



柔軟性がコーディネーション能力に 及ぼす影響について

花岡美智子 (体育学部競技スポーツ学科) 栗山雅倫 (体育学部競技スポーツ学科)

The Influence that Flexibility Exerts on the Coordination Ability

Michiko HANAOKA and Masamichi KURIYAMA



Abstract

The purpose of this study is to examine the influence that a body, a muscle, movement, each “hardness” give each other. Flexibility (Straight Leg Raising, Dorsiflexion of the ankle), muscle stiffness (hamstring and gastrocnemius muscle), and the coordination abilities (Medicine ball, 50m dribble run, jumped a handball throw, and five steps) were measured for 15 women’s handball players.

Results of this study were follows.

- 1) The person that the flexibility of the hamstring is low has high muscle stiffness.
- 2) The person that flexibility of the ankle and hip joint are high has low value of the medicine ball throw.
- 3) The person that the muscle stiffness of the right hamstring is high has high value of the medicine ball throw.

In this study, the hard muscle caused a fall of the flexibility, and that the excessive fall of the flexibility caused hardness of the movement was expected.

It was guess that flexibility and the muscle stiffness did not become the factor which determined an sports ability, but that it was the important necessary factor.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 22, 83-90, 2010)

I. 緒 言

競技力向上を図る上で筋力や敏捷性などに代表される体力の重要性は認識されており、多くの競技において、専門種目の技能を高める専門技術練習とは別に体力要素を高めるトレーニングが日常練習の中に取り入れられている。猪飼¹⁾は体力の構造を分類し、機能面での行動体力として筋力・瞬発力・筋持久力・全身持久力・敏捷性・平衡性・協応性・柔軟性をあげている。

体力要素の一つである柔軟性が競技に及ぼす影響として、柔軟性の低下が傷害発生の一つの要因であることが先行研究²⁻⁶⁾により報告されている。筋柔軟性の低下は、関節可動範囲を低下させ、筋肉や靱帯・腱などの組織に過度な負荷をかけることにより、肉離れや腱の炎症、オーバーユース症候群などの傷害を引き起こす。そのため傷害予防の観点から柔軟性を維持するためにウォーミングアップやクーリングダウン時のストレッチングが重要であることが提唱されている。

しかし、柔軟性の重要性が認識されているにも

かわらず、スポーツ現場においては、柔軟性の獲得は筋力や持久力など他の体力要素と比べ、トレーニングとして割り当てられる機会は少なく、その重要度は低く見られているように思う。さらに筋力や持久力の低下と比べて、柔軟性の低下やその欠如は軽視される傾向が強いように思われる。

一般に柔軟性の欠如が見られる選手は、「身体がやわらかい（柔らかい）」の対義語として「身体がかたい（硬い・堅い・固い）」という言葉で評価されることが多い。一方、スポーツの動作を評価する際に、「動きがかたい（硬い）」という表現が使用されることがある。これは、選手の専門競技におけるフットワークやシュート動作、一連の動きを評価する場合に指導者がよく口にする言葉であり、対義語としては「滑らか」や「スムーズ」などがあげられる。さらには「筋肉がかたい（硬い・堅い・固い）」という表現もあり、「身体がかたい」選手や、「動きがかたい」選手などに使用されることもある。このようにスポーツの場面では「動き」、「身体」、「筋肉」に対してそれぞれ「かたい」という評価が行われているが、その評価基準や相互関係については曖昧である点が多い。

そこで本研究では動きのかたさの指標としてコーディネーション能力を、身体のかたさの指標として柔軟性を、筋肉のかたさの指標として筋硬度をそれぞれ測定し「動き」、「身体」、「筋肉」それぞれの「かたさ」がお互いにどのような影響を及ぼしているか、検討することとした。

本研究の目的は、スポーツ現場においてよく耳にする「かたさ」について検証し、互いが及ぼす影響について分析し、その傾向を明らかにすることである。

なお、本研究は東海大学体育学部研究教育補助を受けて行われたものである。

Ⅱ．方 法

1．対象

関東学生ハンドボール連盟、一部リーグに所属

表1 被験者の身体的特性

Table 1 Physical characteristics of subjects.

	Average	S.D.
Age (yrs)	19.7	0.88
Height (cm)	163.7	4.78
Weight (kg)	59.2	5.7

するT大学女子ハンドボール部の選手15名（平均年齢 19.7 ± 0.88 歳、平均身長 163.7 ± 4.78 cm、平均体重 59.2 ± 5.70 kg）を対象とした。測定に関しては対象者に対して研究の目的と内容を説明し、測定参加の同意を得て実施した。（表1）

2．測定項目

(1) 柔軟性測定

1) Straight Leg Raising テスト（以下：SLR）

仰臥位にて非検査側の股関節屈曲を制限させ、検査側の膝関節伸展位を保持し、股関節最大屈曲角度を測定した。

2) 足関節背屈角度

立位にて両脚を前後に開き、検査脚は膝屈曲位にて踵を床から離さずに前脚に重心を前方移動させ、足関節最大背屈角度を測定した。

3) 長座体前屈

日本メディックス社製デジタル長座体前屈計を用い測定した。壁に背中を密着させ、長座になり、両腕を伸ばして測定台において状態を初期姿勢とし、前屈した時の台の移動距離を測定した。

4) 開脚

立位にて、股関節を左右同時に最大外転させ、両踵間の距離を測定した。

(2) 筋硬度

筋硬度は筋硬度計（NEUTONE TDM-NA1 TRY-ALL 社）を用いて測定した。

1) ハムストリング筋硬度

荷重位にて、大腿二頭筋の停止部から50%部位を測定した。測定は3回行い、その平均値を測定値として採用した。

2) 腓腹筋筋硬度

荷重位にて、腓腹筋最大周径囲部位を測定した。測定は3回行い、その平均値を測定値として採用した。

4) 立ち五段跳び

左右の脚を交互に使って跳び、5歩目に両足で着地をし、スタート地点から後ろの脚の踵までの距離を測定した。

(3) コーディネーション能力

1) メディシンボール投げ (以下: MB 投げ)

重さ2kgのメディシンボールを両手で持ち、ラインを踏まないよう両足を地面に固定させた状態で、上半身の勢いをつけて遠投を行い距離を測定した。測定は、①上前方②上後方③左回旋④右回旋の4方向を行った。

2) ハンドボール投げ (ジャンプ)

ラインを踏まないように助走をつけハンドボールの遠投を行った。左右どちらかの脚でジャンプを行い、空中にいる間にボールをリリースし、距離を測定した。測定は2回行い、数値の良い方を測定値として採用した。

3) 50m ドリブル走

50m 直走路をドリブルをつきながら走り、タイムの測定を行った。測定は2回行い、数値の良い方を測定値として採用した。

3. 統計処理

相関係数の算出にはピアソンの積率相関分析を用いた。統計的有意性は危険率5%未満とした。統計ソフトはPASW Statistics18を用いた。

Ⅲ. 結 果

1. 各種測定結果

1) 柔軟性測定

SLRは右 $108.3 \pm 17.59^\circ$ 、左 $107 \pm 16.67^\circ$ 、足関節背屈角度は右 $55.7 \pm 8.42^\circ$ 、左 $58 \pm 5.61^\circ$ であった。長座は $49.5 \pm 10.3\text{cm}$ 、開脚は $168 \pm 8.54\text{cm}$ であった。(表2)

2) 筋硬度

ハムストリングの筋硬度は右 24.8 ± 2.06 、左

表2 柔軟性測定結果及び筋硬度との相関係数

Table 2 Flexibility and correlation coefficient of flexibility and muscle stiffness.

		Average $\pm$ S.D.	ハムストリング筋硬度		下腿三頭筋筋硬度	
			右	左	右	左
SLR ($^\circ$)	右	108.3 ± 17.59	-.629*	-.629*	-.178	-.099
	左	107 ± 16.67	-.491	-.603*	-.143	-.169
足関節背屈角度 ($^\circ$)	右	55.7 ± 8.42	.416	.669**	.421	.234
	左	58 ± 5.61	.733**	.469	.456	.359
長座体前屈 (cm)		49.5 ± 10.30	-.056	-.288	-.539*	-.270
開脚 (cm)		168 ± 8.54	.249	.001	-.209	-.182

*. $P < 0.05$, **. $P < 0.01$

表3 筋硬度測定結果及びコーディネーション能力との相関係数

Table 3 Muscle stiffness and correlation coefficient of muscle stiffness and coordination ability.

		Average $\pm$ S.D.	MB 上前方 投げ	MB 上後方 投げ	MB 右回旋 投げ	MB 左回旋 投げ	ハンドボール 投げジャンプ
ハムストリング筋硬度	右	24.8 ± 2.06	.590*	.495	.582*	.004	.350
	左	24.6 ± 2.85	.338	.333	.404	.198	.390
下腿三頭筋筋硬度	右	27.7 ± 2.31	.345	.418	.422	.206	.048
	左	27.7 ± 2.31	.265	.377	.155	.232	-.270

*. $P < 0.05$, **. $P < 0.01$

表4 コーディネーション能力測定結果及び柔軟性との相関係数

Table 4 Coordination ability and correlation coefficient of coordination ability and flexibility.

	Average ± S.D.	SLR		足関節 背屈角度		長座 体前屈	開脚
		右	左	右	左		
MB 上前方投げ (m)	8.8±0.79	-.565*	-.588*	.378	.567*	-.285	.125
MB 上後方投げ (m)	9.4±1.08	-.381	-.279	.098	.326	-.053	-.019
MB 右回旋投げ (m)	9.2±0.82	-.381	-.203	.059	.443	-.144	-.002
MB 左回旋投げ (m)	9.2±1.07	-.360	-.251	.033	.119	-.390	-.609*
ハンドボール投げジャンプ (m)	28.6±3.47	-.406	-.246	.192	.382	-.100	-.099
50m ドリブル走 (秒)	10.1±1.25	.020	-.194	.302	-.252	.228	.461
立ち五段跳び (m)	10.1±0.52	-.129	-.047	-.151	.040	.048	-.085

*. P < 0.05, **. P < 0.01

24.6±2.85、下腿三頭筋の筋硬度は右27.7±2.31、左27.7±2.31であった。(表3)

3) コーディネーション能力

メディシンボール投げにおいて、上前方投げ8.8±0.79m、上後方投げ9.4±1.08m、左回旋投げ9.2±1.07m、右回旋投げ9.2±0.82mであった。ハンドボール投げジャンプ (Handball jump: 以下 HBJ) は28.6±3.47mであった。

50m ドリブル走は10.1±1.25秒、立ち五段跳びは10.1±0.52mであった。(表4)

められた。

左足関節背屈角度と MB 上前方投げの項目間において正の相関 (r = 0.57) が認められた。

開脚と MB 左回旋投げの項目間において負の相関関係 (r = -0.61) が認められた。(表4)

3) 筋硬度とコーディネーション能力

右ハムストリング筋硬度と MB 上前方投げ (r = 0.59)、及び MB 右回旋投げ (r = 0.58) の各項目間においてそれぞれ正の相関関係が認められた。(表3)

2. 相関結果

1) 柔軟性と筋硬度

右 SLR と左右ハムストリングの筋硬度、左 SLR と左ハムストリングの筋硬度の各項目間においてそれぞれ負の相関 (r = -0.63, r = -0.63, r = -0.6) が認められた。

右足関節背屈角度と左ハムストリング筋硬度、左足関節背屈角度と右ハムストリング筋硬度の各項目間においてそれぞれ正の相関 (r = 0.67, r = 0.73) が認められた。

長座体前屈と右腓腹筋筋硬度の項目間において負の相関関係 (r = -0.54) が認められた。(表2)

2) 柔軟性とコーディネーション能力

左右 SLR と MB 上前方投げの各項目間においてそれぞれ負の相関 (r = -0.57, r = -0.59) が認

IV. 考 察

1. 柔軟性と筋硬度の関係について

本研究の結果より左右のハムストリングにおいて柔軟性と同部位の筋硬度との項目間で有意な負の相関が認められた。これはハムストリングの柔軟性が高い者ほど、筋肉がやわらかいということを示している。

また長座体前屈と右腓腹筋の筋硬度間に負の相関が認められた。これは長座体前屈の値が高いほど、筋硬度の値が低い＝筋肉がやわらかいという関係を示している。

一般的に柔軟性が低い選手に対して、「筋肉がかたい」ことを原因として指摘する傾向があるが、柔軟性とは筋の伸張程度を検証したものであ

り、筋肉の硬度を示すものとは異なっている。しかし、小宮ら^{7,8)}や村山ら⁹⁾は、筋肉が伸長される関節運動時に筋硬度が増加する特性があると述べており、筋の伸長率に応じて筋硬度も変化する可能性を示唆している。つまり筋肉がストレッチされている状態ほど筋肉はかたくなる、という関係が先行研究より報告されてきた。

本研究においても、ハムストリングにおいて柔軟性と筋硬度に負の相関がみられ、筋肉のかたさと身体のかたさは互いに影響を及ぼしており、身体がかたい者は筋肉がかたい、あるいは筋肉がかたい者は身体がかたいという関係性が示唆された。

長座体前屈は、測定時に下肢後面の殿筋及びハムストリング、下腿三頭筋が伸長され、これらの筋の柔軟性を総合的に評価するものであり、特にハムストリングの柔軟性が大きく影響すると考えられる。しかし、本研究の結果では長座体前屈に影響する因子として有意な相関がみられたのは右腓腹筋の筋硬度のみであった。これは本研究における測定時の姿勢が影響していると思われる。本研究では筋硬度を測定する際に、静止立位の姿勢にて測定しており、長座体前屈時の姿勢とはハムストリングや下腿三頭筋の筋肉の伸長程度、筋肉に加わる重力が異なっている。これらが筋硬度に影響していると考えられ、より正確な相関を検証するためには、同一姿勢において柔軟性と筋硬度を測定していく必要があると思われる。

しかし、先行研究により伸長されている(=ストレッチされている)筋肉の筋硬度が高い傾向にあることから、静止立位という筋肉がストレッチされていない状態において筋硬度が高い選手は、リラックスしている状態であるにも関わらず、比較的筋肉がかたまった状態、伸長されている状態になっている傾向にあるといえる。

以上のことから、「筋肉がかたい」選手が「身体がかたい」というよりも、「身体がかたい」ことが慢性的な筋肉の伸長状態を形成し、これが「筋肉のかたさ」を引き起こしているのではないかと考えられる。

足関節背屈角度に関しては、足関節靭帯損傷などの既往に影響をうけて数値が高くなる傾向がみられ、純粹に下腿三頭筋の柔軟性の評価を得る事が出来なかった。そのため、ハムストリングにみられるような筋硬度との相関が認められなかったのではないかとと思われる。

2. 柔軟性とコーディネーション能力の関係について

本研究の結果より左右 SLR と MB 上前方投げにおいて負の相関、左足関節背屈角度と MB 上前方投げの項目間において正の相関がそれぞれ認められた。また開脚と MB 左回旋投げの項目間において負の相関が認められた。

本研究の結果より、ハムストリングや足関節の柔軟性が高い者ほどメディシンボール上前方投げの値が低く、開脚値が大きい股関節の柔軟性が高い者ほどメディシンボール左回旋投げの値が低い事が明らかになった。

本研究では、「身体がやわらかい」選手の「動きがやわらかい」という相関は得られなかった。この原因の一つとして、本研究の対象がハンドボールを専門に行っている選手であったことが影響していると考えられる。ハンドボールのポジション特性として、ゴールキーパーは他のポジションと比べて他者と接触する場面が少なく、さらに専門的技術を向上させるにあたり柔軟性の向上は必須と考えられている。そのため、ゴールキーパーは日常的に開脚動作及びストレッチング等の柔軟性トレーニングを行っており、下肢の柔軟性が高く、開脚の値が他のポジションの選手と比べて高い傾向にある。またメディシンボールの左回旋投げは、捻り方向、パワー出力のタイミングなど右利きの選手の投動作と類似している点が多い。またそのため、シュートに代表される投動作がパフォーマンスに大きく影響してくるコートプレーヤーの値がゴールキーパーの選手と比べて高くなる傾向がある。これらのことが、柔軟性の高い選手ほどメディシンボール投げの値が低い理由の一つとして考えられる。

本研究では柔軟性とコーディネーション能力との間に有意な正の相関は認められなかったが、高校生を対象に、体力・運動能力と柔軟性の関係をみた先行研究¹⁰⁾では、柔軟性に優れている者は他の体力・運動能力においても優れた値を示していることが報告されている。また運動習慣のある者は柔軟性が高い傾向があることも報告されている。

ある動作を行う際には、働かせようと狙っている筋肉（主働筋）に対して、その動きと逆に働く拮抗筋の働きが重要になってくる。ボールを投げようと肘を屈曲させる場合、肘関節屈曲筋として作用するのは上腕二頭筋であるが、肘関節伸展筋である上腕三頭筋がスムーズに伸長しなければ、滑らかな屈曲動作が起こらず、投動作としての動きの滑らかさも失われてしまう。つまり柔軟性の高い筋肉は、動作時の伸長をスムーズに行うことが可能であり、運動時の拮抗筋の抵抗を抑えることが出来ると思われる。

以上のことから、柔軟性は運動動作を行う上で必要であると言える。しかし、柔軟性とコーディネーション能力に正の相関がみられなかった事より、柔軟性は、運動能力及びコーディネーション能力を発揮する上で備えておくべき必要条件であり、ある一定の柔軟性が確保された後は、スムーズな運動動作の優劣を決定づける因子には成りえない事が示唆された。

3. 筋硬度とコーディネーション能力の関係について

右ハムストリング筋硬度とMB上前方投げ ($r = 0.59$)、及びMB右回旋投げ ($r = 0.58$) の各項目間においてそれぞれ正の相関関係が認められた。これはハムストリングのかたい選手がメディシンボールを上前方投げ、右回旋投げにおいてより遠くに飛ばすことが出来た事を意味しており、「筋肉がかたい」選手ほど「やわらかい動き」を行うことが出来る傾向にあることが示唆された。

これまで、発揮筋力の増加とともに筋硬度は増加することがいくつかの先行研究¹¹⁻¹³⁾より報告さ

れている。運動時の筋肉の強い収縮は、血流増大と細胞間隙での組織水の貯留を引き起こし、筋硬度を増加させると言われており⁷⁾、強い筋発揮にはある一定以上の筋硬度が必要である可能性が示唆された。

4. まとめ

本研究より「身体のかたさ」は「筋のかたさ」を引き起こす要因の一つとして考えられ、「やわらかい動き」を行う上ではある一定以上の「身体のかたさ」と「筋のかたさ」が必要であることが示唆された。

スポーツ現場において耳にする「動きのかたさ」と「身体のかたさ」と「筋肉のかたさ」はお互いに正の相関を認めると仮説立てていたが、予想に反する結果となった。しかし、運動場面において筋肉や身体は常に緊張状態、弛緩状態であり続ける事はほとんどなく、緊張と弛緩、静と動など緩急をうまくコントロールすることによって巧みな運動動作が遂行されている。このことから、筋肉・身体においても、緊張と弛緩をスムーズにコントロールできる適度な「かたさ」が重要であると考えられる。

ジャンプ動作や繰り返し動作など、爆発的な瞬発力を高めるためには、衝撃時に過度の負担が加わらないような衝撃緩衝と、衝撃のパワーをロスすることなく反発させる反発力という、相反する二つの力が効率よく発揮される必要がある。筋肉のかたさや柔軟性においても、力強い動きと滑らかな動きを共存させるうえで、適度な状態を維持していくことが動きの滑らかさを引き出し、パフォーマンスの向上に良い影響を与えるのではないと思われる。

本研究より、かたい筋肉は柔軟性の低下を招き、柔軟性の過度の低下は、動きのかたさを引き起こすことが予想された。柔軟性や筋硬度は運動能力を決定づける因子にはならないが、運動能力発揮を維持していく上で重要かつ必要な因子であることが推察された。

V. 結 論

本研究では、「動き」、「身体」、「筋肉」それぞれの「かたさ」がお互いにどのような影響を及ぼしているか、検討し以下のような知見を得た。

- 1) ハムストリングにおいて柔軟性と筋硬度の間で負の相関が認められた。
- 2) 長座体前屈と右腓腹筋の筋硬度間に負の相関が認められた。
- 3) 左右 SLR と MB 上前方投げにおいて負の相関、左足関節節屈角度と MB 上前方投げの項目間において正の相関が認められた。
- 4) 開脚とメディシンボール左回旋投げの項目間において負の相関が認められた。
- 5) 右ハムストリング筋硬度とメディシンボール上前方投げ、及びメディシンボール右回旋投げの各項目間においてそれぞれ正の相関が認められた。
- 6) 「身体のかたさ」は「筋のかたさ」を引き起こす要因の一つとして考えられ、「やわらかい動き」を行う上ではある一定以上の「身体のやわらかさ」と「筋のかたさ」が必要であることが示唆された。

引用・参考文献

- 1) 猪飼道夫：体育生理学序説．第 6 版．杏林書院．42, 1972.
- 2) 泉重樹，宮川俊平，宮本俊和：大学ボクシング選手の腰痛と身体特性の検討．体力科学．56 (2), 203-213, 2007.
- 3) 高橋晃弘，樋口謙次，中山恭秀：高等学校空手道選手の腰痛における身体的特徴の比較．理学療法学．32 (2), 156, 2005.
- 4) 松井健一，山本利春，岡田亨，橋川拓史，矢後和夫，中島幸則，笠原政志：ジュニア期における柔軟性の特徴と傷害との関係．体力科学．57 (6), 941, 2008.
- 5) 児玉雄二，青木啓成，山岸茂則，長崎寿夫，小池聰，村上成道：高校野球選手の腰痛と股関節機能の評価．理学療法学．35 (2), 526, 2008.
- 6) 渡辺秀臣，大沢敏久，饗場佐知子，鈴木秀喜，長谷川仁，黒沢一也，高岸憲二：平成14年度における高校野球投手の肩検診．The Kitakanto medical journal. 54 (2), 137-142, 2004.
- 7) 小宮秀明，黒川修行，前田順一，下田政博，竹宮隆：激運動後の筋疼痛時に見られるパフォーマンス低下と筋粘弾性の変化．体力科学 46 (6) 889 1997.
- 8) Komiya, H., Maeda, J., Takemiya, T.: A new functional measurement of muscle stiffness in humans. Advances in Exercise and Sports Physiology. 2, 31-38, 1996.
- 9) Murayama, M., Nosaka, K., Yoneda, T., Minamitani, K: Changes in hardness of the human elbow flexor muscles after eccentric exercise. European Journal of Applied Physiology. 82(5), 361-367, 2000.
- 10) 流郷伊知郎，森田哲，大槻伸吾，土井龍雄，中本道昭，大久保衛，市川宣恭：体力運動能力と柔軟性の関係．体力科学．43 (6), 586, 1994.
- 11) 村山光義，南谷和利，米田継武，野坂和則：上腕二頭筋収縮時の筋硬度と筋力の関係．体力科学．46 (6), 642, 1997.
- 12) 小宮秀明，前田順一，竹宮隆：随意的筋収縮時における筋硬度計測について．体力科学．43 (6), 521, 1994.
- 13) 豊永敏宏，秋富末男，川島圭司，田久保龍三，城石晴子：筋硬度測定器（筋レオメータ）による筋硬度と筋力の関係．リハビリテーション医学会誌，21 (6), 401, 1984.