する力を計測するものである。全ての試技は、運動開始からピークパワーに到達するまでを分析対象とし、ピークパワー発揮までのクランク力の積分値 (Impulse of crank force) を算出した。また、1回転ごとのピーククランク力及びその発揮角度(上位点0deg, 下位点180deg)についても分析の対象とした。

4) 上肢ペダリング運動時の筋活動様式

上肢ペダリング運動時の筋活動様式は、無線型筋電計を用いて記録した。被験筋は、右腕前腕屈筋群 (FF) 伸筋群 (FE) 上腕二頭筋 (BB) 上腕三頭筋 (TB) 大胸筋 (PM) 三角筋前部 (DA) 後部 (DP) 広背筋 (LD) の8部位とした。ピークパワー到達時点までの活動量を積分値として求め、iEMGに対する仕事量の比率、及び上肢8部位の総活動量に対する各筋の割合をそれぞれ算出した。また、1回転目と最高回転速度時について、各筋群の活動量をクランク角度30度毎に算出した。

3. 統計処理

被検者の身体的特徴は、対応なしのt検定を用いて実施した。上肢ペダリング運動時のパワー発揮特性及び筋活動に関する項目の群間差は、群の要素と試技の要素を考慮し、二元配置分散分析を用いて行い有意な効果が認

められた場合には、Post-hoc test (Bonferroni法)により、各試技の群間の有意差検定を実施した。いずれも、有意水準は5%未満とした。

III. 結果及び考察

1. 筋形態と上肢ペダリング運動時のパワー発揮特性

全身筋量及び各部位の筋量に有意な群間差が認められ、HGがLGよりも高い値を示した($p < 0.05$)。一方、全身筋量に対する各部位の筋量の割合は、著しい群間差は認められなかった。

上肢ペダリングにおけるピークパワーは、全試技で群間に有意な差が認められた。一方、ピークパワーの相対値はM-Load時において有意な差が認められたが、他の負荷では著しい群間差は認められなかった。

2. 上肢ペダリング運動時のクランク力発揮特性

仕事量とクランクパワーとの関係は、全ての試技において両者の間に有意な相関関係が認められた。このことは、仕事量の増加に伴いクランク力も増加したということを示しており、上肢ペダリング運動時においても下肢ペダリング運動時と同様な結果が得られた。また、L-loadのピー

クランク力はペダリング回数に伴って低下する傾向が見られ、M-load、H-loadと負荷が増加するにつれてピーククランク力の低下が緩やかになっていく傾向がみられた。また、ピーククランク力発揮角度は、ペダルを引き上げる局面(180deg ~ 360deg)で、より大きなクランク力が発揮されていた。両群共にL-Load及びM-Load時において、ピーククランク力発揮角度の変化が認められたが、負荷重量の大きいH-Load時においてはペダリング回数に伴う著しい変化は認められなかった(Fig. 1)。

3. 上肢ペダリング運動時の筋活動様式

上肢ペダリング運動時の筋活動量は、全体を通して、FF、BB、DPの筋活動量が他の筋群よりも比較的大きい傾向を示していた。また、活動量に対する仕事量の比は、L-load時のDA及びLD、M-load時のDAに有意な差が認められた(Fig. 2)。このことから、活動量に対する仕事量の比をパワーの発揮効率として捉えると筋活動量に対するパワー発揮は、負荷の大小に関わらずHGがLGよりも優れている傾向にあるものと推察された。また、上肢ペダリング運動時の上肢筋群における各筋の活動割合は、群が異なっても同程度であった。また、1回転目と最高回転速度時の各筋群の活動量では、全試技においてHG

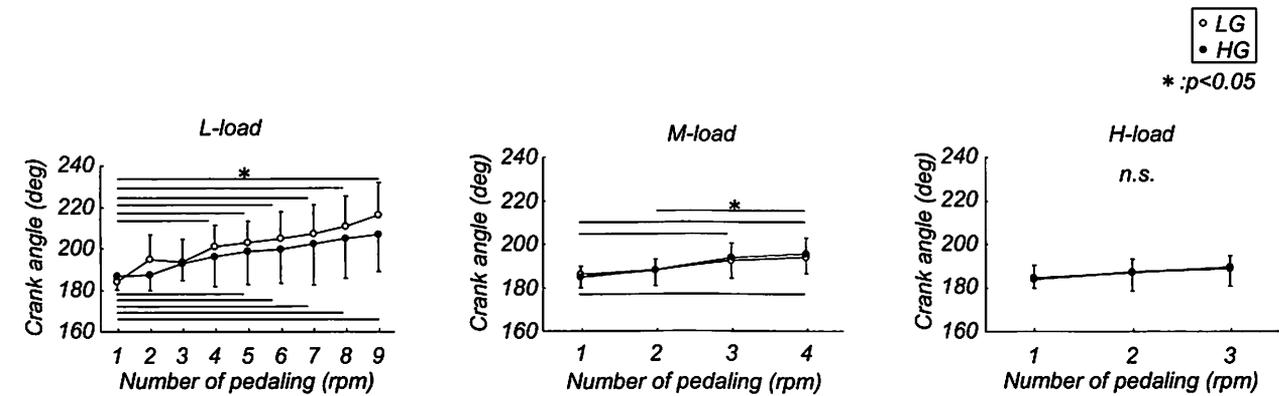


Fig.1. Changes of crank angle for peak crank force in both groups.

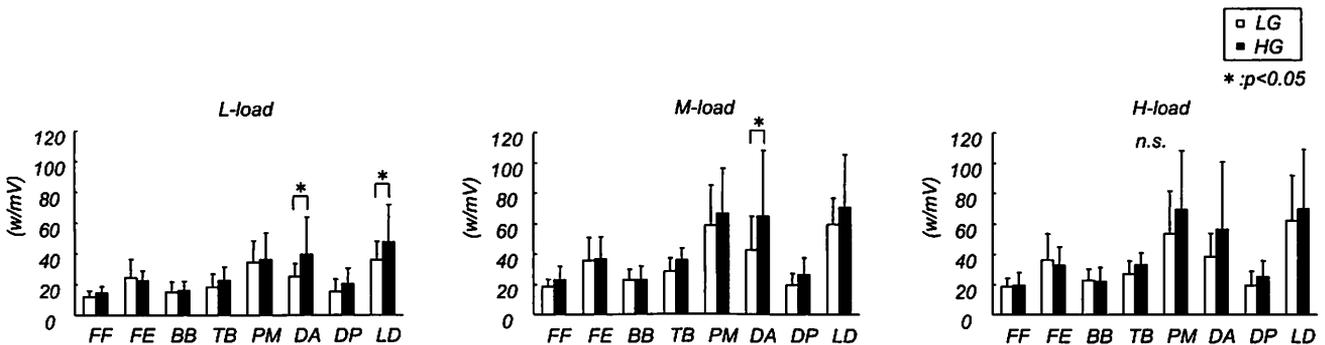


Fig.2. Comparisons of impulse of power / iEMG ratio of muscle in both groups.

がLGよりも高い値を示す傾向が認められた (Fig. 3, 4).
従って、上肢ペダリング運動において、筋活動量の違い

は、低速及び高速回転時ともに、筋量の多いHGが高い
値を示すことが明らかになった。

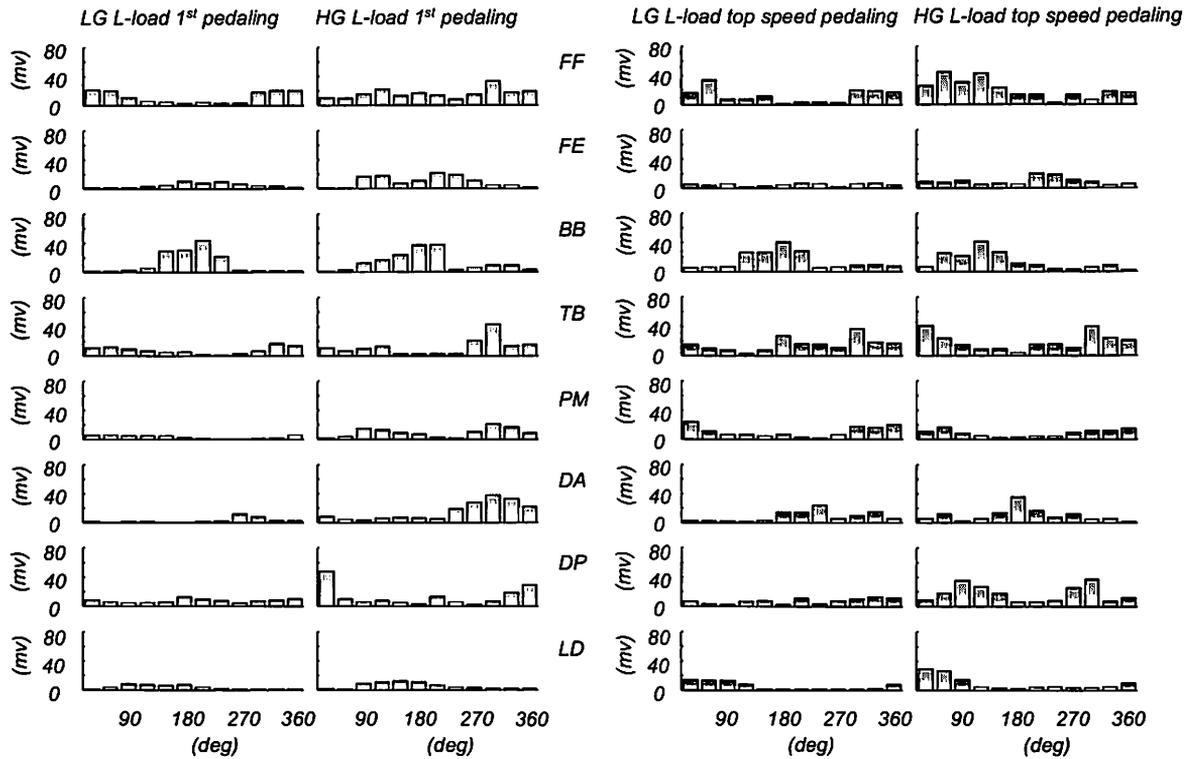


Fig.3. Changes of muscle activities during crank angle on L-load 1st pedaling and top speed pedaling in LG and HG.

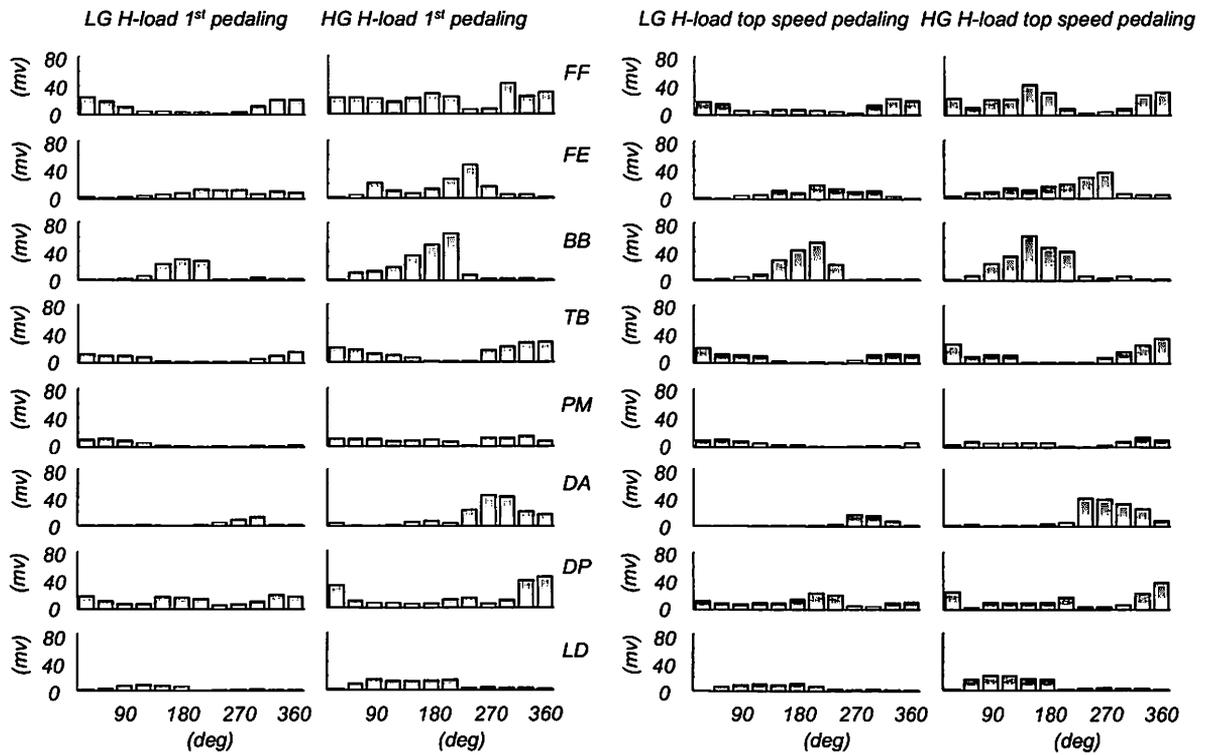


Fig.4. Changes of muscle activities during crank angle on H-load 1st pedaling and top speed pedaling in LG and HG.

IV. 参考文献

会田宏・高松薫・杉森弘幸・向井俊哉:自転車エルゴメーターの全力ペダリングにおいて発揮される無氣的パワーの特性. 筑波大学体育科学系紀要, 15, 191-197, 1992.

Coyle E. F., Feltner M. E., Kautz S. A., Hamilton M. T., Montain S. J., Baylor A. M., Abraham L. D., Petpek G. W.: Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. Med. Sci. Sports Exerc., 23, 1, 93-107, 1991.

連絡責任者

住所: 〒360-0843

埼玉県熊谷市三ヶ尻5406-1 ミノリマンション301

氏名: 諸 敦

E-mail: moro0926@yahoo.co.jp

運動部・スポーツクラブの加入と運動・スポーツ実施の関連性

Relationship between participation of an athletic club, a sports club and exercise, sports

古川 大輔 (中央区立佃中学校)

1. 目的

青少年の運動部・スポーツクラブの加入と運動・スポーツ実施について明らかにすることは、子どものスポーツ振興・推進の基礎資料になると考えられる。

青少年の運動部・スポーツクラブの加入と運動・スポーツ実施においては、小学生期の男子、中学生期、高校期の運動部・スポーツクラブの加入者と未加入者の運動・スポーツ実施頻度に有意な差が認められている。また、小学生期、中学生期、高校期の運動部・スポーツクラブの加入者と未加入者の運動・スポーツ実施時間に有意な差が認められている。さらに男子中学生の運動部・スポーツクラブへの加入と加入経験の有無は、運動・スポーツ実施頻度の増減に影響を及ぼすことが示唆されている。また、男子高校生の運動部・スポーツクラブへの加入と加入経験の有無は、運動・スポーツ実施時間の増減に影響を及ぼすことが示唆されている¹⁾。

運動部、地域スポーツクラブ、民間スポーツクラブへの加入状況については、加入率、加入経験率に減少傾向がみられ、未加入率に増加傾向がみられると報告されている²⁾。

本研究は、青少年の運動部・スポーツクラブの加入と運動・スポーツ実施の関連性について検討することを目的とした。

2. 方法

本研究では、10代の運動・スポーツ活動に関する全国調査集計データを二次分析した。

調査対象は、全国の市町村に在住する10歳代(10～19歳)2,500人。標本抽出方法は、層化等間隔抽出法。調査時期、平成17年6月～7月。調査方法、訪問留置法による質問紙調査。有効回収数(率)1,806(72.2%)男子894人、女子912人であった³⁾。

分析方法は、運動部・スポーツクラブの加入状況別に運動・スポーツ実施の有無の関連性をみるため、カイ2乗検定を用いた。関連性の強さはクラマーのV係数を算出した。

3. 結果と考察

1) 運動部・スポーツクラブの加入状況と運動・スポーツ実施状況

小学校期は男女共、地域のスポーツクラブ、次いで民間のスポーツクラブの加入率が高く、地域のスポーツ少年団やスポーツ教室、民間のスイミングクラブや体操クラブなどに所属している割合が大きいことが分かった。クラマーのV係数の値は、関連性の強さを示した(表1)。

表1 小学校期の運動部・スポーツクラブの加入状況と運動・スポーツ実施状況(%)

		加入者	加入経験者	未加入者	χ^2 値 Cramer's V
男子	学校の運動部、学校の校庭・体育館	15.3 (n=22)	7.0 (n=1)	25.0 (n=10)	10.222*** .409
	民間のスポーツクラブ	21.5 (n=31)	21.5 (n=3)	2.5 (n=1)	
	地域のスポーツクラブ	50.7 (n=73)	21.5 (n=3)	5.0 (n=2)	
	その他	12.5 (n=18)	50.0 (n=7)	67.5 (n=27)	
女子	学校の運動部、学校の校庭・体育館	17.2 (n=17)	9.7 (n=3)	20.3 (n=12)	28.474*** .510
	民間のスポーツクラブ	33.3 (n=33)	12.9 (n=4)	1.7 (n=1)	
	地域のスポーツクラブ	40.5 (n=40)	12.9 (n=4)	0 (n=0)	
	その他	9.0 (n=9)	64.5 (n=20)	78.0 (n=46)	

***p<.001

中学校期は、男女共、学校運動部の加入率が高く、地域のスポーツクラブと民間のスポーツクラブへの加入もみられた。クラマーのV係数の値は、関連性の強さを示した(表2)。

表2 中学校期の運動部・スポーツクラブの加入状況と運動・スポーツ実施状況(%)

		加入者	加入経験者	未加入者	χ^2 値 Cramer's V
男子	学校の運動部、学校の校庭・体育館	75.9 (n=142)	65.9 (n=27)	54.0 (n=20)	22.601*** .316
	民間のスポーツクラブ	7.5 (n=14)	2.4 (n=1)	2.7 (n=1)	
	地域のスポーツクラブ	12.3 (n=23)	4.9 (n=2)	0 (n=0)	
	その他	4.3 (n=8)	26.8 (n=11)	43.3 (n=16)	
女子	学校の運動部、学校の校庭・体育館	79.0 (n=117)	41.7 (n=25)	69.8 (n=37)	30.347*** .347
	民間のスポーツクラブ	8.8 (n=13)	10.0 (n=6)	0 (n=0)	
	地域のスポーツクラブ	8.1 (n=12)	6.6 (n=4)	0 (n=0)	
	その他	4.1 (n=6)	41.7 (n=25)	49.2 (n=26)	

***p<.001

高校期は、男女共、学校運動部の加入率が高く、非加入率においても学校、その他の値が高いことから、高校生の運動・スポーツ実施と学校との関わりがみられた。高校生の運動部・スポーツクラブの加入は、男女とも学校運動部の加入率が高く、加入と加入経験の有無を問わず、地域スポーツクラブ、民間スポーツクラブ等の加入率は低いことが分かった。このことから高校生の学校運動部と運動・スポーツ実施の関連が明らかになった。クラマーのV係数の値は、関連性の強さを示した(表3)。

表3 高校期の運動部・スポーツクラブの加入状況と運動・スポーツ実施状況 (%)

		加入者	加入経験者	未加入者	χ^2 値 Cramer's V
男子	学校の運動部、学校の 校庭・体育館	82.9 (n=97)	49.4 (n=44)	38.2 (n=16)	53.455*** .389
	民間のスポーツクラブ	7.7 (n=9)	2.3 (n=2)	2.3 (n=1)	
	地域のスポーツクラブ	6.8 (n=8)	2.3 (n=2)	0 (n=0)	
	その他	2.6 (n=3)	46.0 (n=41)	59.5 (n=25)	
女子	学校の運動部、学校の 校庭・体育館	89.3 (n=75)	47.6 (n=39)	37.0 (n=20)	54.880*** .396
	民間のスポーツクラブ	6.0 (n=5)	2.4 (n=2)	0 (n=0)	
	地域のスポーツクラブ	3.6 (n=3)	2.4 (n=2)	0 (n=0)	
	その他	1.1 (n=1)	47.6 (n=39)	63.0 (n=34)	

***p<.001

2) 運動部・スポーツクラブの加入状況と運動・スポーツ実施の有無

小学校期は、運動部・スポーツクラブの加入者、加入経験者、未加入者共に、運動・スポーツをしている割合が高く、未加入者においても学校の授業以外で運動・スポーツをする機会があることが分かった(表4)。

中学校期は、小学校期に比べ、未加入者の運動・スポーツをしている割合がやや低いものの、加入者、加入経験者、未加入者共に、学校の授業以外で運動・スポーツをしている者の割合が、運動・スポーツをしていない者の割合よりも高いことが分かった(表5)。

高校期は、運動部・スポーツクラブの加入者が運動・スポーツをしている割合が高いものの、加入経験者、未加入者共に、小学校期、中学校期に比べ、学校の授業以外で運動・スポーツをしている割合が低いことが分かった。特に、加入経験者は、学校の授業以外で運動・スポーツをしていない者の割合が、運動・スポーツをしている者の割合よりも高いことが分かった(表6)。

性別でみると、男子は女子に比べ、学校の授業以外で運動・スポーツをしている者の割合に高い傾向がみられた。小学生、中学生の男子は、運動部・スポーツクラブの加入者、加入経験者、未加入者共に、学校の授業以外で運動・スポーツをしている割合が高いことが分かった。カイ2乗検定値は有意差が出たが、クラマーのV係数の値は、大きな関連を示さなかった。

小学生、中学生の女子は、運動部・スポーツクラブの加入者に学校の授業以外で運動・スポーツをしている割合が高く、加入経験者、未加入者に運動・スポーツをする機会があることが分かった。カイ2乗検定値は有意差が出た。クラマーのV係数の値は、関連性を示した。

高校生は、男女共に、小学校期、中学校期に比べ、学校の授業以外で運動・スポーツをしている割合が低いことが分かった。特に、加入経験者は、学校の授業以外で運動・スポーツをしていない者の割合が、運動・スポーツをしている者の割合よりも高いことが分かった。カイ2乗検定値は有意差が出た。クラマーのV係数の値は、関連性の強さを示した。

表4 小学校期の運動部・スポーツの加入状況と運動・スポーツ実施の有無 (%)

		加入者	加入経験者	未加入者	χ^2 値 Cramer's V
男子	あり	99.3 (n=143)	71.4 (n=10)	84.6 (n=33)	17.530*** .375
	なし	0.7 (n=1)	28.6 (n=4)	15.4 (n=6)	
女子	あり	99.0 (n=97)	58.6 (n=17)	72.9 (n=43)	22.568*** .443
	なし	1.0 (n=1)	41.4 (n=12)	27.1 (n=16)	

***p<.001

表5 中学校期の運動部・スポーツの加入状況と運動・スポーツ実施の有無 (%)

		加入者	加入経験者	未加入者	χ^2 値 Cramer's V
男子	あり	97.9 (n=183)	87.8 (n=36)	81.1 (n=30)	18.351*** .265
	なし	2.1 (n=4)	12.2 (n=5)	18.9 (n=7)	
女子	あり	97.9 (n=142)	57.6 (n=34)	67.7 (n=42)	38.036*** .463
	なし	2.1 (n=3)	42.4 (n=25)	32.3 (n=20)	

***p<.001

表6 高校期の運動部・スポーツの加入状況と運動・スポーツ実施の有無 (%)

		加入者	加入経験者	未加入者	χ^2 値 Cramer's V
男子	あり	95.7 (n=112)	49.4 (n=44)	58.5 (n=24)	39.814*** .492
	なし	4.3 (n=5)	50.6 (n=45)	41.5 (n=17)	
女子	あり	98.8 (n=82)	37.8 (n=31)	44.4 (n=24)	50.703*** .587
	なし	1.2 (n=1)	62.2 (n=51)	55.6 (n=30)	

***p<.001

4. 結論

性別では、女子の運動部・スポーツクラブの加入状況と運動・スポーツ実施の有無に関連性の強さがみられた。

学校期別では、高校生の運動部・スポーツクラブの加入状況と運動・スポーツ実施の有無に関連性の強さがみられた。さらに高校生の運動部・スポーツクラブの加入は、男女共に学校運動部の加入率が高く、加入と加入経験の有無を問わず、地域スポーツクラブ、民間スポーツクラブ等の加入率は低いことが分かった。このことから高校生の学校運動部と運動・スポーツ実施の関連が明らかになった。

小学生、中学生及び高校生の女子の運動部・スポーツクラブの加入と運動・スポーツ実施の関連が示唆された。また高校生の学校運動部の加入と運動・スポーツ実施状況の関連が示唆された。

参考文献

- 1) 古川大輔 (2010) 運動部・スポーツクラブの加入と運動・スポーツ実施. 東京体育学会 会報とうきょう, 3-26: 17
- 2) 青少年のスポーツライフ・データ10代のスポーツライフに関する調査報告書——笹川スポーツ財団(2006)
- 3) 10代のスポーツ活動に関する全国調査. 笹川スポーツ財団(2005)

連絡責任者

住所：〒104-0051
東京都中央区佃2-3-2
中央区立佃中学校
氏名：古川大輔
電話：03-3531-7214
E-mail：tsukuda-jh@chuo-tky.ed.jp

サッカー選手における異なる運動条件が インサイドキックスピードと正確性に及ぼす影響

Effect of different exercise on passing ball velocity and accuracy by inside kick in soccer players

大川 雅史 (八千代市消防本部)
手島 貴範 (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)
熊川 大介 (国立スポーツ科学センター)
細田 三二 (国士舘大学体育学部)
角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

1. 緒言

キックはサッカーに欠かすことのできない技術の一つである。その中でも足部の内側をインパクト面としたインサイドキックはゲーム中に頻繁に用いられる。また、インサイドキックの使用頻度は競技レベルが向上するにしたがって高まる(大橋ほか, 1997) ことからインサイドキックは、サッカーのゲーム中における重要なキック技術の一つであると考えられる。インサイドキックは、短い距離で正確性を重視される場面において行われることが多いため、ボール速度のみならず正確性という要素も同時に求められると考えられる。これまでの先行研究において、インサイドキックのパフォーマンスに影響を及ぼす一要因として疲労が採りあげられている(稲葉ほか, 2010; Kellis et al., 2006)。それらの報告によれば、筋力低下やインターバル走といった各種疲労条件下においてインサイドキックのボール速度が有意に低下することが報告されている。このように、筋力低下及び運動条件によってインサイドキックのパフォーマンスは影響を受ける可能性が考えられる。

そこで本研究では、下肢各関節の連続的な関節トルク発揮及び、連続的な間欠的運動時の前後における、インサイドキックのボール速度と正確性について検討することを目的とした。

II. 研究方法

1. 被検者

被検者は、10年以上のサッカー競技経験を有する成人

男性15名(筋力発揮15名、ペダリング10名)であった。

2. 異なる運動条件

1) 下肢三関節における連続した等速性筋力発揮

下肢三関節(股関節、膝関節及び足関節)における連続した等速性筋力の測定は、総合筋力測定装置(BIODEX System III, BIODEX社製)を用いて実施した。被検者には、それぞれ角速度180deg/secで50回連続の筋力発揮を最大努力で行わせた。本研究では、等速性筋力発揮の開始直後5回分(First)のトルク値と筋力発揮終了前の5回分>Last)のトルク値の平均値を算出した。

2) 全力ペダリングによる間欠的運動

ペダリングによる間欠的運動は、Power max V II(コンビ社製)を用いて、5秒間の全力ペダリングを20秒間の休息を挟んで8trial実施した。負荷は被検者の体重の7.5%に設定し、20秒間の休息中も60rpmでペダリング運動をさせ、これを2セット繰り返した。

3. インサイドキックのボール速度と正確性

9m先に設置された目標板を狙って、最大努力による連続的なインサイドキックを5回蹴らせた。また、デジタルビデオカメラによって記録した画像を用いてボールが目標板に衝突した際、的の中心線からボール接触点までの距離を算出し、計5試技分のキック誤差の平均値を正確性の尺度として定義した。ボール速度は、スピードガン(ミズノ社製)を用いて測定した。

4. 実験プロトコル

1) 連続的な筋力発揮前後におけるインサイドキックのボール速度と正確性

パフォーマンステスト (pre) 後に、下肢三関節における50回の連続した等速性による筋力発揮の測定を行い、各関節の筋力発揮が終了した直後に再度パフォーマンステストをそれぞれ実施した。

2) 全力ペダリングによる間欠的運動前後におけるボール速度と正確性

パフォーマンステスト (pre) 後に、ペダリングによる間欠的運動を行い、間欠的運動終了した直後に、再度パフォーマンステストを実施した。本研究ではこれを2セット繰り返した。

III. 結果及び考察

1. 下肢三関節における等速性筋力発揮及び筋力低下

股関節伸展・屈曲筋力において、FirstとLastの間には有意な差は認められなかった。一方、膝関節伸展・屈曲筋力及び足関節底・背屈筋力においては、LastがFirstよりも有意に低い値を示した。これらの結果から、下肢各関節における連続的な筋力発揮に伴う筋力低下は、股関節よりも膝関節及び足関節において疲労の影響を受けるものと考えられた。

2. 筋力発揮の前後におけるインサイドキックのボール速度と正確性

連続した筋力発揮の前後におけるボール速度は、膝関節において有意な差異が認められたものの、股関節及び足関節においては、有意な差は認められなかった。一方、

連続した筋力発揮の前後におけるインサイドキックの正確性においては、すべての関節において筋力発揮後の正確性が悪化したものの、それぞれ有意な差は認められなかった。Apriantono et al. (2006)によれば、膝関節の伸展・屈曲動作を繰り返し行わせた後のインステップキックでは、ボールインパクト時の下腿角速度が減少し、ボール速度が減少したという。さらに、本研究の膝関節における連続した筋力発揮において有意に筋力が低下したという結果と合わせて考えた場合、膝関節における筋力の低下はボール速度の低下に影響を及ぼす可能性があることが考えられた。

3. 間欠的な全力ペダリング運動の仕事量

1setにおける各試技の仕事量は、1trialと5, 6, 7, 8trialの間において、2trialと6, 7, 8trialの間において、3trialと6, 7, 8trialの間において、4trialと6, 7trialの間において有意な差が認められた。一方、2setにおいて有意な差は認められなかったものの、1setにおける1trialの仕事量に対して2setにおける8trialの仕事量では78%の低下が認められた。これらのことから、全力ペダリングによる間欠的運動を行うことで仕事量が減少することが明らかとなった。

4. ペダリングによる間欠的運動前後のボール速度と正確性

ペダリングによる間欠的運動後のボール速度は、運動前 (pre) と post1及びpost2との間に有意な減少が認められた。一方、正確性においては、有意な差は認められなかったものの、preに対して、Post1及びPost2とも低い値を示した。

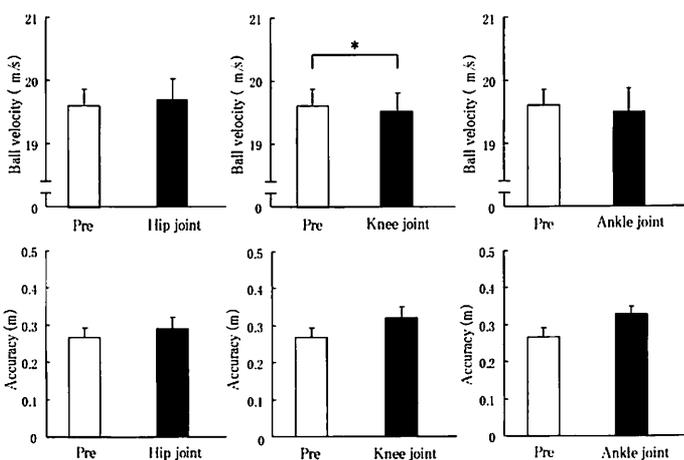


Fig.1. Comparison of ball velocity and accuracy between pre and post performance test in each joint muscle strength test.

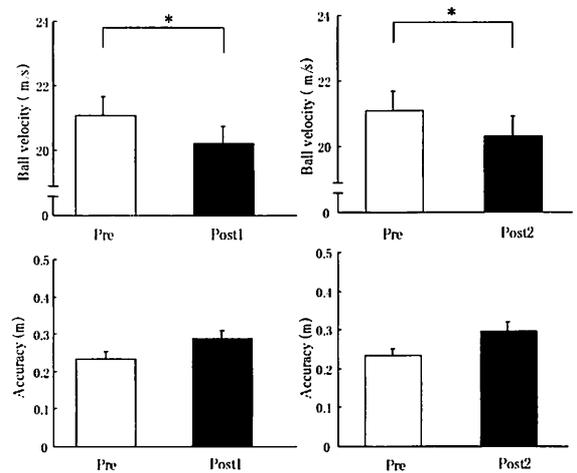


Fig.2. Comparison of ball velocity and accuracy between pre and post in intermittent exercise test.

IV. まとめ

本研究において得られた結果から、下肢各関節の連続的な筋力発揮及び連続的な間欠的運動の前後におけるインサイドキックのパフォーマンスは、正確性よりもボール速度の減少に影響を及ぼすものと考えられた。

V. 参考文献

- 1) Apriantono, T., Nunome, H., Ikegami, Y., Sano, S. (2006) The effect of muscle fatigue on instep kicking kinetics and kinematics in association football. *J. Sports sci.*, 24(9): 951-960.
- 2) 稲葉貴史・吉岡利貢・中垣浩平・鍋倉賢治 (2010) 支持脚での立位姿勢保持能力がインサイドキックに及ぼす影響. *トレーニング科学*, 22 (1): 23-30.
- 3) Kellis, E., Katis, I., Vrabas, S. (2006) Effects of an intermittent exercise fatigue protocol on biomechanics of soccer kick performance. *Scand. J. Med. Sci. Sports*. 16: 334-344.
- 4) 大橋二郎・田島幸三・掛水隆 (1997) サッカーゴールへの科学. 東京電気大学出版局.

連絡責任者

住所：〒206-8515 東京都多摩市永山7-3-1

国士館大学大学院スポーツ・システム研究科

氏名：手島貴範

電話：042-339-7208

E-mail：teshima@kokushikan.ac.jp

体幹回旋動作に及ぼす予備回旋速度の影響

Observe the effect of different pre-rotation velocity during trunk rotation movement and muscle function

横田 尊 (高知県立大方高等学校)
熊川 大介 (国立スポーツ科学センター)
田中 重陽 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)
角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

I. 研究目的

EMGを用いたこれまでの研究 (Kumar et al., 1996) によって、体幹回旋運動の主導筋は外腹斜筋及び広背筋であると報告されている。体幹回旋運動を行う際には、反動動作 (SSC運動) を用いる場面が多く見られ、栗原ほか (1985) は、下肢においては、速い反動動作を用いた方がパフォーマンス向上に繋がること、また田内ほか (2002) は上肢と下肢では、至適な反動動作の速度が異なることを報告している。しかし体幹においては、予備回旋の速度を変化させることで、主回旋にどのような影響を与えるのかを明らかにした研究は見られない。そこで本研究は異なる予備回旋速度によって、主回旋における筋力発揮や動作、筋活動量にどのような影響を及ぼすのかを明らかにすることを目的とした。

II. 研究方法

1. 被検者

被検者は、体育系大学に所属する右利きの男子大学生及び大学院生24名とした。

2. 体幹回旋トルクの測定

1) 測定装置及び測定方法

体幹回旋トルクの測定は、総合筋力測定装置 (Biodex社製) を用いて行った。

本研究における回旋位置は、各被検者が正面を向いた位置を0degと設定し、可動域の設定は予備回旋側を62deg、主回旋側を68degの計130degとした。

2) 等尺性トルクの測定

等尺性トルクの測定を行うことで、最大筋力 (MVC) を算出した。

3) 等速性トルクの測定

等速性トルクの測定は0degをスタート地点とし、右方向へ予備回旋 (Pre-Rotation) を行い、主回旋を行わせた。PR速度は、30、120及び240 deg/secとし、それぞれを低速予備回旋 (Low pre-rotation Velocity: LV)、中速予備回旋 (Middle pre-rotation Velocity: MV) 及び高速予備回旋 (High Pre-Rotation Velocity: HV) と定義した。

主回旋側の角速度は60、180、500deg/sec (Free) と設定した。

3. 筋活動量の測定

体幹回旋運動中における筋電図 (Electromyography: EMG) の測定は、筋電計 (日本光電社製) を用い、総合筋力測定装置と同期させた。被験筋は、主働筋である右外腹斜筋と左広背筋とした。MVCのEMGのデータの分析区間はPTを示した地点から1秒前、後、またはPT前後0.5秒間とした。等速性回旋運動中のiEMGの分析区間は、切り返し角度から主回旋側の可動域に達するまでの間とし、これを±局面と定義した。さらにこの局面を切り返し角度から0degまでを+局面、0degから終了地点までを-局面に分け、分析を行った。

4. 統計処理

本研究における測定値は平均値と標準偏差で示した。PR間の各測定項目における比較の検定は一元配置分散分析を用いて行った。さらに、各筋における比較の検定には、対応のあるt-testを用いて行い、いずれも有意水準は5%未満とした。

III. 結果及び考察

1. 予備回旋速度による筋出力特性の変化

PRの切り返し角度、主回旋60、180 deg/secのピークト

ルク (PT) 及び PT 出現角度は PR 間に差は見られなかった (Fig. 1) (Fig. 2) (Fig. 3).

主回旋 Free では、切り返し角度から、0 deg までの角速度及び角加速度と MVC の相関関係を PR 間で比較を行った (Table 1).

角速度、角加速度ともに MVC との相関関係が認められたが、PR が速くなるにつれて、MVC との相関が低くなる傾向を示した。

2. 予備回旋速度による筋活動量の変化

右外腹斜筋及び左広背筋の % iEMG を ±, +, - 局面で比較した結果、いずれの主回旋、PR 速度間においても右外腹斜筋が有意に高い値を示した。また、主回旋 Free において、LV が高い値を示す傾向が見られた (Table 2)。このことから、体幹回旋運動において運動負荷が少ない条件では低速による PR を行うことで、右外腹斜筋の筋活動量を高められる可能性が示唆された。

IV. まとめ

本研究は、異なる予備回旋の速度を用いた体幹回旋運動が、主回旋の筋力発揮や回旋動作、筋活動量に及ぼす影響について検討した。その結果、以下のような知見が得られた。

1. 体幹回旋運動において、予備回旋速度を変化させても、筋力発揮や回旋動作に影響を及ぼさないことが明らかになった。
2. 無負荷状態の場合では、低速の予備回旋を行うことで、右外腹斜筋の筋活動量が高まる傾向が見られた。

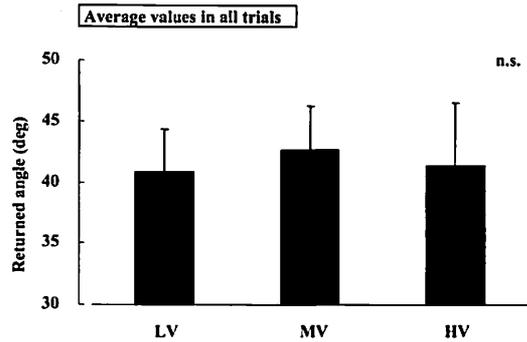


Fig. 1. Comparisons of angles with returned phase in different pre-rotation velocities.

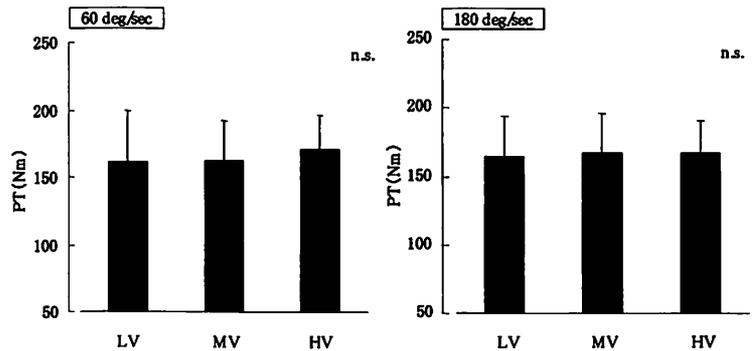


Fig. 2. Comparisons of peak torque values during isokinetic trunk rotation in different pre-rotation velocities.

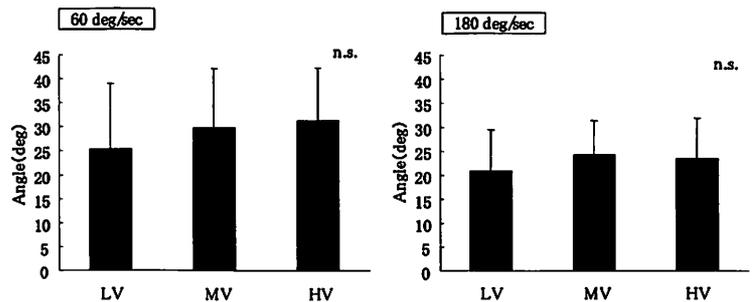


Fig. 3. Comparisons of angles at the peak torque appeared phase during isokinetic trunk rotation in different pre-rotation velocities.

Table 1. Correlation coefficients between MVC and angular acceleration during trunk rotation for Free in different pre-rotation velocities

	Pre-rotation velocity		
	LV	MV	HV
Angular Velocity (deg/sec)	0.607**	0.571**	0.551**
Angular Acceleration (deg/sec ²)	0.691**	0.558**	0.474*

** : p < 0.01 * : p < 0.05

Table 2. Comparison of %iEMG between right external oblique and left latissimus dorsi during trunk rotation for Free in different pre-rotation velocities

Position	Muscle	Pre-rotation velocity		
		LV	MV	HV
±	REO	162.7 ± 61.6	143.3 ± 51.2	143.6 ± 57.3
	L.L.D	96.6 ± 29.0	92.1 ± 29.8	93.5 ± 31.1
+	REO	165.0 ± 63.9	154.1 ± 61.3	151.8 ± 58.6
	L.L.D	120.5 ± 40.2	112.0 ± 43.9	106.4 ± 44.1
-	REO	155.4 ± 77.8	125.7 ± 57.6	143.8 ± 100.1
	L.L.D	88.8 ± 45.3	94.5 ± 68.7	88.2 ± 69.1

REO: Right external oblique muscle * : p < 0.05 Values are mean ± S.D.
L.L.D: Left latissimus dorsi muscle

以上のことから、体幹回旋運動において、予備回旋の速度を変化させても主回旋の動作や筋力はほぼ同程度であることが明らかになったが、低速の予備回旋を用いた方が、最大筋力と角速度の関係は強く、さらに右外腹斜筋の筋活動量が増加することからスポーツパフォーマンス向上の可能性が示唆された。

参考文献

- 栗原崇志、黒田英三、生田香明：垂直跳びにおける反動動作の速さの効果、バイオメカニズム学会誌、9、1: 31-37、1985。
- 田内健二・尹 聖鎮・高松 薫：同一個人の上肢と下肢のSSC運動における力発揮特性の相違、体育学研究、47：533-546、2002。
- Kumar, S., Narayan, Y., Zedka, M. An Electro myographic Study of Unresisted Trunk Rotation With Normal Velocity Among Healthy Subjests, SPIN 21 (13) 1500-1512, 1996.

連絡責任者

住所：〒781-6421 高知県安芸郡安田町安田2071

氏名：横田 尊

電話：0887-38-6045

E-mail：y_takeru_1116@yahoo.co.jp

野球の投手及び野手における最大筋力と投球速度の関係

The relationships between muscular force and pitched ball velocity in baseball players

宮下 拓也 (富士吉田市立吉田中学校)
熊川 大介 (国立スポーツ科学センター)
田中 重陽 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)
角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

I. 研究目的

これまでに、野球の投球速度と筋出力との関係について検討した先行研究がいくつか存在する。このうち、伊藤ほか(2000)やPawlowski et al (1989)は、等速性筋力発揮での肩関節内旋筋力と球速との間に有意な相関関係が認められたことを報告している。また、勝亦ほか(2000)の報告では、踏出脚膝関節伸展筋力、肘関節屈曲筋力、肘関節伸展筋力、肩関節内旋筋力、肩関節外旋筋力がそれぞれ投球速度と有意な相関関係を示している。このように、投球速度と上肢の筋力については多くの検討がなされているものの、下肢筋力及び体幹筋力と投球速度の関係について野球選手を対象とした研究は比較的少ない。また、野球選手の投手と野手における身体的特性及び筋力の差異については明らかにされていない。

そこで本研究では、大学野球選手における形態的特性や下肢、体幹及び上肢の単関節運動によって発揮される最大筋力と投球速度との関係を明らかにすることを目的とした。

II. 研究方法

1. 被検者

被検者は、定期的に野球のトレーニングを実施している大学野球選手投手11名と野手26名(右投げ34名、左投げ3名)の計37名を対象とした。

2. 測定項目

1) 形態測定

形態計測として、身長、体重、除脂肪体重及び身体各部の筋量、脂肪量を計測した。身長は身長計を用いて測定した。全身及び身体各部位の筋肉量は、両手及び両足間から8電極によるマルチ周波数インピーダンス法によって測定した。

2) 投球速度の測定

投球速度の測定には、ドップラー方式のスピードガン(トーアスポーツマシーン社製)を用いて計測した。被検者には、十分なウォーミングアップを行った後に直球による全力投球を18.44 m先にある防球ネットに向かって行うように指示した。投球数は5球とし、そのうち速度が最も速かった1球を測定値として採用した。

3) 筋力測定

筋力測定は、総合筋力測定装置(BIODEX System III BIODEX社製)を用いて行った。測定項目は、膝関節伸展(knee extension: KE)・屈曲(knee flexion: KF)、股関節伸展(hip extension: HE)・屈曲(hip flexion: HF)、体幹伸展(trunk extension: TE)・屈曲(trunk flexion: TF)、肩関節内旋(shoulder internal rotation: SI)・外旋(shoulder external rotation: SE)の8項目とした。関節筋力の測定は、上肢筋力は利き腕側を、下肢筋力は、軸脚(右投げの場合右脚, pivot leg: PL)・踏み出し脚(右投げの場合左脚, stride leg: SL)の両脚を測定した。被検者は、等尺性の最大努力による7秒間の筋力発揮を3回ずつ行った。この3回の試技で得られた筋力曲線のうち、最も高い値を個人の測定値として採用した。

3. 統計処理

投手と野手間における測定値の差の検定は、対応のないt検定を用いた。また、投球速度と筋量及び筋力との相関係数については、ピアソンの相関分析によって算出した。いずれも有意水準は危険率5%未満とした。

III. 結果及び考察

1. 投手と野手における投球速度の特性

投手群の球速は 131.5 ± 3.0 km/h、野手群の球速は

123.8 ± 6.0km/hであり、投手群が野手群に対し有意に高い値を示した。

2. 投手と野手における筋量及び筋力の特性

投手と野手における筋量及び筋力を比較したものをTable. 1とTable. 2に示した。その結果、全身および各セグメントにおける筋量及び各関節における筋力は、すべての部位において投手群と野手群間に有意な差異は認められなかった。これらの結果から、投手と野手はほぼ同程度の骨格筋量及び関節筋力を有していることが考えられ、さらに部位ごとの特異的な形態及び筋力発達の差は認められない可能性が考えられる。

Table.1 Comparisons of each muscle volume between Pitchers and Fielders.

	Pitchers	Fielders
Muscle volume whole body(kg)	56.0±4.3	54.5±3.4
Trunk(kg)	28.3±2.4	28.0±1.8
Dominant arm(kg)	3.0±0.4	2.8±0.2
Non-dominant arm(kg)	2.9±0.3	2.7±0.2
Pivot leg(kg)	10.9±0.8	10.5±0.9
Stride leg(kg)	10.8±0.9	10.4±0.8

Values are Mean±S.D.

Table. 2 Comparisons of joint torque between Pitchers and Fielders.

		Pitchers	Fielders
KE(Nm)	PL	241.4±57.2	241.6±34.1
	SL	248.0±52.3	235.3±42.1
KF(Nm)	PL	105.1±29.7	109.1±16.2
	SL	95.0±24.8	98.8±20.8
HE(Nm)	PL	272.1±44.5	250.5±57.2
	SL	256.6±50.5	242.1±46.0
HF(Nm)	PL	155.1±33.2	167.6±29.0
	SL	164.6±29.9	168.4±26.0
SI(Nm)		48.4±10.6	48.5±10.1
SE(Nm)		31.7±6.6	32.4±4.8
TE(Nm)		344.3±82.2	352.5±88.0
TF(Nm)		145.4±27.0	162.0±32.0

Values are Mean±S.D.

PL: pivot leg, SL: stride leg, KE: knee extension, KF: knee flexion, HE: hip joint extension, HF: hip joint flexion, SI: shoulder internal rotation, SE: shoulder external rotation, TE: trunk extension, TF: trunk flexion,

3. 投球速度と形態及び筋力との関係

投球速度と筋力との関係をTable. 3に示した。投球速度と統計的に有意な相関関係が認められた項目は、身長、PL-KE, SL-KF, PL-HE, SL-HE, SL-HF, TEであった。これらのことから、骨格筋量の大小よりも、身長等の長軸方向の要因が大きいことが考えられる。また、下肢における伸展筋力を増大させることは、投球速度を改善させる一つの要因として示唆された。

Table. 3 Correlation coefficients of relationship between ball velocity and physical characteristics and muscle torque.

			Correlation coefficients
Height	(cm)		0.447 *
Weight	(kg)		0.063
Muscle volume	(kg)		0.162
KE	PL	(Nm)	0.286
	SL	(Nm)	0.365 *
KF	PL	(Nm)	0.265
	SL	(Nm)	0.345 *
HE	PL	(Nm)	0.516 **
	SL	(Nm)	0.439 **
HF	PL	(Nm)	0.238
	SL	(Nm)	0.363 *
SI		(Nm)	0.198
SE		(Nm)	0.168
TE		(Nm)	0.349 *
TF		(Nm)	0.046

*p<0.05
**p<0.01

PL: pivot leg, SL: stride leg, KE: knee extension, KF: knee flexion, HE: hip joint extension, HF: hip joint flexion, SI: shoulder internal rotation, SE: shoulder external rotation, TE: trunk extension, TF: trunk flexion,

反対に、肩関節内旋及び外旋筋力は、投球速度に直接的には関与しないことが示唆された。

4. 主動筋と拮抗筋における筋力との関係

膝関節、股関節、体幹の伸展筋力及び肩関節内旋筋力と膝関節、股関節、体幹の屈曲筋力及び肩関節外旋筋力との相関係数をTable. 4に示した。主動筋と拮抗筋において相関関係が認められた項目は、膝関節、股関節、肩関節であった。また、投手と野手間で比較した結果、両群ともに体幹を除くすべての部位において主動筋と拮抗筋間の筋力に有意な相関関係が認められたが、投手群が野手群に比べて全ての部位において高い相関係数を示した。即ち、投手群の方が、下肢及び肩関節における主動筋と拮抗筋の筋力バランスがとれている可能性が考えられる。

Table.4 Correlation coefficients relationship between each extension, internal rotation and each flexion, external rotation of all subjects.

		All subjects	Pitchers	Fielders
KE-KF	PL	0.702 **	0.931 **	0.428 *
	SL	0.579 **	0.716 *	0.526 **
HE-HF	PL	0.539 **	0.732 *	0.559 **
	SL	0.656 **	0.775 **	0.623 **
SI-SE		0.632 **	0.920 **	0.475 *
TE-TF		0.123	0.480	-0.002

*p<0.05 **p<0.01

PL: pivot leg, SL: stride leg, KE: knee extension, KF: knee flexion, HE: hip joint extension, HF: hip joint flexion, SI: shoulder internal rotation, SE: shoulder external rotation, TE: trunk extension, TF: trunk flexion,

IV. 参考文献

伊藤博一・中里浩一・中嶋寛之：投球動作中における上肢の動きに関する一考察——等速性筋出力が投能力に与える影響——，日本体育大学スポーツ・トレーニング・センター bulletin, 2000：9：7-14.

勝亦陽一・長谷川伸・川上泰雄・福永哲夫：投球速度と筋力および筋量の関係，スポーツ科学研究, 2006：3：1-7.

Pawlowski, D, Perrin DH, Relationship between shoulder and elbow Isokinetic peak torque, torque acceleration energy, average power, and total work and throwing velocity in intercollegiate pitchers, Athletic Training, 1989; 24: 129-132.

連絡責任者

住所：〒403-0005 山梨県富士吉田市吉田1-3-6

富士吉田市立吉田中学校

氏名：宮下拓也

電話：0555-22-0586

E-mail：yjh41@fujinet.ed.jp

ゴルフスイングにおけるグリップ圧力と上肢筋活動

Grip force and muscle activities on forearm in golf swing

葛西 真一 (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)
熊川 大介 (国立スポーツ科学センター)
角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

I. 研究目的

打具を用いるスポーツ種目は、ゴルフ、野球、バドミントン、テニスなど多くある。打具と人とを結ぶ接点としてグリップがあり、ゴルフにおいてより良いパフォーマンスを発揮するためには、グリップやその圧力は重要な因子になるものと考えられる(増田ほか:1971, 関口ほか:1992)。これまでのゴルフに関する研究(井上ほか:1999, 増田ほか:1971, 野澤ほか:2003)の多くは、スイング動作に関するものが多い。池上ほか(1999)は、インパクト時のクラブヘッドやボール速度はプロが大きく、クラブヘッドの速度をトップから徐々に上げ、インパクト直前で最大速度となり、アマチュアに比べ肩や腰の回転範囲が大きく、ダウンスイングの時間がプロのほうが長く、肩や腰の回転範囲を大きくすれば大きなパワーが得られることを報告している。また、スイング動作中の筋活動について西島ほか(1989)は、熟練者と未熟練者を比較し、インパクト直前に集中的に放電が発現すること、また、熟練者は放電期と休止期があるのに対し、未熟練者では持続的に放電が終始表れることを指摘している。しかしながら、スイング動作中のグリップに焦点をあてた研究は比較的少なく、グリップ圧力がゴルフスイングにどのような影響を及ぼすのかについて検討したものはみ当たらない。ゴルフスイング動作中のグリップ圧力と、上肢の筋活動動態を明らかにすることは、ゴルフのみならず打具を用いるスポーツ種目において、共通した知見が得られ、スポーツの競技能力向上に役立つ有用な資料になるものと考えられる。

そこで本研究では、ゴルフ経験者と未経験者を対象にゴルフスイング動作を行わせ、スイング動作中のグリップ圧力及び前腕筋群の活動動態を明らかにすることを目的とした。

II. 研究方法

被検者はゴルフ経験者の男性5名(AG)と、未経験の男性5名(BG)の計10名とした。スイング動作の測定は、全被検者に7番アイアン(7I)とドライバー(1W)によるスイング動作を行わせ、ヘッドスピードの移動速度及び左上肢の肩関節、肘関節、手関節の移動速度を画像解析により分析した。グリップ圧力の測定は、クラブのグリップ部分に圧力センサーを埋め込み、スイング動作時のピークグリップ圧力(PGF)、動作全体のグリップ圧力(GF)を測定した。次に、スイング動作中の左右前腕伸筋群及び屈筋群の筋活動は無線型筋電計を用いて画像データと同期し記録した。得られた筋電図データから、積分値を算出し評価の対象とした。

いずれの測定項目についても分析区間は、スイング開始からインパクトまでとした。また、スイング開始からトップまでをテイクバック局面(take back swing phase)、トップからインパクトまでをダウンスイング局面(down swing phase)と定義した。得られた測定値の群間差は、対応なしのt-testを用いて実施した。有意水準は5%未満とした。

III. 結果及び考察

1. スイング動作中の移動速度の比較

7I, 1Wにおけるスイング動作中のクラブヘッドの最大移動速度は、7IにおいてAGが 45.9 ± 4.7 m/sec, BGが 31.7 ± 6.4 m/secを示し、AGがBGよりも有意に高い値を示した。同様に、1WにおいてもAG(52.1 ± 5.2 m/sec)がBG(38.2 ± 8.1 m/sec)よりも有意に高い値を示した。次に、分析区間のクラブヘッド及び左上肢各関節の移動速度を動作全体の時間で規格化し、スイング中の移動速度曲線を比較した結果、ダウンスイング局面においてAGとBG間に著しい速度差が確認された。よって、ゴルフ

経験者と未経験者のゴルフスイング動作の差は、クラブヘッドや上肢各関節の移動速度が最大になるダウンスイングにおいて顕著であることが明らかになった。

2. スイング動作中のグリップ圧力

スイング動作中のグリップ圧力は、7Iのテイクバック局面では著しい差は認められなかったものの、ダウンスイング局面ではAGがBGよりも有意に高い値を示した。一方、1Wでは、テイクバック局面及びダウンスイング局面共に著しい群間差は認められず、ほぼ同程度であった(図1)。次に、最大努力でグリップを握った際のグリップ圧力に対する、スイング動作時のグリップ圧力の比を算出し比較したところ、有意な差こそ認められなかったものの、BGがAGよりも高値を示す傾向にあった(図2)。これらの結果から、BGはスイング開始から常に緊張状態を保ったままスイング動作を行っていたのに対し、AGではダウンスイング局面において効率よく力を伝達する動作であったことが推測される。また、スイング動作中のグリップ圧力積分値(GF)においても、1Wでは群間差はみられなかったが、7Iではスイング局面においてBGよりもAGが有意に高い値を示していることにより、これらの差がヘッド速度の上昇に大きく貢献しているものと推察された。

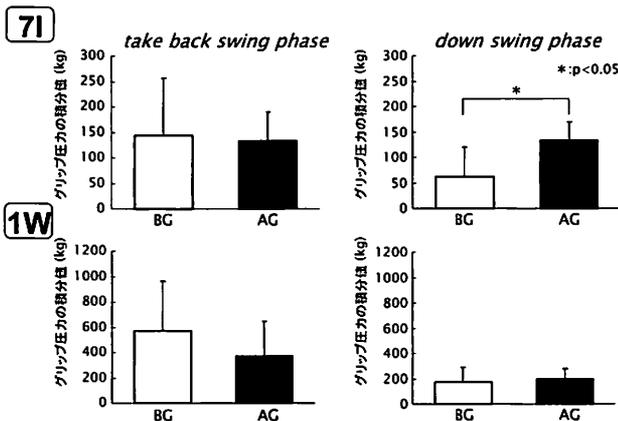


図1. スイング動作時のグリップ圧力の比較

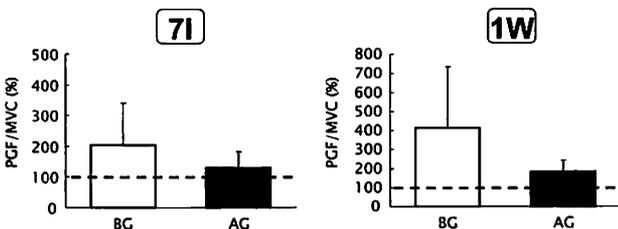


図2. MVC時の筋活動量に対するスイング動作時のピークグリップ圧力の比較

3. スイング動作中の前腕筋群の筋活動

ゴルフスイングにおいて前腕筋群は、グリップを握る動作や、ゴルフスイング特有のコック動作において主働的に活動する筋群である。本研究では、スイング動作中の前腕筋群の筋活動量を筋電図積分値として算出し、評価したところ、右前腕屈筋群においてBGがAGよりも著しく高い値を示していた。また、それぞれの値を局面ごとに比較してみると、テイクバック局面においてその差が著しいことが明らかになった。AGは終始リラックスした状態でスイング動作を行っているのに対し、BGはスイング開始から常に緊張した状態を保ったスイング動作であり、特に右前腕屈筋群の緊張が顕著であったものと考えられる。江橋ほか(1981)によると、インパクト前後の筋活動はプロではインパクト時点で集中して出現したのに対し、アマチュアではスイング開始前から緊張性の持続的放電が認められ、さらには必ずしもインパクト時に放電が集中するとは限らなかったとし、アマチュアはプロに比べ、スイング動作に参加する筋群が多いうえに、筋放電量も著しく大きいことを指摘している。本研究の結果は、先行研究の結果を指示するものであった。

次に、筋活動量に対するクラブヘッドの最大移動速度の比を算出したところ、7Iでは右前腕屈筋群において、1Wでは右前腕屈筋群及び左前腕屈筋群においてAGがBGよりも高い値を示した(図3)。従って、AGは少ない筋活動量で効率よくクラブヘッドに力を加えている動作であることが推察された。

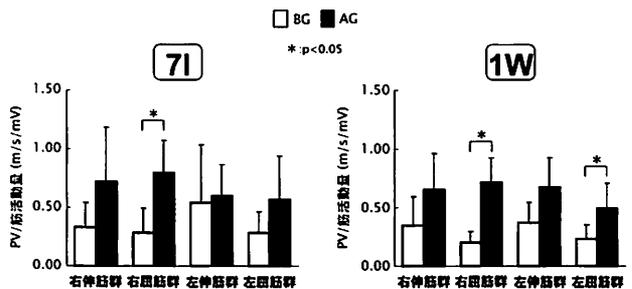


図3. 筋活動量に対するクラブヘッド最大移動速度の比較

以上の結果から、ゴルフ経験者と未経験者のゴルフスイング動作の差は、クラブヘッドや上肢各関節の速度が最大になるダウンスイング局面において顕著であることが明らかとなった。また、ゴルフ経験者と未経験者では、テイクバック局面において前腕筋群の活動量に顕著な差が認められ、グリップ圧力やスイング速度の差を生じさせたものと考えられた。

参考文献

- 江橋博・山本圭治郎・芝山秀太郎：筋の作用機序からみたゴルフスイングにおける運動スキルの発達：体力研究, No48. pp.1-15. 1981.
- 池上久子・島岡清・池上康男・矢部京之助・岡本敦・坪田暢充：ゴルフにおける腕とクラブの関係：ゴルフの科学, 12 (3) 52-62. 1999.
- 井上克志・金子公宥：ゴルフスイングの「コイリング」と「コッキング」に関する動作的研究. J.J. golf.Sciences. 12. 3. 43-51. 1999.
- 増田充・柴山秀太郎：ゴルフスイングの動作分析 (2)：体力研究, No21. pp.1-27. 1971.
- 西島吉典・徳山廣：打球動作の基礎的研究——ゴルフスイングの initiate movement に関する筋電図的研究——：大阪体育大学紀要, 38-1 69-78. 1989.
- 野沢むつこ・須田和裕・金子暢充：ゴルフスイングの肩と腰の回転動作について：日本機械学会, No3-12. 2003.
- 関口知徳・平野裕一：ゴルフスイングにおける手の役割：J. J. Sports Sci. 11 (8) 479-485. 1992.

連絡責任者

住所：神奈川県厚木市飯山2231-6

氏名：葛西真一

電話：046-241-9333

所属：コナミスポーツ&ライフ

E-mail：kasashi10@yahoo.co.jp