

## 大学ハンドボール選手の肩関節における等速性筋力と ハンドボール投げとの関係

松井幸嗣\*・宮本奈芳美\*・藤原 侑\*・津山 薫\*\*  
榎本静香\*\*・角 清一\*\*・金 相勲\*\*\*  
菅田真理\*\*\*\*・清田 寛\*\*

(2004年5月31日受付, 2004年9月10日受理)

## The Relationship between Distance of Over-arm Throwing and Shoulder Joint Isokinetic Strength in College Handball Players

Koji MATSUI, Naomi MIYAMOTO, Susumu FUJIWARA, Kaoru TSUYAMA,  
Shizuka ENOMOTO, Seiichi KADO, Sanpoon KIM,  
Mari SUGETA and Hiroshi KIYOTA

The purpose of this study was to measure isokinetically shoulder joint extension, flexion peak torque and to determine the relationship between the distance of over-arm throwing ability and each peak torque. Twenty student handball players, 18 to 22 years of age, with no history of shoulder pathology, were assigned to one of two groups; ten in the regular group and ten in the non regular group. The measurement of the dominant shoulder was performed on a Cybex 6000C series isokinetic dynamometer. 1) AV-PT, PT/Bw at the time of flexion and extension of shoulder joint in isokinetic contraction show a tendency that PT decreases as angular velocity increases, in respect with right and left shoulder joints. 2) PT, PT/Bw at the time of flexion and extension of right and left shoulder joints show a tendency that R-G is greater than N-G at every angular velocity. 3) PT, PT/Bw at right shoulder joint show a tendency that both R-G and N-G at the time of extension are greater than those at the time of flexion, even at increased angular velocity, whereas left shoulder joint shows a slightly different tendency. 4) AV-flexion/extension ratio relationship at right and left shoulder joints shows a tendency that both R-G and N-G are greater than at 0 deg/sec. 5) The relationship between RT at shoulder joint and distance of over-arm throwing shows a significant correlation between them at 0 deg/sec at the time of extension and flexion.

From the above results, it is clear that handball player's isokinetic strength at shoulder joint at the time of extension and flexion and body weight is closely related with his or her distance of over-arm throwing ability.

**Key words:** Handball player, Shoulder joint, Isokinetic strength, Distance of over-arm throwing

**キーワード:** ハンドボール選手, 肩関節, 等速性筋力, ハンドボール投げ

\* 日本体育大学運動方法(ハンドボール)研究室, \*\* 日本体育大学発育発達研究室, \*\*\* 日本体育大学大学院後期健康科学・スポーツ医科学系, \*\*\*\* 早稲田大学大学院後期人間科学部

## I. 緒 言

一般に球技は様々な特徴を有した選手が集まって、スポーツ活動を実践している。監督やコーチは直感的に選手の持っている特徴を察知し、個人に適した指導やチーム編成を考えている。チーム編成においては、従来までのような主観的な考えだけでは限界があり、様々な角度から選手の特徴を捉えながら指導方法を検討していかななくてはならない。ハンドボール選手の指導においても例外ではなく、競技力の向上のためには日々における選手の観察が重要である。近年になってハンドボールに関する基礎的研究も散見<sup>1, 4, 7, 10, 12, 14~17)</sup>されるようになり、様々な角度から科学的に研究されるようになってきた。ハンドボール選手は、Izquierdo<sup>ら</sup><sup>6)</sup>やRannou<sup>ら</sup><sup>12)</sup>によるとスポーツ選手の中でも敏捷性や筋力、パワーが高く短距離選手のように高い無酸素的能力を有していると報告されている。また、欧米諸国におけるハンドボール選手は、日本人選手よりも体格や体力が優れており、日本チームは過去の試合においても苦戦を強いられているのが実情である。

そこで今回の研究は、本学におけるハンドボール選手の基礎的研究の一環として、対象群をレギュ

ラー選手 (R-G) と非レギュラー選手 (N-G) の 2 群に分け、1) R-G と N-G における体格および体力、ハンドボール投げの比較・検討をする、2) 両群における等速性筋力を測定し、比較・検討する、3) 肩関節の等速性収縮による屈曲時および伸展時の peak torque とハンドボール投げとの関係について知るところを目的とした。

## II. 対象および方法

**A. 被験者** 被験者は大学ハンドボール男子選手 20 名 (レギュラー群: R-G; 10 名, 非レギュラー群: N-G; 10 名) であり、全員が右利きであり、特に身体的な既往歴のない選手たちであった。R-G と N-G の身体的特徴については、それぞれ Table 1 と Table 2 に示されている。なお測定にあたっては、本学における倫理委員会規定に基づき、本人の承諾を得た。

### B. 測定方法

#### 1. 体格および体力の測定

体格の測定項目は、身長、体重、皮下脂肪厚 (右上腕部後面、右肩甲骨下角) であった。皮下脂肪厚の計測には、栄研式キャリパーを用いた。体力の測

Table 1. Characteristics of college handball players

		Height (cm)	Body weight (kg)	Skin fold (mm)		Lean body mass (kg)	%Fat (%)	Age (years)	Athletic history (years)
				Upper arm	Scapula				
Regular	Mean	181.3	80.3	11.3	11.1	68.4	14.8	20.1	9.9
	SD	5.0	7.8	2.8	1.6	6.4	1.7	0.7	2.9
Non regular	Mean	175.0	69.5	11.3	12.8	58.5	15.6	19.5	7.8
	SD	8.3	7.7	5.4	5.5	5.8	5.0	1.0	1.8

SD: Standard deviation

Table 2. Results of physical fitness and distance of over-arm throwing in college handball players

		Grip strength (kg)		Back strength (kg)	Vertical jump (cm)	50 m run (sec)	Distance of over-arm throwing (m)
		Right	Left				
Regular	Mean	54.3	46.2	163.8	63.5	6.6	46.5
	SD	6.0	3.1	21.2	6.3	0.2	3.8
Non regular	Mean	50.2	41.7	159.0	62.8	6.7	41.8
	SD	4.5	5.7	30.6	4.9	0.3	4.0

SD: Standard deviation

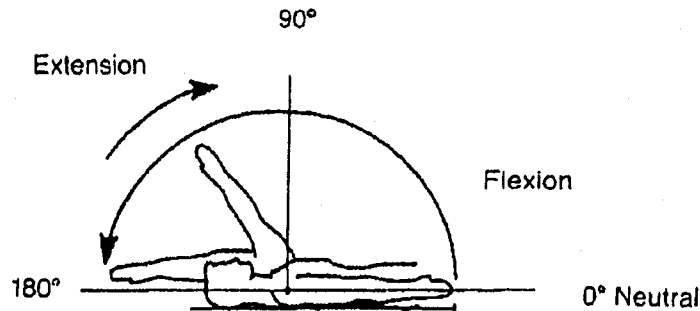


Fig. 1. Measurements of shoulder joint isokinetic exercise using a Cybex 6000C dynamometer.

定項目は、握力（左右）、背筋力、50 m 走、垂直跳びであった。なお、各測定にあたっては日本人の体力標準値<sup>13)</sup>に準じて行った。ハンドボール投げは、公認用ハンドボール（約 450 g）を用いた。またハンドボール投げは、投動作の相違によりボールの初速度に影響を及ぼす<sup>1)</sup>ので、今回はスポーツテストで行っている助走をつけない投動作<sup>13)</sup>で行った。なお、試技は 3 回行い最大値を代表値とした。

なお、測定場所は自然条件の影響を除くために体育館で行い、その対角線上で測定した。

## 2. 肩関節の等速性収縮による伸展時および屈曲時における peak torque (PT) の測定

肩関節における伸展および屈曲を用いた理由は、筋力が最も大きく<sup>11)</sup>、またハンドボール投げの動作と類似していることである。PT の測定には、Cybex 6000C およびその付属機器を用い、測定方法は Cybex Users' guide<sup>3)</sup>に準じて行った。被験者は台上で仰臥位姿勢をとり、膝関節屈曲位の状態で体幹と大腿部をベルトで固定した。肩関節の伸展および屈曲は、上肢を挙上（180 度）した状態から 0 度までの範囲で行った（Fig. 1）。角速度（Angular velocity: AV）は Cahalan ら<sup>2)</sup>と類似した 0 deg/sec, 60 deg/sec, 120 deg/sec, 180 deg/sec, 300 deg/sec を用いた。測定は各角速度とも練習を 3 回、測定を 3 回行い、測定時におけるセット間の休息は 30 秒とした。

なお 0 deg/sec は肩関節 90 度屈曲位の状態で 3 秒間行い、1 回の測定とした。各測定においては、最大努力で行い、最大値を代表値とした。

## C. 統計処理

Cybex 6000C から得られた各個人の PT のデータは、本機器に内蔵された専用プログラムによって

算出された値を用いた。その後得られた各群の PT 値は、Microsoft Excel で平均値、標準偏差を求めた。相関係数と対応しない場合の平均値の差の検定（危険率 5% 未満を有意とした）には Statview を用いた。

## III. 結 果

### 1. R-G と N-G における体格および体力、ハンドボール投げの比較

Table 1 は、R-G と N-G の体格について比較している。

身長や体重、除脂肪体重は R-G の方が N-G よりもかなり高値を示し統計的に有意な差が認められた ( $p < 0.05$ )。しかし他の測定項目においては統計的に有意な差は認められなかった。

Table 2 は、R-G と N-G の体力およびハンドボール投げについて比較している。

握力（左右）、背筋力、垂直とび、50 m 走は、R-G、N-G とともに統計的に有意な差は認められなかった。しかしハンドボール投げは、R-G が 46.5 m、N-G が 41.8 m、その差が約 5 m であり統計的に有意な差が認められた ( $p < 0.05$ )。

### 2. ハンドボール選手の R-G と N-G の肩関節における等速性収縮による伸展時および屈曲時の AV-PT, AV-PT/BW 関係の比較

Table 3, Fig. 2-a, b は、R-G と N-G における肩関節の等速性収縮による伸展時および屈曲時の AV-PT, AV-PT/Bw 関係について比較している。

#### A. R-G と N-G における肩関節伸展時の AV-PT, AV-PT/Bw 関係の比較

肩関節伸展時における左右の AV-PT, AV-PT/Bw 関係は R-G、N-G とともに角速度が速くなるに従い

Table 3. Peak torque (PT, PT/Bw) for flexion and extension during right and left shoulder joint isokinetic exercise in college handball players

<Right>		Angular velocity (deg/sec)					<Left>		Angular velocity (deg/sec)						
		0	60	120	180	300			Mean	SD	0	60	120	180	300
Regular	Flexion	Mean	93.0	90.0	86.0	80.0	67.0	Regular	Flexion	Mean	86.1	81.3	80.0	76.7	67.1
	SD	13.0	13.4	17.0	14.7	13.0	SD			13.2	16.4	13.5	10.1	11.7	
Non regular	Extension	Mean	138.4	112.3	94.9	90.2	77.5	Non regular	Extension	Mean	122.0	93.2	83.2	75.6	63.8
	SD	28.7	23.4	16.5	16.2	15.5	SD			28.4	18.9	13.6	11.8	12.2	
PT (Nm)	Flexion	Mean	73.9	65.9	61.5	57.9	37.5	PT (Nm)	Flexion	Mean	71.2	67.4	65.2	61.0	46.1
	SD	11.2	11.9	12.8	13.4	16.5	SD			10.7	9.1	13.0	11.4	11.5	
PT/Bw (Nm/kg)	Extension	Mean	96.9	86.5	78.9	67.5	45.2	PT/Bw (Nm/kg)	Extension	Mean	88.0	76.8	65.6	59.8	45.6
	SD	10.9	16.9	19.9	16.7	16.1	SD			16.2	16.4	14.1	13.1	14.9	
Regular	Flexion	mean	1.16	1.12	1.08	1.00	0.84	Regular	Flexion	Mean	1.07	1.01	1.00	0.96	0.83
	SD	0.12	0.14	0.19	0.16	0.14	SD			0.11	0.17	0.13	0.09	0.11	
Non regular	Extension	Mean	1.72	1.40	1.19	1.13	0.97	Non regular	Extension	Mean	1.52	1.16	1.04	0.94	0.80
	SD	0.30	0.27	0.19	0.19	0.18	SD			0.30	0.21	0.13	0.12	0.13	
PT/Bw (Nm/kg)	Flexion	Mean	1.07	0.95	0.89	0.84	0.55	PT/Bw (Nm/kg)	Flexion	Mean	1.03	0.98	0.94	0.88	0.67
	SD	0.15	0.18	0.19	0.19	0.26	SD			0.11	0.15	0.16	0.14	0.16	
PT/Bw (Nm/kg)	Extension	Mean	1.41	1.25	1.14	0.98	0.67	PT/Bw (Nm/kg)	Extension	Mean	1.28	1.11	0.95	0.87	0.66
	SD	0.19	0.25	0.29	0.24	0.26	SD			0.28	0.24	0.20	0.19	0.22	

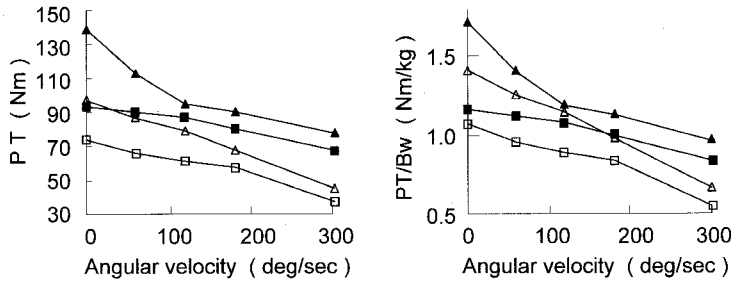


Fig. 2-a. Peak torque (PT, PT/Bw) for flexion (■, □) and extension (▲, △) during right shoulder joint isokinetic exercise in college handball players. Open symbols are non regular group. Closed symbols are regular group.

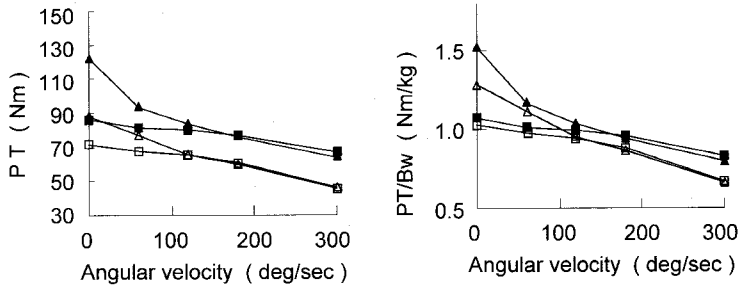


Fig. 2-b. Peak torque (PT, PT/Bw) for flexion (■, □) and extension (▲, △) during left shoulder joint isokinetic exercise in college handball players. Open symbols are non regular group. Closed symbols are regular group.

Table 4. Flexion/extension during right (upper) and left (bottom) shoulder joint isokinetic exercise in college handball players

Right		Angular velocity (deg/sec)				
		0	60	120	180	300
Regular	Mean	0.69	0.82	0.92	0.90	0.88
	SD	0.12	0.11	0.12	0.13	0.11
Non regular	Mean	0.77	0.76	0.79	0.87	0.81
	SD	0.11	0.06	0.07	0.10	0.16
Left		Angular velocity (deg/sec)				
		0	60	120	180	300
Regular	Mean	0.73	0.88	0.97	1.02	1.07
	SD	0.14	0.12	0.13	0.08	0.16
Non regular	Mean	0.83	0.89	1.00	1.03	1.04
	SD	0.16	0.11	0.12	0.14	0.14

PTが小さくなる傾向を示した。左右の肩関節伸展時におけるPT, PT/Bwは、各角速度においてR-Gの方がN-Gよりも大きい傾向を示した。

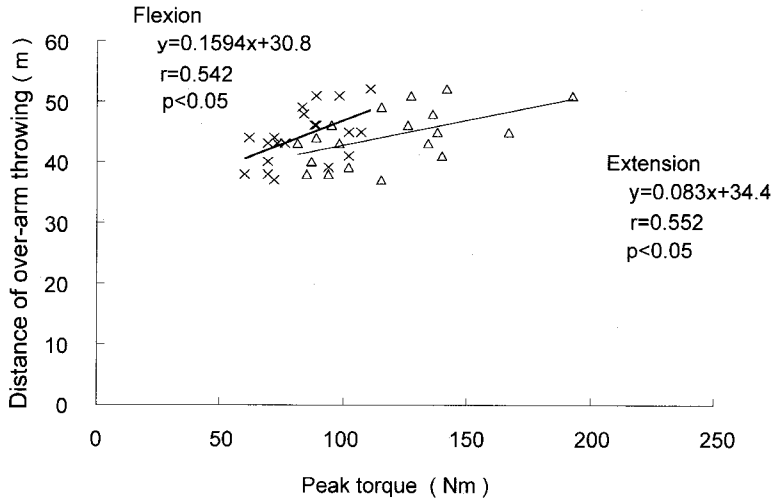
B. R-GとN-Gにおける肩関節屈曲時のAV-PT,

AV-PT/Bw 関係の比較

肩関節屈曲時における左右の AV-PT, AV-PT/Bw 関係は R-G, N-G とも角速度が速くなるに従いPTが小さくなる傾向を示した。左右の肩関節屈曲

Table 5. Matrix of correlation coefficient for peak torque and distance of over-arm throwing in college handball players

	Flexion					Extension				
	Angular velocity (deg/sec)					Angular velocity (deg/sec)				
	0	60	120	180	300	0	60	120	180	300
Distance of over-arm throwing	0.542*	0.412	0.394	0.371	0.253	0.532*	0.267	0.244	0.383	0.258

\*:  $p < 0.05$ Fig. 3. Distance of over-arm throwing and shoulder joint muscular strength ( $\Delta$ : Extension,  $\times$ : Flexion) at 0 deg/sec in college handball players.

時におけるPT, PT/Bw は、各角速度においてR-Gの方がN-Gよりも大きい傾向を示した。

また、左右の肩関節における伸展時および屈曲時のPT, PT/Bwの比較ではR-G, N-Gとも角速度が速くなっても伸展時の方が屈曲時よりも大きい傾向を示し、低速度になるに従い左右のPT, PT/Bwの差は大きくなる傾向を示した。

### 3. R-GとN-Gにおける肩関節のAV-屈曲/伸展比関係の比較

Table 4は、R-GとN-Gにおける肩関節のAV-屈曲/伸展比関係について示している。

右の肩関節におけるAV-屈曲/伸展比の関係はR-G, N-Gともに0 deg/secより大きくなる傾向を示した。左の肩関節におけるAV-屈曲/伸展比の関係は、R-GとN-Gともに0 deg/secより大きくなる傾向を示し、その後も規則的に大きくなる傾向を示した。

### 4. 肩関節における等速性筋力とハンドボール投げとの関係

Table 5, Fig. 3は、肩関節の角速度に伴うPTとハンドボール投げとの関係について相関係数で示している。屈曲時および伸展時とも両者の間に5%水準で有意な相関関係を示したのが、0 deg/secであった。

## IV. 考 察

本学の男子ハンドボール選手を対象に、現状を掌握するために体格や体力を測定した。そのために選手をR-GとN-Gの2群に分類し、体格や体力、ハンドボール投げ、等速性筋力を測定し、比較・検討した。身長や体重、除脂肪体重はR-Gの方がN-Gよりもかなり大きかった。しかし、体力についてはR-GとN-Gとも類似しており、体格による差がR-GとN-Gを分類するときの一つの要素として捉えることができた。

ハンドボール投げは、R-Gの方がN-Gよりも約5 m高値を示し、統計的に有意な差が認められた。したがって、この差がR-GとN-Gにおけるハンドボール選手としての能力を左右する要因となっているものと推察される。また、ハンドボール選手は筋量の相違がハンドボール投げの能力に影響を及ぼしているとの報告<sup>16)</sup>もあり、今回の結果からも明らかなように、除脂肪体重はR-Gの方がN-Gよりもかなり大きく、筋量の相違がハンドボール投げに影響を及ぼしたものと推察される。

筋機能の指標として用いた肩関節の伸展時および屈曲時におけるPTの測定は、ハンドボール投げの準備動作(屈曲)とリリース(伸展)に類似した動作として採用した。その結果、右の伸展時および屈曲時におけるPTは、各角速度においてもR-Gの方がN-Gよりも高値を示しており、肩腕部における筋力はR-Gの方がN-Gよりも優れていることが明白となった。R-GとN-Gにおけるこの差は、絶対値の方が相対値(体重当たりのPT: Nm/kg)よりもかなり大きく、体重による差がかなり反映しているものと考えられた。また肩関節におけるPTは角速度が速くなるに従い、PTが小さくなりR-G、N-Gとも膝関節<sup>5, 8, 9)</sup>におけるPTの関係とほぼ類似し、Zhangら<sup>17)</sup>の肩関節における結果とも類似していた。また、肩関節におけるPTとハンドボール投げとの関係は、伸展時および屈曲時とも各角速度において正の相関係数を示したが、統計的に有意な相関関係を示したのは、0 deg/secであった。この結果から、ハンドボール投げには静的筋力が大きく影響していることが明らかとなった。Bayiosら<sup>1)</sup>はハンドボール投げのボール初速度と肩関節のPTとの関係はハンドボール投げの動作により影響を受けるといった報告もあり、今後詳細な検討を加えていきたいと考えている。また、ハンドボール選手が試合や練習中に約450gのボールを自由に操作するためには、肩腕部に対する筋力強化が不可欠であり、その結果として障害の予防につながり、さらにハンドボール選手の競技力向上につながっていくものと推察される。

## V. 要 約

本学の男子ハンドボール選手20名を対象に、肩関節における等速性筋力とハンドボール投げとの関係について検討した。その結果、以下に示すように

まとめることができた。

1. 肩関節の等速性収縮による屈曲時および伸展時におけるAV-PT、PT/Bwは左右の肩関節とも角速度が速くなるに従いPTが小さくなる傾向を示した。

2. 左右の肩関節の屈曲時および伸展時におけるPT、PT/Bwは、各角速度においてもR-Gの方がN-Gよりも大きい傾向を示した。

3. 右の肩関節のPT、PT/Bwは、R-G、N-Gとも角速度が速くなっても伸展時の方が屈曲時よりも大きい傾向を示したが、左の肩関節においてはやや異なる傾向を示した。

4. 左右の肩関節におけるAV-屈曲/伸展比関係は、R-G、N-Gともに0 deg/secよりも大きくなる傾向を示した。

5. 肩関節におけるPTとハンドボール投げの関係は、伸展時および屈曲時とも0 deg/secで両者の間に有意な相関関係を示した( $p < 0.05$ )。

したがって、ハンドボール選手の肩関節における伸展時、屈曲時の等速性筋力、および体格の中で体重はハンドボール投げの能力に深く関係していることが明白となった。

## 謝 辞

今回の研究にご協力をいただいた本学のハンドボール選手および関係者の方々に対して、心より感謝の意を表する次第であります。

## 参考文献

- 1) Bayios, I. A., Anastasopoulou, E. M., Sioudris, K. D.: Relationship between isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators and ball velocity in team handball. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, **41**(2), 229-235, 2001.
- 2) Cahalan, T. D., Johnson, M. E., Chao, E. Y.: Shoulder strength analysis using the Cybex 2 isokinetic dynamometer. *Clin. Orthop.*, **271**, 249-257, 1991.
- 3) Cybex 6000 User's Guide, CYBEX Division of LUMEX, Inc., Ronkonkoma, New York, copyright, 1991-1993.
- 4) Gorostiaga, E. M., Izquierdo, M., Iturralde, P., Rusta, M. Ibanez.: Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum

- hormones in adolescent handball players. *Eur. J. Appl. Physiol.*, **80**, 485-493, 1999.
- 5) 石井隆士, 日隈広至, 水野増彦, 菅原 勲, 登坂一晴, 宮舘実能留, 松田竜太郎, 細谷治朗, 岸田謙二, 渡邊文雄, 古泉一久, 長谷川健, 清田 寛, 大和 眞: 男女陸上競技のトラック選手の等速性筋力特性に関する研究. *日本体育大学紀要*, **28**(1), 67-75, 1998.
  - 6) Izquierdo, M., Hakkinen, K., Gonzalez-Badillo, J. J., Ibanez, J., Gorostiaga, E. M.: Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *Eur. J. Appl. Physiol.*, **87**, 264-271, 2002.
  - 7) Joris, H. J., van Muyen, A. J., van ingen Schenau, G. L., Kemper, H. C.: Force, velocity and energy flow during the overarm throw in female handball players. *J. Biomech.*, **18**(6), 409-414, 1985.
  - 8) 清田 寛, 長谷川 健, 石井隆士, 水野増彦, 松田竜太郎, 細谷治郎, 岸田謙二, 村本和世, 渡邊文雄, 古泉一久, 大和 眞: 陸上競技トラック種目男子選手の等速性筋持久力の特徴. *日本体育大学紀要*, **28**(2), 163-169, 1999.
  - 9) 清田 寛, 松田竜太郎, 浜野 学, 大橋信行, 大和 眞, 細谷治朗, 関口 脩, 岸田謙二, 齊藤照夫, 芦原正紀: 男女サッカー選手の等速性筋力に関する基礎的研究. *日本体育大学紀要*, **27**(2), 209-220, 1998.
  - 10) Lund-Hanssen, H., Gannon, J., Engebretsen, L., Holen, K., Hammer, S.: Isokinetic muscle performance in healthy female handball players and players with a unilateral anterior cruciate ligament reconstruction. *Scand. Med. Sci. Sports*, **6**(3), 172-175, 1996.
  - 11) Mayer, F., Horstmann, T., Rocker, K., Heitkamp, H. C., Dickhuth, H. H.: Normal values of isokinetic maximum strength, the strength/velocity curve, and the angle at peak torque of all degrees of freedom in the shoulder. *Int. J. Sports Med. Suppl.* **1**, S19-S25, 1994.
  - 12) Rannou, F., Prioux, J., Zouhal, H., Gratas-Delamarche, A., Delamarche, P.: Physiological profile of handball players. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, **41**(3), 349-353, 2001.
  - 13) 東京都立大学体力標準値研究会: 新・日本人の体力標準値 2000, 不昧堂, 2000.
  - 14) Van den Tillaar, R., Ettema, G.: Influence of instruction on velocity and accuracy of overarm throwing. *Percept. Mot. Skills*, **96**(2), 423-434, 2003.