

空手道組手選手における機能解剖的後肢踏切脚特性について

Characteristic of the function of anatomize back takeoff leg in a karate players.

体育学部健康科学科

飯出 一秀

IIDE, Kazuhide

Department of Health Science

Faculty of Physical Education

体育学部健康科学科

早田 剛

HAYATA, Gou

Department of Health Science

Faculty of Physical Education

体育学部健康科学科

古山 喜一

FURUYAMA, Yoshiichi

Department of Health Science

Faculty of Physical Education

体育学部健康科学科

稲川 史人

INAGAWA, Fumito

Department of Health Science

Faculty of Physical Education

長崎国際大学大学院健康栄養研究科

小出 光秀

KOIDE, Mitsuhide

Nagasaki International University

長崎国際大学大学院健康栄養研究科

今村 裕行

IMAMURA, Hiroyuki

Nagasaki International University

Abstract : The purpose of this study was to investigate the characteristic of the back takeoff leg in a karate grappler using ground reaction force, motion analysis from video camera, Jump test. Fourteen collegiate male students were analyzed. The participants were assigned to two groups (grade holder group, n=6; non-holder group, n=8). In the grade holder group, a degree of the ground reaction force before becoming the maximum was steep ($p<0.05$) and ground reaction force at start 0.1 seconds later greater than non-holder group ($p<0.01$). The grade holder group was unweighting because of squatting in grand reaction force. But there was no unweighting in non-holder group. Karate grappler has unique characteristics of hip extension, knee flexion and ankle dorsiflexion. In the national team group, there was significant greater depth jump and horizontal depth jump of one leg than collegiate group. Our results indicated that, when karate grappler moved forward by a jab, it's early and at the top speed by smooth weight movement to a hind leg because of appropriate lower leg. These result suggest the time of a jab become shorten until a movement end. Furthermore, it was thought that the reinforcement of the jump power in the right and left one leg was important to forward the movement.

Keywords : ground reaction force, depth jump, joint characteristics, function of anatomize

I はじめに

空手道組手競技で多用される突き技（競技で使われる突き技：上段突き・中段突き）は構えの位置（右構え=右上肢，右下肢が後方位；以下，右構え。左構え=左上肢，左下肢が後方位；以下，左構え）から後

方へ体重移動を行い，後肢の踏み切りを強く行う。その力を体幹の捻りと共に，上肢に強い力を伝達し，突き動作が遂行される¹²⁾。この突き技は短時間で爆発的なパワーを発揮することにより身体重心を前方移動させることが要求される。

バレーボール競技やバスケット競技では高い空間で

のプレーを有利に導くためにはより高い跳躍力が必要とされるが⁷⁾、空手道競技ではより高い跳躍高ではなく、いかに素早く、かつ遠くへ身体重心を前方(水平)移動することによりプレーを有利にさせる。その前方移動を行う際に空手道組手選手では大きく二種類の踏み切り脚の使い方がある。一つはボクシング同様のフットワークでステップを使い、上下または前後のリズムを取り前方移動の際に身体重心の移動を伴うもの、もう一つはステップを使用せずあたかも静止しているような構えから後肢を強く蹴り出し突き動作を行う方法である。この際、できる限り身体重心の上下移動を減少させることが重要である。このように多くの選手はこの二種類の方法を使い分けて前方移動を行い、突き動作を遂行させる。このような身体重心の前方移動を行う際に重要と思われるのが構えからの後肢の踏み切りの脚力ではないかと推察される。

本研究は空手道組手競技で多用される突き技での後肢の特性を分析し、空手競技に則したトレーニング法またはリハビリテーションなど競技復帰の際に下肢トレーニングの一つの指標を探るのではないかと考えた。また、今回はこの後肢の使い方に注目し、空手道組手選手の特徴的な踏み切り脚の特性を機能解剖的に調査することを試みた。

II 目的

本研究では空手道組手選手が突き技を行った際の後肢踏切脚の特性についてフォースプレートとビデオカメラを用いて床反力および画像からの機能解剖的分析を行う。またパフォーマンス・テストではデプスジャンプ(Depth jump)など数種のジャンプ種目からそれぞれの跳躍高や跳躍距離等を有段者、無段者または(財)全日本空手道連盟ナショナルチーム選手と一般大学空手道部選手を比較検討し、空手道組手選手でのジャンプ時の踏み切り脚の機能解剖的特性を分析し、空手道組手選手のトレーニングまたはアスレティック・リハビリテーションの一方方向性を探ることを目的とした。

III 対象および方法

本研究は実験1と実験2に分かれている。実験1ではフォースプレートを使用し、上段突き、中段突きを行わせ、後肢での床反力を測定したその際にビデオカメラで動作を撮影し、動作分析の資料とした。また

実験2では各種ジャンプ種目を選手に行わせ、記録を行った。

1. (実験-1) 突き技での後肢床反力および突き動作をビデオカメラで記録を行った。

被験者は大学空手道部男子選手、計14名(年齢: 19.1 ± 1.2 歳, 身長: 172.4 ± 5.2 cm, 体重 64.6 ± 5.3 kg)である。14名を2群に分け、一つは有段者群(以下, U群: 空手歴 9.2 ± 4.9 年), 6名であり、もう一群は無段者群(以下, M群: 空手歴 1.6 ± 1.9 年), 8名の2群である。この2群に分けた選手に多方向フォースプレート(竹井機器社製)上にて得意構えから中段逆突き(以下, 中段突き)と上段準突き(上段準突きまたは刻み突き以下, 上段突き)を行い、後肢の床反力の波形を計測した。被験者は全員右構えであり、計測した床反力は右後肢での床反力であった。計測項目は

1) 中段突き・上段突きでの水平床反力peak値(以下, PFh), 垂直床反力peak値(以下, PFv) = PFh · PFvである。

2) 中段突き・上段突きでの水平床反力PFhと垂直床反力PFvでのそれぞれでのpeak値での時間差(以下, time-lag) = PFhtime-lag · PFvtime-lagである。

3) 中段突き, 上段突き開始直後の0.1secと0.2secでの水平床反力(以下, Fh0.1, Fh0.2)と垂直床反力(以下, Fv0.1, Fv0.2) = Fh0.1 · Fh0.2 · Fv0.1 · Fv0.2である。

それぞれの突き動作を計測した波形より上記3項目を抽出し、さらに詳細な項目を実測値として比較、検討を行い、さらに動作分析を行った。

2. (実験-2) 各種ジャンプテスト

被験者は実験-1での大学選手14名(以下, T群)と(財)全日本空手道連盟ナショナルチーム選手(年齢: 23.2 ± 2.9 歳, 身長: 178.5 ± 7.3 cm, 体重: 74.7 ± 11.9 kg), 10名(以下, N群)である。この2群の選手に種々のジャンプ種目12種を行わせた。種目はノーマルなジャンプ種目6種とボックスを利用するデプスジャンプ6種である。

(1) ノーマルジャンプ

1) 垂直跳び(以下, VJ) 2) 垂直跳び左片足(以下, VJL) 3) 垂直跳び右片足(以下, VJR) 4) 立ち幅跳び(以下, LJ) 5) 立ち幅跳び左片足(以下, LJL) 6) 立ち幅跳び右片足(以下, LJR)

(2) デプスジャンプ(ボックスを利用したジャンプ)

7) 垂直デプス・ジャンプ (Depth Jump 以下, DJ) 8) 左片足 (DL) 9) 右片足 (DR) 10) 水平デプス・ジャンプ (DHJ) 11) 左片足 (DHL) 12) 右片足 (DHR) を台高30cmのボックスから行った。

尚, ジャンプやトレーニングの名称は「Depth Jump (デプスジャンプ) はある高さから跳び降り, 直ちに垂直方向に跳び上がる一連の運動のこと」と定義づけられている⁸⁾。他の報告ではドロップジャンプ (drop jump) と呼ばれている場合もあり本研究ではデプスジャンプ (Depth Jump) とし, また空手道競技で必要な水平方向へのドロップジャンプを水平デプスジャンプとした。また, これらトレーニングを総称してプライオメトリックス・トレーニング (Plyometric Training以下, プライオメトリクス) とした。さらに突き技の名称も本研究では中段逆突きを以下, 中段突き, 上段準突きまたは上段刻み突きを上段突きとした。

3. 統計処理

測定値は平均値と標準偏差値で示した。それぞれの群間での測定値はT検定を用い, 有意水準は5%とした。

IV 結果

1. 実験-1では1) 床反力のpeak値, 2) 垂直・水平成分peak値のtime-lag, 3) 床反力立ち上がり0.1sec・0.2secでの比較をU群とM群で行った。

1) 床反力のpeak値を後肢床反力波形図から測定値を抽出した。それぞれの群間比較はPFhとPFvではU群とM群での間に有意差は認められなかった。中段突きではPFvでM群が 105 ± 8.0 kgなのに対し, U群では 92.5 ± 15.1 kgと低い傾向がみられ, 他の項目でのPFv, PFhでは両群間で差は認められなかった (表-1)。

2) 床反力垂直成分と水平成分でのpeak値出現時間の差の比較でPFh, PFvそれぞれのpeak値からPFhtime-lagとPFvtime-lagを波形図より抽出し, 垂直・水平成分peak値出現時間差を比較, 検討した。上段突きではM群で 0.119 ± 0.026 secであるのに対し, U群では 0.117 ± 0.041 secであり, 中段突きではそれぞれ 0.144 ± 0.032 sec, 0.138 ± 0.053 secとほとんど両群間で差はみられなかった。ここでの検討項目はPFvとPFhでの時間差を比較することによりU群とM群での突き動作での後肢床反力

の分力であるPFhとPFvでの遅延差が後肢の踏み込みに時間差を生じるのではないかという考えからであったが, 前述の通り群間で時間差は認められなかった (表-1)。

3) 床反力の立ち上がり時間をみる指標で上段突きFh0.1ではM群で 17.5 ± 9.6 kgであるのに対し, U群では 32.5 ± 10.4 kgであった ($p < 0.05$)。上段突きFv0.1でもM群で 17.5 ± 7.1 kgであるのに対し, U群では 34.2 ± 17.2 kgであった ($p < 0.05$)。中段突きでもPFv0.1は差が認められ, PFh0.1ではM群で 34.4 ± 19 kgであったのに対し, U群では 68.3 ± 22.5 kgと有意に差が認められた ($p < 0.01$)。しかしPFh0.2, PFv0.2では上段突き, 中段突きともにU群で高い傾向がみられたが差は認められなかった (表-2)。またM群ではU群に比べPFhとPFvまでが緩やかな立ち上がりを示している (図-1)。

4) 突き動作画像では, 体幹全体の小さなしゃがみこみ動作が見られ, 体重はやや後肢に移動させている。この時, 後肢股関節の軽度伸展位が見られ, さらに後肢膝関節の軽度屈曲位が起こっており, 足関節は軽度背屈位をとっていた。

2. 実験-2での各種ジャンプテストでは, ノーマルジャンプでのVJRでT群が 34.4 ± 5.5 cmであるのに対し, N群で 40.6 ± 3.5 cm ($p < 0.01$), VJLではT群が 35.1 ± 4.7 cmであるのに対し, N群では 40.7 ± 4.1 cm ($p < 0.01$)であった。さらにすべての項目でN群が高い値を示していたが他の項目では有意差は認められなかった (表-3)。デプスジャンプではDJRおよびDJLで差がみられT群で 35 ± 4.1 cm, 35 ± 4.6 cmであるのに対しN群では 40.5 ± 6.3 cm, 40.5 ± 5.8 cmであり, 差が認められた。DHR, DHLでもT群 196.7 ± 14.6 cm, 196.2 ± 12.6 cmであるのに対し, N群では 223.8 ± 11.6 cm ($p < 0.001$), 203.5 ± 17.0 cm ($p < 0.01$)であった (表-4)。DHJを除き他の項目でもN群が高い値を示したが有意差は認められなかった。ノーマルジャンプ, デプスジャンプいずれも有意差が認められた項目は右片足または左片足のみでのジャンプ種目であり, 両足でのジャンプ種目では差が認められなかった。

V 考察

空手道で多用される突き技は短時間で爆発的なパワーを発揮することにより身体重心を水平移動させる

表-1 突き技での後肢床反力peak値

		J, PFh	G, PFh	J, PFv	G, PFv
無段者群 (n=8)	mean	60.6	60.6	108.1	105
	SD	6.8	4.2	13.3	8
	p値				
有段者群 (n=6)	mean	63.5	57	108.3	92.5
	SD	6.7	6.5	9.3	15.1
	p値				

J=準突き, G=逆突き, P=peak値, PFh=水平成分peak値, PFv=垂直成分peak値 (kg)

*p<0.05 **p<0.02 ***p<0.01 ****p<0.001

表-2 突き技での後肢床反力立ち上がり0.1sec, 0.2secでのpeak値

		J, PFh0.1sec	J, PFv0.1sec	G, PFh0.1sec	G, PFv0.1sec	J, PFh0.2sec	J, PFv0.2sec	G, PFh0.2sec	G, PFv0.2sec
無段者群 (n=8)	mean	17.5	17.5	34.4	30	52.5	55	75.6	83.1
	SD	9.6	7.1	19	15.6	15.6	14.4	29.7	20.7
	p値								
有段者群 (n=6)	mean	32.5	34.2	68.3	47.8	66.8	71.7	96.7	86.7
	SD	10.4	17.2	22.5	7.1	22.1	18.9	10.8	9.3
	p値	**	**	***	**				

J=準突き, G=逆突き, P=peak値, PFh=水平成分peak値, PFv=垂直成分peak値 (kg)

*p<0.05 **p<0.02 ***p<0.01 ****p<0.001

表-3 垂直跳び・立ち幅跳び

		VJ	VJR	VJL	LJ	LJR	LJL
大学選手群 (n=15)	mean	57.3	34.4	35.1	241.1	195.3	196.2
	SD	4.1	5.5	4.7	18	17.5	12.6
	p値						
ナショナル群 (n=10)	mean	60	40.6	40.7	244.1	202.5	203.5
	SD	6.5	3.5	4.1	6.7	17.1	17
	p値		***	***			

VJ=垂直跳び, VJR=垂直右片足跳び, VJL=垂直左片足跳び, LJ=立ち幅跳び, LJR=立ち幅右片足跳び, LJL=立ち幅左片足跳び (cm)

*p<0.05 **p<0.02 ***p<0.01 ****p<0.001

表-4 Boxを利用した垂直跳び・立ち幅跳び

		BJ	BR	BL	BHJ	BHR	BHL
大学選手群 (n=15)	mean	53.3	35	35	239.9	196.7	196.2
	SD	8.1	4.1	4.6	19.4	14.6	12.6
	p値						
ナショナル群 (n=10)	mean	56.2	40.5	40.5	233	223.8	203.5
	SD	5.4	6.3	5.8	21.6	11.6	17
	p値		**	**		****	***

BJ=BoxJP, BR=BoxJP右片足, BL=BoxJP左片足

BHJ=Box水平JP, BHR=Box水平JP右片足, BHL=Box水平JP左片足 (cm)

*p<0.05 **p<0.02 ***p<0.01 ****p<0.001

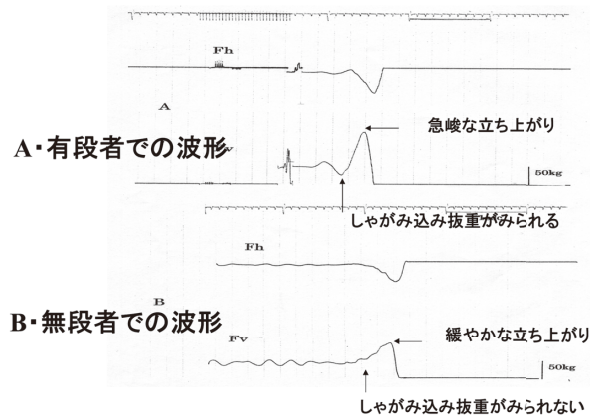


図-1 床反力での代表的な波形

ことが要求される。この水平移動を短時間で行うことにより競技を有利にすることが可能である。これらを引き出すトレーニングとして行われているのがプライオメトリクスである。この運動は筋の伸張反射を引き出し、爆発的・反動負荷様式の運動を用いるトレーニングであり²⁾、このような運動はStretch Shortening Cycle (以下、SSC) 運動によって遂行されるとの報告が多い^{1) 3) 5) 6) 8)}。このSSC運動では1. 筋力の立ち上げ時間 2. 筋紡錘からの伸長反射 3. 予備緊張 4. ゴルジ腱反射による抑制 5. 弾性エネルギーの蓄積と再利用の五つの要素が関係している²⁾。今回の実験の目的は空手道組手選手の後肢踏み切り脚の特性を見つけ出し、トレーニング法の一方方向性を見出すことである。

実験1-1で後肢床反力がすべてにおいてU群が上回るものと思われたがPFhとPFv、PFhtime-lagとPFvtime-lagまたFh0.2、Fv0.2では差がみられなかった。PFhtime-lag、PFvtime-lagではピーク値の波形から時間差がみられ、この差が突き動作の遅延に繋がるのではないかと考えられたが差はみられなかった。また床反力での立ち上がりFh0.2、Fv0.2では両群ともPFh、PFvともに0.2secではすでにピーク値に達していることが多いために差が認められなかったのではないと思われる。しかし、床反力の立ち上がり0.1secでのFh0.1 ($p<0.05$)、Fv0.1 ($p<0.01$) では逆突き、準突きともに有意差が認められた。またM群ではU群に比べPFhとPFvまでが緩やかな立ち上がりを示している。ジャンプ力の劣る被験者に比較してジャンプ力に優れた被験者では床反力の立ち上がりが急峻である。また積分筋電図の報告でも立ち上がりが急峻となり、単位時間当たりの筋放電量も大きく、高速度での高い筋出力発揮が可能であるとしている⁷⁾。床反

力での急峻な立ち上がりは①高速度での大きな筋出力を発揮する②主働筋の運動単位を多く動員する③選択的に速筋を動員する能力に優れているものと考えられる⁸⁾。以上の結果からU群はM群に比べ単位時間当たりの床反力が強く、トップスピードに早く到達できるものと思われるが、U群とM群でのpeak値に差がみられないことは空手道の突き技は後肢での床を蹴る力だけではないことを示唆しているのではないかと推察される。

実験-2でのジャンプ種目でVJR、VJLはN群で有意に大きく ($p<0.01$)、DJR、DJLでも差が認められた ($p<0.05$)。またDHR、DHLでも有意差が認められた ($p<0.01$)。ジャンプは身体が発揮した内力によって身体自身に外力を加え、重力に抗して身体を空中に投射することである⁹⁾。したがって体重レベル以上の床反力を身体質量に対してどのくらい多く加え続けることができるかによってジャンプレベルは決定される¹¹⁾。高速度での筋出力が高いことは、膝関節の伸展に伴い角速度が増加してもより大きな力で床を蹴ることができ、また速筋線維の割合が高く床反力の立ち上がりが急峻になることで高くまたは遠くへの跳躍を得るのに有利になると考えられる¹⁰⁾。今回の実験で有段者群では床反力の立ち上がりが急峻であったことは無段者群に比べ、大きな跳躍が行えるのではないと思われる。両足ジャンプ種目ではN群とT群を比較すると大きな差は認められなかった。これは空手道という競技特性で両足でのジャンプまたは前方移動を行う練習はほとんど行われませんが、片足での突き動作で前方に飛び込む動作は繰り返し行われる。ゆえに片足でのジャンプでは差がみられ、片足ジャンプ種目ではN群がT群より大きな跳躍を行うことができた。特にボックスを利用したジャンプではボックスより落下し、着

地時の衝撃から姿勢の保持を片足で行い、その直後に垂直または水平方向へジャンプを行う能力がN群では大きい。T群では落下直後、一連のジャンプ動作は中止または一旦停止してしまう。これは着地での姿勢保持を片足で行うことで次のジャンプに繋がる動作が行えなくなるものと考えられる。ジャンプ動作を起こすためには着地とジャンプは連動した動作であり、着地で動作が中断し、次にジャンプと2挙動の動作となる。それに対しN群では着地後すぐジャンプに切り替えしを行うことができ、着地からジャンプ動作を1挙動で行える。また着地-ジャンプでの切り替えしにおける時間的間隔を小さくすることで大きなジャンプが可能である⁸⁾。T群ではその一連の動作を両足では行うことが可能であったが片足では難しい。なぜならば身体バランス維持および衝撃緩衝に重点を置いた跳躍動作になっているためである。ゆえに片足ジャンプでは差がみられ、両足ジャンプでは差がみられなかったのではないかと推察する。

このデプスジャンプは着地時に強い衝撃を足関節、膝関節、股関節、腰部に及ぼす¹⁾。特に足関節は下肢3関節の中でもリバウンドジャンプのパフォーマンスに大きく貢献している¹⁴⁾。片足でのジャンプは両足ジャンプと比較するとさらに強い衝撃がかかり、この衝撃に耐えることができ、さらにジャンプ動作に繋がらなければ前方または上方へ飛ぶことは難しいと思われる。N群では片足での体重移動や姿勢保持に優れているものと考えられ、長期間のトレーニングによって大きな衝撃負荷に対する神経筋システムの素早い適応、最適なstiffnessを発揮するための主動筋と拮抗筋の協調性が改善されていることが考えられる^{13) 14)}。またストレッチにより筋の柔軟性を高めた結果、SSCにより利用される弾性エネルギーが高くなることから⁴⁾、下肢筋群の柔軟性なども影響している可能性が考えられ、筋力の強さと柔軟性の高さもこれらジャンプに影響したのではないかと推察する。

空手道組手選手の踏み切り脚の特性としては片脚での踏切の強さが左右ともに必要であり、さらにこれらを強化することが前方への推進力向上に結びつくのではないかと考えられ、プライオメトリクスなどは有効なトレーニング手段ではないかと思われる。またトレーニング強度との関連を熟慮すれば復帰直前のリハビリテーション・トレーニングにも有効ではないかと思われる¹⁵⁾、一つのトレーニングの方向性を示すものではないかと推察される。

VI まとめ

1. 空手道組手選手の後肢踏み切り脚の特性を床反力、ビデオカメラ、ジャンプテストから比較、検討した。
2. 有段者群は無段者群に比べ、床反力でpeak値までの立ち上がりが急峻であり、床反力立ち上がり0.1secで有意差が認められた。(p<0.05, p<0.01)
3. 有段者群では床反力波形図でしゃがみ込み抜重が見られたのに対し、無段者群ではみられなかった。
4. 後肢関節機能の股関節伸展、膝関節屈曲、足関節背屈は空手選手の特徴が見られた。
5. ナショナル群ではデプスジャンプ、水平デプスジャンプともに片足でのジャンプで有意差が認められた。

以上の結果から空手道選手では突き技で前方移動する際、後肢へのスムーズな体重移動と適切な下肢関節角度の使用によりトップスピードに早く到達でき、突き動作終了までの時間を短くできる。また左右片足でのジャンプ力の強化が前方移動に重要であると思われる。

参考文献

- 1) Bobbert, M.F., Huijing, P.A., and van Ingen Schenau, G.J. A model of the human triceps surae muscle-tendon complex applied to jumping. *J.Biomechanics*. 19 : 887-898 1986
- 2) 長谷川裕 プライオメトリクスに関するストレッチショートニング・サイクルの神経生理学背景 コーチング・クリニック 第13巻6号6-9 1999
- 3) 伊藤章 斎藤昌久 金子公宥 跳躍運動における反動動作-下腿三頭筋の筋放電量と弾性エネルギーの利用- *J.J.Sports Sci.*, 6 : 232-238 1987
- 4) 岩竹淳 中村夏実 永澤隼 飯田晴子 伊澤秀紀 鈴木朋美 小田宏行 伸張-短縮サイクルからみた身体コンディショニングの評価 *体力科学 Vol49 No6 DEC 1998*
- 5) Komi, P.V and C. Bosco : Utilization of stored elastic energy leg extensor muscle by men and women. *Med.sci.Sports*, 10 : 261-265 1978
- 6) 小島武次 琉子友男 近藤正勝 反動動作を伴った下肢屈伸運動における弾性エネルギーの役割 *J.J.Sports Sci.*, 2 : 152-154 1983
- 7) 日本バレーボール協会科学研究委員会 I. ジャ

- ンプ力を決定する体力因子－ジャンプ力と下肢筋出力および筋放電パターンとの関係について－日本体育協会スポーツ・医科学研究報告 NOⅡ 競技種目別競技力向上に関する研究 No16 バレーボール 192-198, 1991
- 8) 日本体育協会研究プロジェクトチーム＝プライオメトリック・リアクティブ筋力トレーニングに関する研究班 プライオメトリック・リアクティブ筋力トレーニングに関する研究 昭和62年度 日本体育協会科学研究報告 NoⅦ 1-10, 1987
- 9) 高松薫 宮坂雅昭 関子浩二 石島繁 各種台高からのデプスジャンプにおける跳躍高と踏切各局面の力学量 昭和62年度日本体育協会スポーツ科学研究報告 NoⅧ プライオメトリックアクティブ筋力トレーニングに関する研究－第一報－ 56-62 1988
- 10) Thorstenson, A. : Muscle strength, fiber type and enzyme activities in man. Acta Physiol. Scand., Suppl., 443, 1977
- 11) Thys, H., Cavagna, G.A., and Margarina, R The role played by laticity an exercise involving movement of small amplitude. Pflugers Arch.354 : 281-286 1975
- 12) 豊嶋建広 真野高一 多田幸信 飯出一秀 井出順子 西村誠司 藤田幸雄 No.18 近間における逆突きの動作分析－逆突きの打突力と腰・肩の移動距離及び速度との関連－平成6年度 日本体育協会スポーツ医科学研究報告 No.Ⅱ 競技種目別競技向上に関する研究 221-231 1994
- 13) 尹聖鎮 岡田秀孝 藤井範久 高松薫 傾斜面での伸張－短縮サイクル運動における腓腹筋のstiffness特性－パワー系競技者と一般競技者の比較－体力科学 Vol49 No5 Oct 703 2000
- 14) 尹聖鎮 大山圭吾 岡田秀孝 高松薫 傾斜面でのリバウンドジャンプにおける腓腹筋のstiffnessがアキレス腱張力に及ぼす影響 体育学研究44 : 510-521, 1999
- 15) 米沢和洋 プライオメトリクス応用編 プライオメトリクス・エクササイズの実際② コーチング・クリニック 第13巻第7号 8-12 1999