

東京体育学会第3回学会大会

発表抄録

# 昭和初期におけるバスケットボールの戦術の習熟過程に関する史的考察 ——システムプレーに着目して——

及川 佑介（国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科）

キーワード：李想白, Jack Gardner

## 1. はじめに

昭和初期においてバスケットボールの戦術をシステムの的に考えることが一般化した。このことが、我が国の競技力向上に繋がった一要因と考え、本稿では、その習熟過程について考察した。昭和5年頃の戦術は、「基礎の技術に練達すればチーム・プレーの運用は殆んど之れを問題とするにも足らぬ程容易なものとする事が出来る」という考え方が一般的であった。そのため、バスケットボールの専門書や練習で基礎技術が占める割合は多かった。さらに、チームとしての戦術を充実させるまで、我が国のバスケットボールの競技水準は達していなかったと考えられる。

## 2. 『指導籠球の理論と実際』(昭和5年)からみる戦術の方向性

当時バイブル的存在であったといわれる『指導籠球の理論と実際』を李想白は昭和5年に著した。この出版は、李想白らが発起人となった大日本バスケットボール協会を設立した翌月のことであるため、大日本バスケットボール協会の設立に合わせて、同協会の技術的な方向性を示していたと推測出来る。その中で彼は、「基礎技術をチーム・プレーに融合せしめる場合の手順に些か用意を必要とする」と述べ、基礎技術をチームプレーに活かすには「工夫」が必要であることを示唆していた。その「工夫」というのがシステムの的に戦術を捉えることであったと考えられる。

## 3. ガードナー講習会(昭和8年)とシステムプレー

大日本バスケットボール協会は、昭和8年にアメリカからジャック・ガードナー(Jack Gardner)を招聘して、全国各地で約一カ月に渡り講習会を開催している。これが、ガードナー講習会といわれ、この講習会を開催したことで、バスケットボールの戦術をシステムの的に考えることが一般的になり、システムプレーという戦術を取り入れることの必要性が全国的に広まった。

## 4. オリンピック・ベルリン大会(昭和11年)に向けての戦術の動向

ガードナー講習会(昭和8年)によって日本にもたらさ

れた「バリーシステム」はシステムプレー導入のきっかけとなった。しかし、我が国の競技者は基礎技術の水準が低く、ドリブル技術やパス技術を応用的に用いる局面の多い「バリーシステム」を定着させることは出来ないう。そうした時期に、「8の字連続移行法」というほとんどドリブル技術を使うことなく、コート上に8の字を描くように競技者の動きを単純化した戦術を取り入れたことが、システムプレーを定着させた一つの要因となった。

## 5. おわりに

昭和初期におけるバスケットボールの戦術の習熟過程をシステム化という視点から捉えると以下のような三つの時期に分けて考えることが出来る。大日本バスケットボール協会は、昭和5年に『指導籠球の理論と実際』を出版したことで技術的な方向性を示し、昭和8年のガードナー講習会では戦術のシステム化を広く宣伝した。そして、戦術のシステム化を発展・定着させようとしながら、昭和11年のオリンピック・ベルリン大会に向かっていった。

## 【引用文献】

- 1) 李想白『指導籠球の理論と実際』春陽堂、1930.1

## 女子短期大学生の体力パターンとボディイメージ

○益川 満治 (日本体育大学非常勤講師)  
平野 泰宏 (大妻女子大学)

園部 豊 (日本体育大学大学院)

キーワード：体力, 健康, ボディイメージ

### 1. 目的

女子短期大学生の体力の構造を明らかにし、それらとボディイメージとの関わりを検討することにより、運動習慣の確立を見据えた大学体育での指導や授業展開に関する一助となるための資料を得ることを目的とした。

### 2. 方法

#### 1) 調査対象

平成23年、〇女子大学短期大学部に所属する学生489名を対象とし、前後期全授業15回中、第2、3週目の授業時間内に体育館にて測定・調査を行った。そのうち、測定・調査項目に記入漏れが無い者466名(有効調査対象93.7%、平均年齢18.7歳±1.0)について分析対象とした。

#### 2) 調査内容

- ①形態測定(身長・体重・体脂肪率)
- ②新体力テスト(握力・上体起こし・長座体前屈・反復横とび・立ち幅跳び・20mシャトルラン)
- ③質問紙調査(健康意識・主観的体力・ボディイメージについて)

### 3. 結果

#### 1) 健康と体力の関連

「健康意識」と「主観的体力」について、新体力テストの合計得点から関連を見たところ、「健康意識」には有意な差は見られなかったが、「主観的体力」では、有意な差( $p < .001$ )が見られた。

#### 2) 体力パターンの検討

体力の構造を見るために、クラスター分析を試みた結果、4つのクラスターが抽出された。各クラスター名を「ハイパフォーマンス型」「柔軟優位型」「ローパフォーマンス

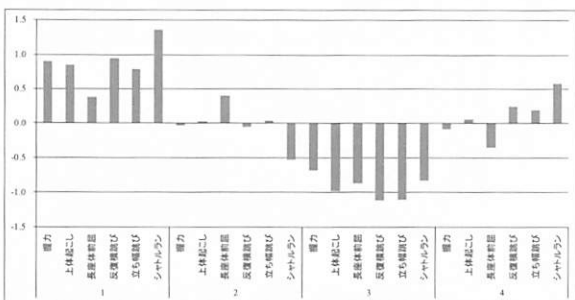


図1 女子短期大学生の体力パターン

型」「持久優位型」とした。

#### 3) 体力パターンとボディイメージとの関連

体力パターンとボディイメージとの関連を見たところ、「自分の外見」と体力パターンで、「持久優位型」は外見を気にしない傾向であり、「柔軟優位型」と「ハイパフォーマンス型」は気にする傾向であることが示唆された。

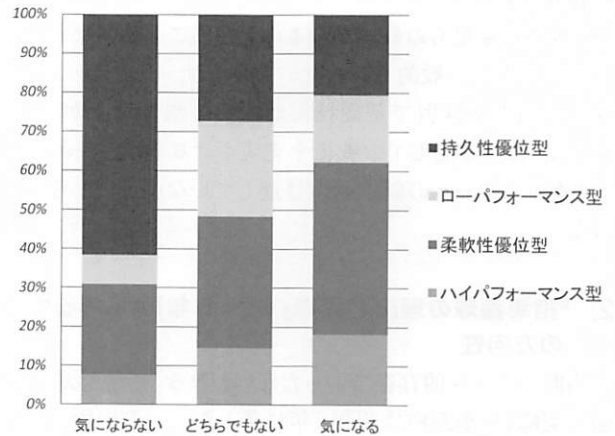


図2 自分の外見における体力パターンの割合

### 4. まとめ

- 1) 体力測定値と学生の考える健康に乖離が見られた。
- 2) 体力パターンは4分類となった。
- 3) 「自分の外見」と体力パターンでは、持久優位型は外見が気にならない傾向が強く、柔軟優位型とハイパフォーマンス型は気にする傾向が強かった。

### 5. 参考文献

- 平野・益川 「女子短期大学生の体力測定に関する研究」2010.3 大妻女子大学家政系研究紀要-第46号
- 平野・益川 「女子大学生の体力測定に関する一考察—形態測定との分析から—」2011.3 大妻女子大学家政系研究紀要-第47号
- 平野・益川 「女子短期大学生の体力と運動経験に関する一考察」2012.3 大妻女子大学家政系研究紀要-第48号
- 青木「ACSM健康にかかわる体力の測定と評価—その有意義な活用を旨として—」2010, 市村出版

# 運動部・スポーツクラブの加入状況と体力の自己評価

○古川 大輔（中央区立佃中学校）

キーワード：運動部・スポーツクラブ、体力の自己評価

## 1. 目的

小学生、中学生、高校生の運動部・スポーツクラブの加入状況が、体力の自己評価に及ぼす影響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SSF笹川スポーツ財団(2010)集計データを二次分析した。

体力の自己評価を測定した。数量化にあたっては、項目を5段階評定し、それぞれ5、4、3、2、1の得点を与え、間隔尺度を構成するものと仮定した。

加入者群と非加入者群間における有意差の検定は、t検定を行った。測定値は、平均値と標準偏差で示した。

加入と加入経験の有無の各群間における有意差の検定は、一元配置分散分析を行い、有意差が認められた場合には、Tukeyの多重比較検定を行った。測定値は、平均値と標準偏差で示した。

## 3. 結果と考察

表1 男子中学生の加入経験と体力の自己評価

加入者	加入経験者	未加入者	F値	多重比較検定
3.16±0.05 (n=238)	2.68±0.14 (n=58)	2.42±0.17 (n=26)	12.571***	加入者>加入経験者 加入者>未加入者

平均値±標準偏差 \*p<.05 \*\*p<.01 \*\*\*p<.001

表1に男子中学生の加入経験と体力の自己評価を示した。加入と加入経験の有無の各群間に有意な体力の自己評価が認められた。

小学生、中学生、高校生の運動部・スポーツクラブの加入経験の有無は、体力の自己評価に影響を及ぼすことが示唆された。

図1に、男子中学生の体力の自己評価を示した。加入者群と非加入者群間の体力の自己評価に有意な差が認め

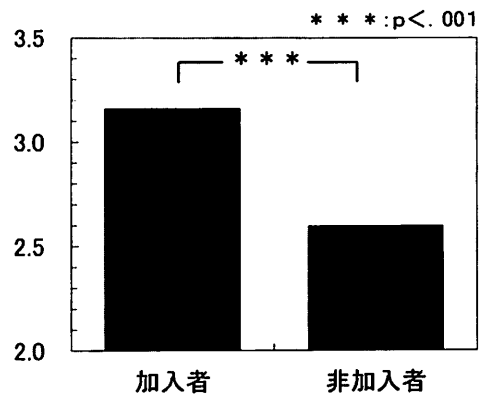


図1 男子中学生の体力の自己評価

られた。

小学生、中学生、高校生の運動部・スポーツクラブの加入は、体力の自己評価を高めることが示唆された。

## 4. 結論

小学生、中学生、高校生の運動部・スポーツクラブの加入経験の有無は、体力の自己評価に影響を及ぼすことが示唆された。

小学生、中学生、高校生の運動部・スポーツクラブの加入は、体力の自己評価を高めることが示唆された。

小学生、中学生、高校生の運動部・スポーツクラブの加入は、体力の自己評価を高め、運動に対する満足感を持たせることが推察された。

## 筋痙攣中の M 波振幅の低下

○中川 剣人 (早稲田大学大学院) 宮本 直和 (早稲田大学)  
村上 雄治 (早稲田大学大学院) 彼末 一之 (早稲田大学)

キーワード：筋痙攣, 筋電図, M 波

### 【緒言】

筋痙攣とは、不随意的、突発的な有痛性の筋収縮であると定義され、多くのアスリートを悩ませている現象であるが、そのメカニズムはほとんど明らかになっていないため、その対策も確立されていないのが現状である。これまで、筋痙攣のメカニズムを調べた研究は多くあるが、主に脊髄が関与する現象であるという中枢由来説 (Norris et al., 1957; etc.)、 $\alpha$  運動神経軸索や運動終板、筋自体に異常があるという末梢由来説 (Lambert, 1968; etc) の主に二種類の説が対立しており、一致した見解が得られていない。そこで、本研究では、どちらの説がより信頼性があるか検討するため、筋痙攣中に末梢神経に電気刺激を与え、筋電図上に現れる誘発電位の動態を調べることを目的とした。

### 【方法】

被験者は、神経学的疾患を有しない男性計 12 名とした。対象筋は母趾外転筋で、コントロールとしてヒラメ筋の表面筋電図を記録した。被験者に、母趾外転筋を短縮位で最大随意収縮を行わせることで筋痙攣を誘発させた。電気刺激は最大 M 波が得られる刺激の 1.2 倍の強度で脛骨神経に 3 秒に 1 回の割合で単発刺激を与え、表面筋電図上に現れる M 波の振幅を計測した。筋痙攣中および随意収縮中のそれぞれの条件で、背景筋放電量の変化に伴う M 波振幅値の変動を調べた。

### 【結果】

被験者 12 名中、3 名は実験を遂行できず、データ処理対象から除外した。被験者 9 名における母趾外転筋の M 波振幅値と背景筋放電量との関係を見ると、筋痙攣中のみ有意な負の相関関係が得られ ( $p < 0.01$ ) (図 1)、随意収縮中では有意な相関関係は得られず、安静時とほぼ同様の振幅値を示した。同時に計測したヒラメ筋の M 波振幅値と母趾外転筋の背景筋放電量との間には、筋痙攣、随意収縮ともに有意な相関関係は見られなかった。

### 【考察】

通常、統制のとれた条件下では、随意収縮中には最大 M 波の振幅は変化することはないことから (Tucker et al.,

2005)、筋収縮中に最大 M 波の振幅値が低下した原因として、筋収縮に伴って刺激電極の位置関係がずれたことが考えられる。しかし、同じ神経支配であるヒラメ筋の M 波振幅は変化していないことから、刺激電極の位置関係がずれたことによるものではないと考えられる。痙攣している筋の M 波振幅値は背景筋放電量が大きくなるにつれて減少していくことが示された。それに対して、随意収縮中では背景筋放電量の大きさに関わらず、M 波振幅値の変動は見られない。これは、筋痙攣中では神経束の中の一部の  $\alpha$  運動神経軸索あるいは運動終板から異常放電が起こり、その逆行性の活動電位が電気刺激による順行性の活動電位と衝突を起し、結果的に筋まで届く活動電位が少なくなり、M 波の振幅が小さくなったことが可能性の一つとして考えられる。

### 【結論】

筋痙攣では末梢レベルで何らかの異常をきたしていることが予想され、末梢由来説を支持する結果となった。

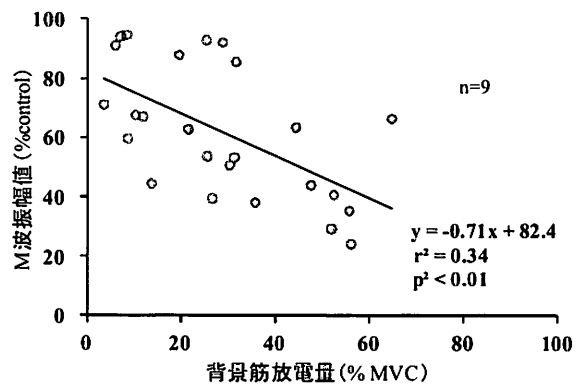


図 1. 母趾外転筋の M 波振幅値と背景筋放電量の関係

## 足関節筋のリラックスは手関節筋の皮質脊髄路興奮性を低下させる

○加藤 孝基 (早稲田大学大学院)  
村岡 哲郎 (日本大学)

水口 暢章 (早稲田大学大学院)  
彼末 一之 (早稲田大学)

キーワード：TMS, 筋弛緩, 複数肢

### 【緒言】

筋のリラックスは、収縮に伴う神経活動の終わりではなく、アクティブなプロセスであることが脳活動の点から示唆されている。経頭蓋磁気刺激法 (TMS) を用いた研究により、ある筋のリラックス時には皮質内抑制が上昇し、その筋を支配する皮質脊髄路の興奮性が低下することが報告されている (Buccolieri et al., 2004)。さらに我々は、足関節筋のリラックスと手関節筋の収縮を同時に行うと、収縮の筋活動レベルが低下することを発見した。したがって、足関節のリラックス時には、その筋のみならず手関節筋にも抑制指令が送られていることが考えられる。本研究では、足関節背屈筋のリラックスが同側手関節筋の皮質脊髄路興奮性に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

### 【方法】

被験者は、神経学的疾患を有しない男性計9名とし、音刺激に対し足関節背屈位から出来るだけ早く前脛骨筋のリラックスを行うように指示した。音刺激後5つのタイミング(事前に計測した反応時間の-100, 50, 0, 50, 100ms)でTMS刺激を行い、安静状態の同側手関節筋(橈側手根伸筋:ECR, 橈側手根屈筋:FCR)の運動誘発電位(MEP)を計測した。皮質脊髄路の興奮性はMEPの振幅により評価した。また一試行ごとに反応時間に対するTMS刺激時間を算出し(TMS timing)時系列で並び

替えた。統計解析はウィルコクソン検定を用いて安静時のMEPと比較した。

### 【結果】

足関節背屈筋のリラックス前(TMS timing: ~ -101ms および-100 ~ -51ms)のECRのMEPは、安静時に比べ有意に上昇した。さらに、リラックス後(100ms ~)のECRのMEPは有意に減少した( $p < 0.05$ )。FCRのMEPは足関節背屈筋のリラックス前(~ -101ms)に有意に上昇し、リラックス後(50 ~ 99ms および100ms ~)に減少した( $p < 0.05$ )。

### 【考察】

足関節リラックス前(背屈時)のECRおよびFCRの皮質脊髄路興奮性は、安静時に比べ増加することが明らかになった。さらに、足関節リラックス直後のECRおよびFCRの皮質脊髄路興奮性は、安静時に比べ減少することが明らかになった。したがって、足関節のリラックス時には、リラックスする筋のみならず手関節筋にも抑制指令が送られている可能性が示唆された。

### 【結論】

足関節背屈筋のリラックス直後に手関節筋の皮質脊髄路興奮性が低下した。

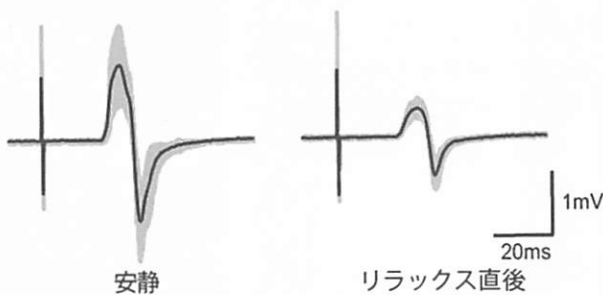


図1. 一人の被験者から得られた足関節安静時およびリラックス直後の手関節伸筋 (ECR) の MEP

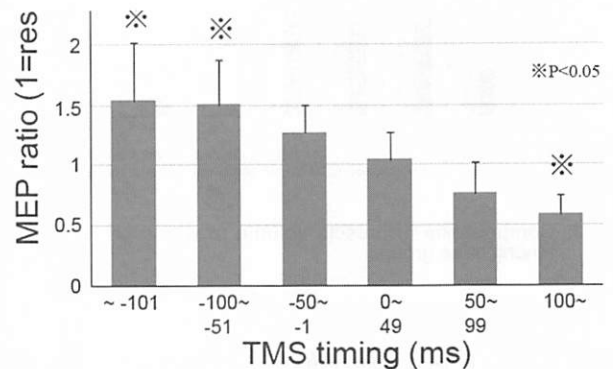


図2. TMS timing と ECR の MEP (I = 足関節安静時)

## アメリカンフットボール選手における下肢の筋形態と機能的特性

○神田 賢孝 (国土館大学大学院スポーツ・システム研究科) 田中 重陽 (国土館大学大学院スポーツ・システム研究科)  
手島 貴範 (国土館大学大学院スポーツ・システム研究科) 角田 直也 (国土館大学大学院スポーツ・システム研究科)

キーワード：アメリカンフットボール, MRI法, 無酸素性パワー

アメリカンフットボールはポジションによって異なる技術や運動能力が要求されることから、下肢における筋の形態や機能的特性が異なる可能性がある。本研究では、大学アメリカンフットボール選手における下肢筋形態及び筋機能特性をポジション別に明らかにすることを目的とした。

被検者は大学生アメリカンフットボール選手52名とし、ポジション別にLG, MG, SGの3群に分類した。大腿における伸筋群(大腿直筋, 外側広筋, 中間広筋, 内側広筋)及び屈筋群(大腿二頭筋短頭及び長頭, 半腱様筋, 半膜様筋, 縫工筋, 薄筋)の筋横断面積及び筋体積はMRI法により、また、各筋群の筋厚を超音波法により測定した。間欠的なペダリング運動によるパワー発揮能力はPower Max V IIによって測定した。さらに、4種目のフィールドテストを実施した。

大腿部の各筋量をポジション毎に比較したところ屈筋群において、大腿部における筋体積の差は、膝屈筋群の違いによるものであった。また、筋の特異的な発達が認められた部位は膝伸筋群の外側広筋及び内側広筋であった (Fig. 1)。

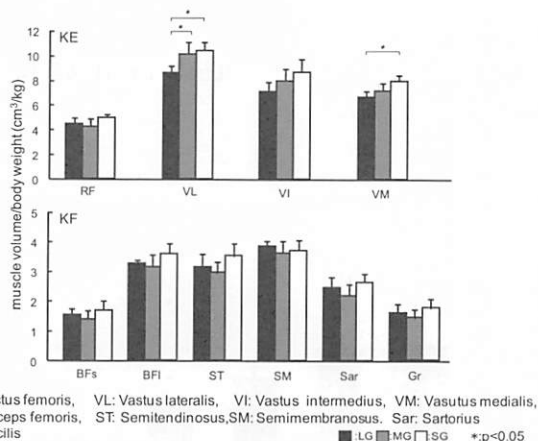


Fig. 1. Comparisons of muscle volume to whole body weight among three groups.

大腿部の筋厚値と各筋体積の関係を検討した結果、伸筋群においては有意な相関関係が認められた。また、屈筋群においては大腿二頭筋長頭、半膜様筋及び縫工筋に

おいて有意な相関関係が認められた。従って、大腿部の筋厚値でこれらの筋群の筋体積を推察できる可能性が示唆された。

間欠的なパワー発揮能力におけるピークパワー及びパワーの低下傾向は、ポジション間で著しい差は認められなかった。しかしながら、速度の要素である回転数はMG及びSGがLGよりも優れていた。パワーは力と速度の積で示されることから、ペダリング運動におけるパワーは(負荷×回転数)であり、MG及びSGは速度の要素においてLGよりも優れていることが認められた。

体重当たりにおける膝伸筋群の各筋量とフィールドテストとの関係は有意な相関関係が認められた。従って、膝伸筋群における各筋群の筋体積はフィールドテストに影響を及ぼす因子であることが明らかになった。また、各種目によって各筋群の影響度合いは異なることが明らかになった (Table2)。

Table2. Correlation coefficients of relationship between muscle volume and field test.

MV/BW	L-TEST	I-TEST	40yd DASH	Standing jump
KE	r=0.538	r=0.550	r=0.608	r=0.621
KF	n.s	n.s	n.s	n.s
RF	n.s	n.s	n.s	n.s
VL	n.s	r=0.587	r=0.575	r=0.590
VI	r=0.619	r=0.609	r=0.542	r=0.700
VM	r=0.535	r=0.633	r=0.521	r=0.573

RF: Rectus femoris, VL: Vastus lateralis, VI: Vastus intermedius, VM: Vastus medialis \* p<0.05

以上より、アメリカンフットボール選手の下肢筋形態は、ポジションによって発達している部位が異なることが明らかとなった。また、アメリカンフットボール選手は大腿伸筋群の筋量を高めることで、フィールドテストの記録が向上する可能性が推察された。

## 野球捕手におけるスローイング動作の運動学的特性

○竹林 和史 (国土舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 田中 重陽 (国土舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 高橋 佑輔 (国土舘大学体育学部)  
 角田 直也 (国土舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

升 佑二郎 (国土舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 手島 貴範 (国土舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 宮崎 光次 (桜美林大学健康福祉学群)

キーワード：野球, 投動作, 動作解析

### 【目的】

野球の試合において捕手のスローイング動作は、時として勝敗を左右する重要な要素に成り得る。捕手のスローイング動作を行う上で「敏捷性」や「正確性」などが重要な要素であるという指摘はなされているにも関わらず、運動学的に検討した研究はほとんど行われていない。そのため、捕手のスローイング動作を明らかにすることは、捕手の競技力向上および捕手の指導を行う上で重要な資料になるものと考えられる。

そこで本研究は、捕手の二塁へのスローイング動作中における体幹および下肢の動作特性を運動学的観点から明らかにすることを目的とした。

### 【方法】

被検者は、捕手経験のある大学野球選手14名とした。捕球時から二塁到達時までの時間が2秒以下のものを上位群(7名)、2秒を超えるものを下位群(7名)とした。スローイング動作は、高速度カメラを用いて撮影し、捕球時をa、ピボット脚接地時をb、ストライド脚接地時をc、リリース時をdとした。a-bまでを1<sup>st</sup>局面、b-cまでを2<sup>nd</sup>局面、c-dまでを3<sup>rd</sup>局面と定義し、分析対象とした。分析の対象となる部位は、肩関節、肘関節、手関節、腰、膝関節、足関節とした。

### 【結果および考察】

上位群と下位群でボール速度に有意な差は認められなかったものの、捕球時からリリース時までの動作時間において有意な差が認められた(図1)。これらのことから、捕球時から二塁到達時までのスローイング動作を短縮させる要因として、捕球からリリースまでの動作時間を短縮させる必要があることが明らかとなった。膝関節の角度および角速度では捕球時からピボット脚接地時までの局面で、急激な屈曲を伴う運動が確認された。このことから、動作時間を短縮させる要因として、脚を素早く引きつけるような前方へのステップ動作が重要であることが示唆された。また、腰の高さは、身長に対して約30~35%の高さを保持して行う必要があることが明らかとなった(図2)。一方、ピボット長およびストライド長は動作時間の短縮には直接関与しないものと推察された。

### 【結論】

野球捕手のスローイング動作において、動作時間の短縮には、捕球時からピボット脚接地時の局面における素早いステップ動作を行うことおよび捕球時からリリース時まで腰の高さを一定に保つことが重要であると考えられた。

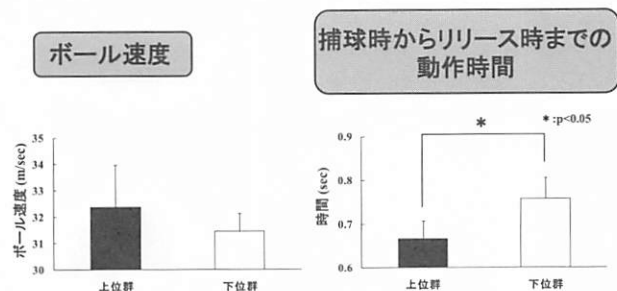


図1 ボール速度と捕球時からリリース時までの動作時間の比較

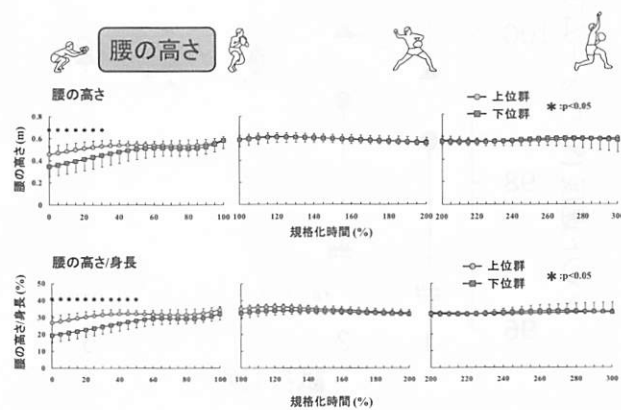


図2 スローイング動作における腰の高さの変位



## 加重したバットでの素振りがバットスイングに及ぼす影響

○樋口 貴俊 (早稲田大学)  
宮本 直和 (早稲田大学)

永見 智行 (早稲田大学)  
彼末 一之 (早稲田大学)

キーワード：野球, バッティング, ウォームアップ

野球打撃はバットスイングの速度と正確性の両方が求められる難易度の高い運動スキルである。一瞬で決着する投手との対決に備え、打者は打席に入る直前にネクストバッターズサークルで入念なウォームアップを行う。その際に通常のバットよりも重いバットで素振りをする打者がいるが、加重バットのように慣性モーメントが通常のバットとは異なるバットでの素振りは直後のバット速度を増加させないという報告がある<sup>1)</sup>。また、打撃パフォーマンスを決定するもう一つの重要な要素である正確性に加重バットでの素振りがどのように影響するのかは明らかになっていない。そこで、本研究では野球打者が行う加重バットでの素振りがバット速度と正確性に及ぼす影響を明らかにし、そのウォームアップ法の有効性を検証すること目的に以下のような実験を行った。

東京六大学野球連盟に所属する大学野球選手24名の1) 通常バットでの素振り5回、もしくは、2) 加重バットでの素振り5回、を行う前後のティー打撃(各5球)の様子を記録した。同期した2台のビデオカメラ(撮影速度1000コマ毎秒)の画像から得られたボールとバットの三次元位置からバット速度、インパクト位置、そしてバット角度を算出した。バット速度はインパクト前5ミリ秒間の

バット先端の平均移動速度、インパクト位置はインパクト時におけるバット芯からボール中心までの距離、バット角度は水平面に対するインパクト時のバット長軸の角度とインパクト前5ミリ秒間における水平面上に対するバット先端の上昇/下降角度とした。

重りを付けたバットでの素振りの後の打撃では1回目及び2回目の打撃においてウォームアップ前に比べ有意にバットスイングの速度が低かった(1回目:  $98.6 \pm 1.7\%$ 、2回目:  $99.1 \pm 1.6\%$ 、 $p < 0.01$ ) (図1)。インパクト位置の分布及び、インパクト時のバット角度はウォームアップの種類及びウォームアップの前後による違いはみられなかった。

加重バットでの素振りがバット速度を低下させるという結果は先行研究を支持するものであった。1回目及び2回目の試技でのみスイング速度の減少が観測されたことから加重バットがバット速度に及ぼす影響は限定的であることが示唆された。またインパクト位置及びバット角度の変化がなかったことから明確な正確性への影響はないことが示唆された。よって加重バットでの素振りは直後の打撃パフォーマンス低下をもたらす可能性がある。

### 参考文献

- 1) DeRenne C, Buxton BP, Hetzler RK, Ho KW. Effects of weighted bat implement training on bat swing velocity. *J Strength Cond Res* 9(4): 247-250, 1995.

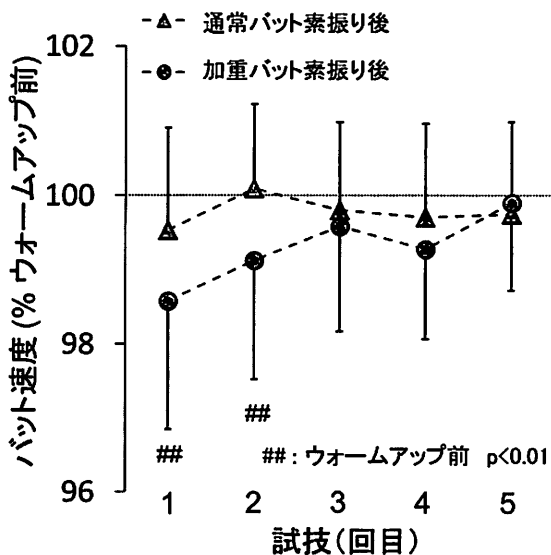


図1. 異なる重さのバットでの素振りの後のバット速度の変化率

## 異なる主観的強度がテニスのフォアハンドストローク動作に及ぼす影響

鈴木 恵太 (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)  
 角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

山田 龍彦 (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：テニス, フォアハンドストローク, グレーディング

### 【目的】

テニスの試合においては、ボールの移動に伴い攻守が常に入れ替わることから、ボールスピードのコントロールが要求される。すなわち、最大強度以下での力の調整力(グレーディング能力)が求められる。本研究では、テニスのフォアハンドストロークにおけるグレーディング能力に着目し、主観的強度と客観的達成度における運動学的特性を明らかにすることを検討した。

### 【方法】

被検者は、テニス熟練者の男性7名とテニス初心者男性7名とした。最大強度を100%とした時の主観的強度を40-60-80-100%に変化させ、フォアハンドストロークにより、ベースラインからクロス方向のターゲットエリアを狙って打たせた。被検者の、ラケットヘッド、利き腕側の肩関節、肘関節、手関節を分析点とした。分析対象は、ボール速度、動作時間、ラケットヘッド及び各関節の移動速度、移動距離とした。分析区間はテイクバック完了後からインパクトまでとした。

### 【結果及び考察】

主観的強度のボール速度と、ラケットヘッドの最大速度及び動作時間を熟練者と初心者別に示した(Table1)。ボール速度は、全試技において、熟練者が初心者よりも高い値を示したが有意な差は認められなかった。ラケットヘッドの最大速度は、全試技において、熟練者が初心者よりも高い値を示したが、有意な差は認められなかった。熟練者のラケットヘッド速度は、動作時間の比較

では、各主観的強度間に有意な差は認められないものの、両群間とも主観的強度が増加するにつれて、動作時間も減少する傾向を示した。Fig. 1は、熟練者及び初心者における主観的強度が80、60及び40%時のボール速度を最大強度試技に対する比率で示したものである。なお、点線は目標とするボール速度の目安である。熟練者は、主観的強度80%時において86%、60%時において78%、40%時において65%であり、主観的強度の低下に伴って目標とするボール速度との差が大きくなる傾向を示した。

初心者は、主観的強度80%時において89%、60%時において78%、40%時において70%であり、各主観的強度と目標値との差が熟練者より比較的大きい値を示したことから、初心者は主観的強度の低い試技における、目標とするボール速度との比較において目標達成が比較的困難であることが考えられた。

Table1. Comparisons ball and racket MV peak velocity and time between skilled and unskilled.

Subject effort (%)	Ball velocity (m/s)		Racket MV (m/s)		Movement time (sec)	
	Skilled	Unskilled	Skilled	Unskilled	Skilled	Unskilled
100	34.0±1.5	30.0±2.6	35.2±4.6	31.3±5.0	0.249±0.039	0.265±0.072
80	29.3±1.8	27.2±2.1	32.0±3.2	28.5±6.1	0.278±0.036	0.314±0.094
60	26.5±2.0	24.8±3.0	28.6±2.5	25.8±5.3	0.318±0.061	0.341±0.091
40	22.3±2.3	21.5±3.3	24.9±2.1	23.0±4.1	0.326±0.056	0.342±0.115

MV: Maximum velocity Values are Mean±S.D. \*: p<0.05

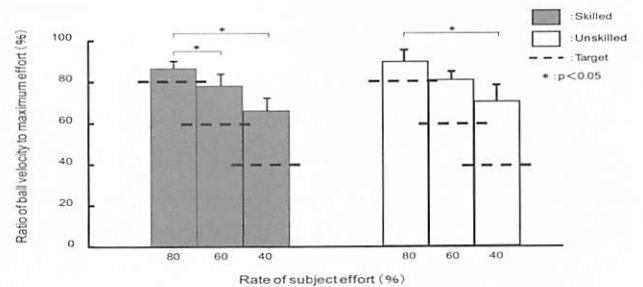


Fig. 1. Comparisons ratio of ball velocity to maximum effort between skilled and unskilled.

以上のことから、熟練者は、初心者よりボール速度のグレーディング能力が優れていることが明らかになった。また、主観的強度の変化により客観的達成度が異なることが明らかになった。

## 種々の競技におけるサービスの正確性に関する検討

○内堀 昭宜 (早稲田大学大学院スポーツ科学研究科) 小林 海 (目白大学人間学部)  
 関 一誠 (早稲田大学スポーツ科学学術院) 矢島 忠明 (早稲田大学スポーツ科学学術院)  
 宮崎 正巳 (早稲田大学人間科学学術院) 土橋登志久 (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：正確性、サービス、スポーツ

スポーツでは、どの競技においてもより強く、より速く、より正確に動作を行うことが求められることは共通であり、世界で活躍するトップレベルのプレーヤーは、その要素を兼ね備えている。特にサービス動作においては、目標とする場所に正確に打つことができる正確性と、それを繰り返し行うことができる再現性が求められる。そこで、本研究では、設定したターゲットに対するサービス到達地点の“ずれ”と“ばらつき”に着目し、サービスの正確性について検討した。

対象競技はバレーボール・バドミントン・硬式庭球・軟式庭球とした。被験者は大学各部に所属している選手とし、バレーボール(被験者数:8人、経験年数:10.5±2.1年)、バドミントン(6人、10.2±2.7年)、硬式庭球(7人、12.7±2.7年)、軟式庭球(8人、10.0±2.7年)であった。

実験方法は異なる2か所に設定されたターゲットを狙いやすいサービス方法で打球する「side試行」と「center試行」および、実際の試合を想定したサービス方法で打球する「game試行」の3種類を行った。各試行はランダムに実施し、試技数は5球を1セットとしたサービスを4セット、計20球とした。サービス到達地点は高速度カメラを2台用いて撮影し、得られた映像からDLT法を用いて3次元座標値を算出した。また本研究では、ターゲットとサービス位置を結ぶ線をY軸、ターゲットを通りY軸に直行する線をX軸とする座標系を構築した。さらに正確性の指標として、サービス到達地点のターゲットからの距離およびそのX成分(左右方向)・Y成分(前後方向)に分けたものとした。これら3つの指標は、異なる4競技を比較するために、サービス位置とターゲット間の距離で除した数値に変換し、本研究ではこれらを「正規化距離(%)」と呼ぶこととした。

サービス到達地点のX成分・Y成分に着目し、縦横比(=Y/X)を算出すると、バドミントンのside試行においては左右方向のばらつきが大きくなり、硬式庭球・軟式庭球では全試行において前後方向のばらつきが大きくなった。したがって、硬式庭球・軟式庭球はサービス時に前後方向の調節が困難であり、ボール速度やボールの上

下投射角度などが要因となっていると考えられる。また、ターゲットからの距離は競技の違いに関わらず、各競技ともに約3%のばらつきが確認された(表1)。つまり、各競技の特性に関係なく、ある一定のばらつきが生じてしまうことが示唆された。

表1 ターゲットからの距離の正規化距離のばらつき(%)

	side	center	game
バレーボール	4.2 ± 1.6	3.7 ± 0.9	4.4 ± 0.8
バドミントン	2.5 ± 0.4	2.4 ± 0.3	2.9 ± 0.8
硬式庭球	2.7 ± 0.5	3.4 ± 1.1	4.7 ± 1.7
軟式庭球	3.6 ± 0.9	3.0 ± 0.6	3.8 ± 0.9

(平均値±標準偏差)

## 陸上長距離選手における競技成績及びパワー発揮特性の年間変化

- 宮崎 大佑 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科) 立石 博昭 (国士舘大学)  
 小川 博之 (国士舘大学) 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) 岡田 政次 (国士舘大学)  
 角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科) 西山 一行 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

キーワード：陸上長距離, 競技成績, 年間変化

これまでの陸上競技の先行研究においては、1年間のトレーニングに伴う競技成績及びパワー発揮能力の年間変化についての検討は殆どみられない。そこで、本研究では学生陸上長距離選手における競技記録、最大無酸素性パワー及びミドルパワー発揮能力の年間変化について検討することを目的とした。

被験者は、大学陸上競技部長距離ブロックに所属する選手22名とした。本研究における5000m、10000m及び20kmの競技記録は、2010年及び2011年の記録会で記録されたシーズン自己最高記録を採用した。最大無酸素性パワー、ミドルパワーの測定は、電磁式自転車エルゴメーター (Power Max V II, コンビ社製) を用いて計測した。

5000mにおける2010年と2011年の競技記録の間には有意な相関関係が認められ、ほとんどの被験者が右下方にプロットされた ( $r=0.865$ ,  $p<0.05$ )。この結果は、10000m及び20kmにおいても同様の傾向が認められ、2010年と2011年の競技記録の間には有意な相関関係が認められた。また、5000m、10000m及び20km競技記録は、2010年に対して2011年が低値を示し、全ての距離において有意な記録の向上が認められた。一方、除脂肪体重当たりの最大無酸素性パワー及びミドルパワーは、1年間において有意な変化は認められなかった。これらのことから、本研究の長距離選手は、1年間の走トレーニングによって競技記録を向上させていたものと考えられた。

本研究では、競技能力別にみた各競技記録及び各能力の年間変化について検討するために、2010年における10000mの競技記録の30分30秒 (1830秒) を基準として、速いグループをAG群、遅いグループをBG群に分類した。表1には、2010年及び2011年における各距離の競技記録間において相関係数を示した。2011年は、AG群が5000mと10000mの間 ( $r = 0.829$ ,  $p<0.05$ ) 及び10000mと20kmの間 ( $r = 0.738$ ,  $p<0.05$ ) において有意な相関関係が認められた。BG群においては、5000mと10000m及び20kmの間 ( $r = 0.811$ ,  $r=0.658$ ,  $p<0.05$ ) と10000mと20kmの間 ( $r = 0.787$ ,  $p<0.05$ ) において有意な相関関係が認められた。これらのことから、長距離選

手において、20kmの記録を反映及び推定する指標としては、5000mよりもむしろ10000mの競技記録を用いることが望ましいものと示唆された。

表1. 2010年及び2011年における各種競技記録間の相関係数

2010年	AG (10000m time < 30.30)			BG (10000m time > 30.30)		
	5000m	10000m	20km	5000m	10000m	20km
5000m	—	0.298 (n.s.)	0.237 (n.s.)	—	0.837 ( $p<0.05$ )	0.351 (n.s.)
10000m	—	—	0.725 ( $p<0.05$ )	—	—	0.542 ( $p<0.05$ )
20km	—	—	—	—	—	—

2011年	AG			BG		
	5000m	10000m	20km	5000m	10000m	20km
5000m	—	0.829 ( $p<0.05$ )	0.375 (n.s.)	—	0.811 ( $p<0.05$ )	0.658 ( $p<0.05$ )
10000m	—	—	0.738 ( $p<0.05$ )	—	—	0.787 ( $p<0.05$ )
20km	—	—	—	—	—	—

以上のことから、1年間の長距離トレーニングにおいて、競技記録は著しく向上するものの、最大無酸素性パワー及びミドルパワーについては変化しないことが明らかとなった。また、20kmの記録を反映及び推定する指標としては、5000mよりもむしろ10000mの競技記録を用いることが望ましいものと示唆された。

## レスリング競技におけるスパーリングがタックル動作に及ぼす影響

田辺耕一朗 (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)  
 朝倉 利夫 (国士舘大学体育学部)

田中 重陽 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 滝山 剛将 (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：レスリング、タックル、スパーリング

### 【諸言】

これまでのアマチュアレスリングに関する研究では、身体組成や筋力発揮特性について検討されたものや、試合で行われた攻防技術の回数について検討したものが多く、一方、タックル動作を運動学的観点から解析し、その動作のメカニズムを明らかにしようとしたものは見当たらない。本研究では、スパーリングに伴うタックル動作の変化や、タックル動作時の身体各部位の運動特性を運動学的観点から明らかにすることを目的とした。

### 【方法】

被験者は定期的なトレーニングを実施している男子大学生レスリング選手11名とした。

タックル動作は2台の高速度カメラを被験者の左側方と後方に設置して撮影した。被験者には、ウォーミングアップをさせた後、数回タックル動作を行わせ、被験者が最も良いタックルと判断した試技を分析対象 (Pre) とした。その後、同階級の選手と2分間のスパーリングを30秒間の休憩を挟み、3ラウンド繰り返し、終了直後にタックル動作を行わせ、その動作をスパーリング後 (Post) の動作として撮影した。分析項目はタックルの動作時間、身体各部位の長さ、タックル動作中の股関節角度及び膝関節角度、身体各部位の移動速度とした。

### 【結果及び考察】

タックルの動作時間はPreとPost間で有意な差は認められなかった。また、タックル動作時の身長に対する身体各部位の最大高、最小高及び最大高と最小高の差についても、PreとPost間で有意な差は認められなかった。タックル動作中の股関節角度の変化はボディコンタクト時において、PostはPreに対して、股関節角度がより短時間で屈曲動作をしていることが明らかとなった。タックル動作中の身体各部位の動作速度の最大値、最小値及びその速度差を比較したところ、膝関節において、スパーリング前後で有意な差が認められ、この差は、先述した股関節の短時間で行われた屈曲動作によって、もたらされたものと考えられた。ボディコンタクト時における各部位の移動速度をスパーリング前後の変化率として算出した。この変化率と股関節角度及び膝関節角度の変化率との関係について検討したところ、股関節角度の変化率と大転子の移動速度の変化率との間に有意な相関関係が認められた (図1)。また膝関節角度の変化率と、膝関節の移動速度の変化率との間に、有意な負の相関関係が認められ (図2)、より股関節を伸展させた動作に加え、膝関節を屈曲させてボディコンタクトすることで、タックル動作の移動速度を高められる可能性が示唆された。

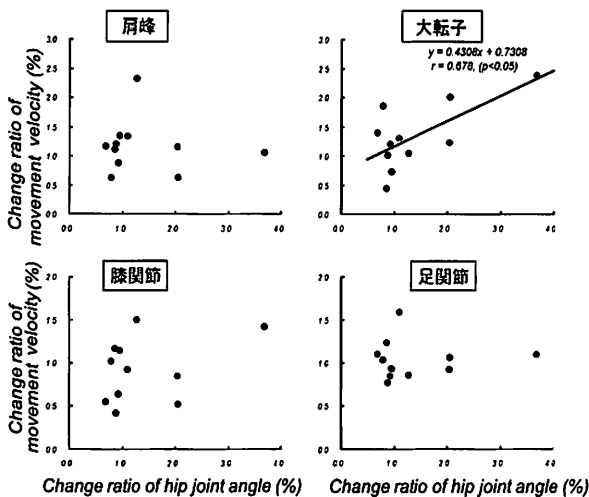


図1 移動速度の変化率と股関節角度の変化率との関係

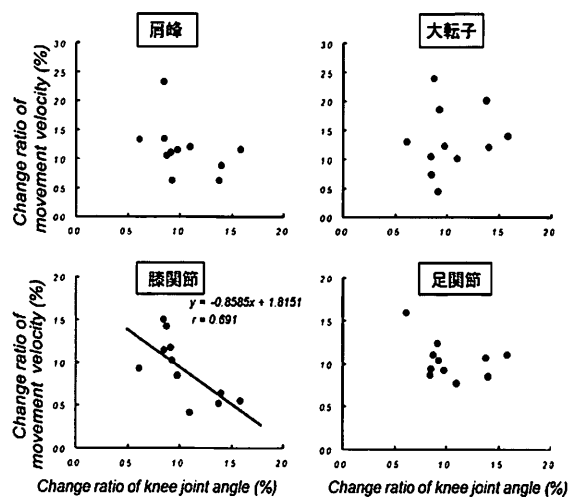


図2 移動速度の変化率と膝関節角度の変化率との関係

## 新体操選手における後方伸身宙返り動作の運動学的特性

佐久間雄生 (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)  
 角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

山田小太郎 (国士舘大学)  
 手島 貴範 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

キーワード：新体操、動作解析、筋活動

新体操競技においてタンブリング(マット運動)は、演技中に数多く実施する場面があることから、演技の採点に大きく関わってくるものと考えられる。したがって、タンブリングを正確に行えることが、更なる技の発展や競技力の向上につながるものと考えられる。本研究ではタンブリング能力の高い選手と低い選手を対象に、後方伸身宙返りにおける運動学的な特性について検討することを目的とした。

被験者は男子大学新体操選手16名とした。被験者には新体操におけるA、B、C、D難度の技を行わせ、タンブリングごとに得点を5段階で評価した。評価の平均値が高い被験者をHG、低い被験者をLGと定義した。

動作の測定は、2台の高速度カメラで行い、等尺性による膝関節と足関節の屈曲運動及び伸展運動時の筋力測定は、総合筋力測定装置を用いて実施した。

Fig. 1はHGとLGにおける、膝関節と腰関節の角度と角速度の変化の比較である。膝関節角度、腰関節角度を動作全体で見ると、HGがLGより180°に近い値で宙返りが出来ているものと考えられた。一方、LGは体を反りすぎているものと考えられた。体を反りすぎずに引き上げることが、質の高い宙返りにつながるものと考えられた。角速度を全体でみた場合、膝関節、腰関節共に引き上げ局面においてLGは大きな変化を示した。そこから空中局面に以降する際においてもLGが更に大きな変化を示し

たことから、最初の引き上げ局面における角速度の変化を減少させることにより次の空中局面における変化を抑えることが可能となり、それがタンブリング技術の向上につながるものと考えられた。

Fig. 2は宙返り中における足関節の移動高と、足関節伸展及び膝関節伸展との相関関係を表したものである。足関節の高さと膝関節における伸展筋力との間に、HG、LG、全被験者において有意な相関関係が認められたが、足関節の高さと足関節の伸展筋力との間に有意な相関関係は認められなかった。これらのことから、宙返りの高さを出すには膝伸展筋力が重要な因子の一つであることが示唆された。

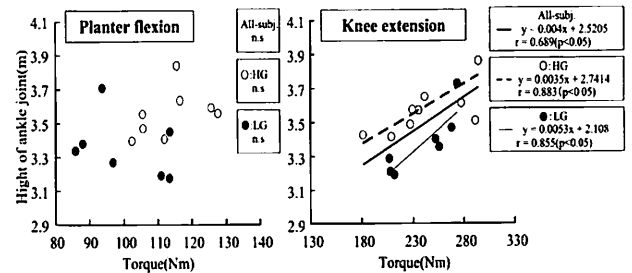


Fig. 2. Relationships between peak torque and peak height of ankle joint to the floor.

以上より後方伸身宙返り動作の引き上げ局面において可能な限り膝関節を伸展させること、また腰関節の伸展を維持することで、十分な高さを維持することが可能であることが明らかになった。また、膝伸展筋力が重要な因子の一つとして考えられた

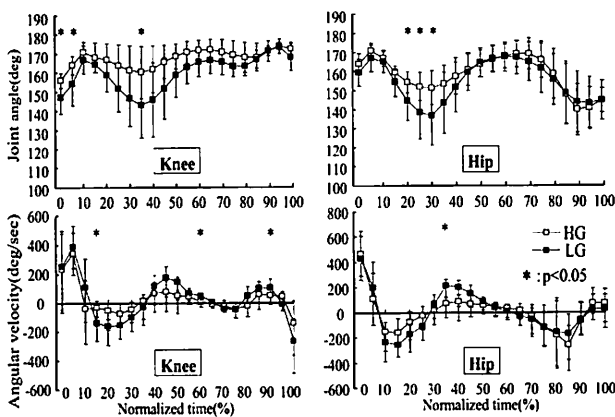


Fig. 1. Changes of each angle and angular velocity on tumbling motions in HG and LG.