

男子新体操選手における膝伸展筋力が後方伸身宙返りの高さに及ぼす影響

Effect of knee extension muscle force on the height of extended backward somersaults in male rhythmic gymnasts

山田 小太郎*, 朝倉 正昭**, 田中 重陽***, 角田 直也**

Kotaro YAMADA*, Masaaki ASAKURA**
Shigeharu TANAKA*** and Naoya TSUNODA**

ABSTRACT

We examined the height and leg strength in male rhythmic gymnasts performing backward extended somersaults with the purpose of examining the effects of leg strength on somersault height. The results made the following points clear.

- Regarding leg strength, significant differences were only observed in 0deg/sec, 60deg/sec, 120deg/sec, 240deg/sec with regards to hamstring strength.
- Regarding somersault height among HPG and LPG, significant differences indicating higher values in HPG than in LPG were observed in both ankle joints and waist joints.
- Regarding the relationship between HPG and LPG and muscle strength and height in all test subjects, significant correlations were found in angular rate for all test subjects for 0deg/sec and 60deg/sec; and for HPG, for 0deg/sec, 60deg/sec, and 120deg/sec. Regarding LPG, no significant correlations were found for any angular rates.

From the results acquired from these results, we were able to confirm the effects of leg strength on somersaults in male rhythmic gymnast test subjects who were technically skilled, but it was also confirmed that there were no effects on somersault height, even if the subject was highly skilled. It is thought that technical factors are largely involved with the difference between these two groups.

In the future, we would like to further increase the number of measurement items and examine the kinds of factors which relate to improvement in technical skill, and conduct research which can be used in the actual instruction of male rhythmic gymnasts.

Key words; rhythmic gymnasts, knee extension muscle force

* 国士館大学体育学部非常勤講師 (Lecturer Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

** 国士館大学体育学部教授 (Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

*** 国士館大学大学院スポーツ・システム研究科助手 (Assistant of Graduate School of Sport System, Kokushikan University)

I. はじめに

スポーツ競技において身体の屈伸運動や筋力が競技パフォーマンスに影響を及ぼすことは様々な観点から報告されている^{4) 5)}。競泳スタートにおける飛び出し角度の変化が飛距離に与える影響を検討した先行研究では、競泳クラブスタートにおける飛び出し角度の変化が飛び出し速度、飛距離とブロクタイムに与える影響があると報告されている³⁾。また、体操競技では男女の体操選手を被験者とし後方宙返り動作における各関節角度を分析した報告もなされている²⁾。体操選手の筋力を測定した研究においては、競技力のすぐれている選手が強い最大筋力を示し、比較的静的な筋力が要求される種目および選手の特徴があらわれたとされている¹⁾。その中で、男子新体操選手の筋力に注目した研究では膝関節伸展・屈曲運動時における筋力を測定した結果、膝屈伸運動に左右差は確認されず左右の筋力においてバランスがとれていることが報告されているが^{6) 7)}、下肢伸展筋力が宙返り動作にどのような影響を及ぼすかは検討がなされていない。

そこで本研究では男子新体操選手の下肢筋力が後方伸身宙返り時の高さに及ぼす影響を検討することを目的とした。

II. 方法

1. 被検者

本研究における被検者は大学生男子新体操選手

15名であった。各被検者には測定に先立ち研究の目的及び測定方法を説明し任意による測定の同意を得た。宙返りの足関節最大高分析結果に基づいて被検者を男子新体操競技のアクロバット能力の観点から高さの高い群を High Performance Group (以下: HPG) 8名、高さの低いグループを Low Performance Group (以下: LPG) 7名に分類した。被検者の身体特性を全被検者及び各群で分類した値を Table.1 に示した。

2. 宙返り高及び筋力の測定

1) 後方伸身宙返り動作の測定

宙返り動作の測定には、2台の高速度カメラ(デジモ社製 VCC-CH1000)を同期させ、毎秒250fps、フィルムスピード1/2000secで被検者の宙返り準備動作であるロンダート方向に対して右斜め前方と右斜め後方から撮影した。また、被検者の踝、大転子をそれぞれ分析点とするためのマーカーを取り付けた。十分なウォーミングアップを行わせた後、最大努力による2歩助走のロンダートからの後方伸身宙返りを実施させた。分析対象となる宙返りは被検者が納得した試技を採用した。失敗試技は分析の対象としなかった。

撮影した宙返りの画像は2台の高速度カメラからの映像をパソコンに取り込み分析した。得られた画像の解析には専用の解析ソフト(画像処理解析システム shallow シリーズ2D-PTV、3D-PTV: デジモ社製)を用いた。本研究では、踝、大転子に注目した。得られた3次元座標値から、後方伸身宙返り時の踵と大転子の最大高を抽出し分析の

Table 1. Age and physical characteristics and training experience

	n	Age(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)	LBM(kg)	Experience(yrs)
All Subjects	15	19.9 ± 1.0	167.3 ± 4.6	59.9 ± 4.9	55.3 ± 3.3	7.9 ± 2.9
HPG	8	20.4 ± 1.1	167.8 ± 3.6	60.0 ± 3.7	54.5 ± 2.8	7.6 ± 3.0
		n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
LPG	7	19.3 ± 0.5	166.9 ± 5.7	59.9 ± 6.3	56.6 ± 3.4	8.1 ± 3.0

Mean±S.D.

対象とした。

2) 測定姿勢及び測定装置

等尺性及び等速性による膝関節の伸展時の筋力測定はBIODEX System III (Biodex社製)を用いて測定をした。各被検者の姿勢は椅座位姿勢をとらせ、レバーアームに接続したアタッチメント中央部を外果点に設定し、体幹部及び大腿部を測定椅子にベルトで固定した。重力補正は筋力測定装置をコントロールしているコンピューターに内蔵されているプログラム(Biodex Advance Software Ver.3.03)により行った。本研究では過去の先行研究の左右差は認められないという結果に基づき右足のみの測定を実施し分析の対象とした。

3) 等尺性最大筋力の測定

等尺性最大筋力の測定は、伸展(以下EX) 80°にて行った。8秒間の随意最大努力による筋力発揮を3回実施させ、そのうち最も高い値を最大トルク(以下PT)として採用した。

4) 等速性最大筋力の測定

等速性最大筋力の測定は伸展運動の60deg/sec、120deg/sec、180deg/sec及び240deg/secの4種類の異なる角速度において実施した。被検者には十分な準備運動を実施した後に、動作開始合図に合わせて3種類の角速度において最大努力にて3回の膝伸展動作を実施させた。また、240deg/secにおいては最大努力にて5回の膝伸展動作を行わせた。測定に際し筋疲労が測定値に影響を与えることが考えられたので、各測定間において十分な休息を与えた。各角速度とも測定の中で最も高い値をピークトルク(以下:PT)として

分析の対象とした。

Ⅲ. 統計処理

宙返りの高さ及び筋力測定において得られた全被検者のPTの各角速度間における有意差検定は、t検定(対応のないt-test)を用いた。それぞれ、有意水準は5%未満とした。

Ⅳ. 結果及び考察

1) 宙返り時における足関節及び腰関節の高さ比較

Fig.1は宙返り時における足関節の最高地点を2群間で比較をした図である。HPGの値がLPGの値よりも0.05%水準で有意に高い値を示した。

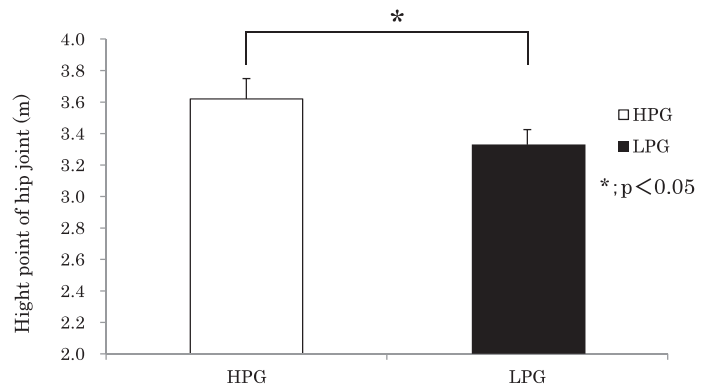


Fig.1 Comparison of highest point on ankle joint in HPG and LPG

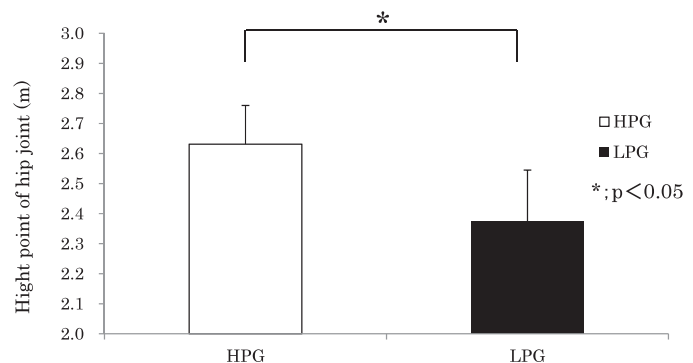


Fig.2 Comparison of highest point on hip joint in HPG and LPG

Fig.2は同様の2群間で腰関節の最高地点を比較した図である。足関節同様に腰関節もHPGの値がLPGの値よりも0.05%水準で有意に高い値を示した。これらの事から新体操競技の伸身宙返りの高さにおいては競技能力が重要に関わっていることが示唆された。新体操競技において宙返りの高さは競技成績に重要に関わっている為、宙返りの高さを上げることは競技成績の向上に繋がっているとと言える。

2) 筋出力発揮特性

Table.2はHPGとLPGの0deg/sec、60deg/sec、120deg/sec、180deg/sec及び240deg/secの各角速度における膝伸展筋力のPT値を示した。全ての角速度においてHPGとLPG間に有意な差を認めることはできなかった。これらの結果から膝伸展筋力においてHPGとLPGの間には大きな差がないことが確認された。

3) 筋力と宙返りの高さの関係

Fig.3は全被検者とHPG、LPGの宙返りの高さとの関係を各角速度間において検討したものである。0deg/secにおいてLPGは有意な相関関係が認められなかったが、全被検者の値において有

意な相関関係が認められた ($r=0.556$, $p < 0.05$)。またHPGの値においても有意な相関関係が認められた ($r=0.881$, $p < 0.05$)。60deg/secにおいてLPGは有意な相関関係が認められなかったが、全被検者の値において有意な相関関係が認められた ($r=0.532$, $p < 0.05$)。またHPGの値においても有意な相関関係が認められた ($r=0.760$, $p < 0.05$)。120deg/secにおいてLPGと前全被検者においては有意な相関関係が認められなかったが、HPGの値においても有意な相関関係が認められた ($r=0.786$, $p < 0.05$)。180deg/sec及び240deg/secにおいては全被検者、HPG及びLPGの値において有意な相関関係を認めることはできなかった。

これらの結果から膝伸展筋力が宙返りの高さに影響を及ぼしていることが明らかにされた。しかしながらHPGとLPG間の伸展筋力において有意な差が認められなかったことから、同等の筋力を持ちながら筋力と高さの相関が得ることができなかったLPGにおいては、宙返りの高さを向上させる要因として技術的要素が大きく影響しているものとして考えられる。今後のトレーニング内容によっては本研究においてLPG群として判断した被検者においても技術力の改善をすることにより著しく宙返りの高さが向上することも示唆された。

Table 2. Comparisons of peak torque on extension in HPG and LPG

		Extension(N/m)	
0°	HPG	248.6 ± 30.1	n.s.
	LPG	226.8 ± 32.2	
60°	HPG	183.9 ± 27.5	n.s.
	LPG	171.3 ± 21.9	
120°	HPG	143.2 ± 22.4	n.s.
	LPG	134.5 ± 22.3	
180°	HPG	125.9 ± 25.5	n.s.
	LPG	123.3 ± 23.7	
240°	HPG	115.6 ± 21.3	n.s.
	LPG	108.0 ± 16.5	
		Mean±SD	

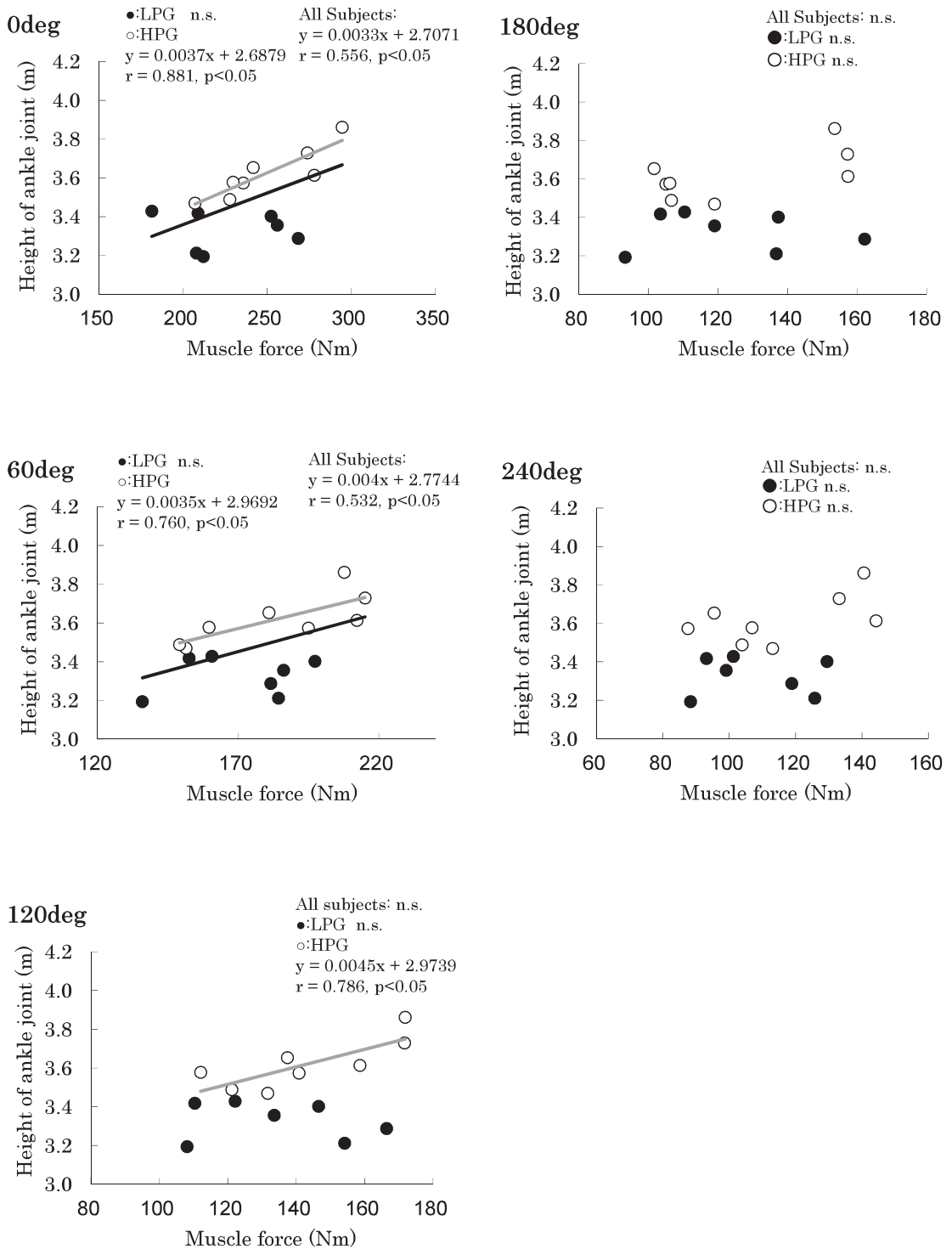


Fig.3 The Relationship between height ankle joint and muscle force in HPG and LPG

V. ま と め

本研究では男子新体操選手の後方伸身宙返りの高さと同肢筋力を測定し、同肢筋力が宙返りの高さに及ぼす影響を検討することを目的とした。その結果以下のことが明らかになった

- ・同肢筋力においては屈曲筋力において0deg/sec、60deg/sec、120deg/sec、240deg/secのみで有意な差を認めることができた。
- ・HPGとLPG間の伸身宙返りの高さにおいては足関節、腰関節ともにHPGがLPGよりも高い値を示し有意な差を認めることができた。
- ・HPGとLPG及び全被検者の筋力と高さの関係においては全被検者では0deg/sec、60deg/sec、HPGでは0deg/sec、60deg/sec、120deg/secの角速度において有意な相関関係が認められ。LPGにおいては全ての角速度において有意な相関関係を認めることはできなかった。

本研究で得られた結果から、男子新体操選手の同肢筋力が宙返りに及ぼす影響は技術能力が優れている被検者において認めることはできたが、筋力が高くても宙返りの高さに影響を与えることができないことも確認された。この2群間の差においては技術的要因が大きく関わっているものと考えられる。

今後は更に測定項目を増やしどのような要因が技術力の向上に繋がるかを検討し、男子新体操の指導現場に活かすことのできるよう研究を進めていきたい。

参考文献

- 1) 川初清典 猪飼 道夫：ヒトの脚パワーと力・速度要因 (II)：力・スピード・パワーにおける個人特性について 体育学研究 17 (1), 17-24, 1972-05-25
- 2) 中山彰規 湯浅景元 中山光子 細井輝男 上田湧一 齊藤昌久：後方宙返りの男女比較 中京体育学研究 21 (1), 92-98, 1981-03-01
- 3) 武田剛 市川浩 杉本誠二 野村武男：競泳スタートにおける跳び出し角度の変化が跳び出し速度、飛距離とブロックタイムに与える影響 体育学研究 51 (4), 515-524, 2006-07-10
- 4) 田口正公 竹下幸喜 高木浩信 森島誠：スポーツ競技の種目別に見た筋力発揮特性について—大腿四頭筋の伸張性筋活動と短縮性筋活動 トレーニング科学 4：84-91, 1992
- 5) 田口孝行 金子誠喜 堀川博代 柳澤健：立ち上がり動作における関節角度の測定：2種類の測定法による比較 東京保健科学学会誌 1 (2), 213-218, 1999-03-20
- 6) 山田小太郎 朝倉正昭 田中重陽 熊川大介 角田直也：新体操選手の下肢筋形態と筋出力発揮特性 国士舘大学体育研究所報 26, 15-20, 2007
- 7) 山田小太郎 朝倉正昭 高橋祐輔 田中重陽 熊川大介 角田直也：男女新体操選手における下肢の筋形態、筋出力及び無酸素性パワー発揮特性 国士舘大学体育研究所報 27, 7-13, 2008