

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 8 日現在

機関番号：34429

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500772

研究課題名(和文)水球選手の投球速度を向上させるトレーニング方法の開発

研究課題名(英文)Development of training method for the improvement of throwing velocity in water polo

研究代表者

小森 康加(Komori, Yasuka)

大阪国際大学・人間科学部・准教授

研究者番号：90296773

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：水球競技において、シュート時の投球速度は競技力を構成する重要な要因であるが、投球速度を決定する体力的要因は明らかではない。これは投球動作が多くの体力要素で構成され、複雑に関与しているためであると考えられる。本研究では、水球競技におけるシュート時の投球速度と体力特性との関係を明らかにし、投球速度に関連した体力要素を検証することを目的とした。

その結果、水中での投球速度と最も関連した体力要素は水中垂直跳びであった。動作制限法の結果からも、水中での下肢の動作の貢献度が大きいことが明らかとなったことから、投球速度を向上させるためには下肢を中心とした水中トレーニングを確立する必要があると考えられた。

研究成果の概要(英文)：Throwing is one of the most important skills in water polo. Throwing factors are difficult to determine for various reasons such as differences in physical fitness and techniques. The present study aims to examine the relationship between throwing velocity and the physical performance characteristics.

According to the results, there was a significant correlation between throwing velocity and the vertical jump test in the water. Moreover, the results of the immobilized movement study suggested that lower leg movement is an important factor in the throwing performance in the water. The research concludes that the development of leg training methods in the water is critical in the improvement of the water polo players' throwing velocity.

研究分野：トレーニング科学

キーワード：水球競技 投球速度 体力特性

1. 研究開始当初の背景

水球競技において、シュート時の投球速度は、競技力を構成する重要な要因である。そのために、水中における投球動作に関する研究は多く行われ、特に、画像分析法を用いた身体の各部分の動きを分析するキネマティクスの観点からの知見が報告されている。

しかしながら、これらの知見を競技現場で実用化する場合、水中での投球動作をどのように習得するのが問題となる。さらに、投球動作は一連の流れが重要であるため、次局面の動作に上手く繋がられないことも多く見受けられる。これらの原因として、筋力、柔軟性、平衡感覚、調整力などとの関係が予想されるが、投球速度と体力要素の関係を検証した研究は少なく、投球速度向上に重要な体力的要因は明らかにされていない。これは、投球速度が多くの体力要素で構成され、複雑に関与しているためであると考えられる。水球競技において、投球速度と体力特性の関係を明らかにすることができれば、投球速度を向上させるトレーニングプログラムを作成することが可能であると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、水球競技におけるシュート時の投球速度と陸上と水中における体力テストとの関係を検証し、投球速度に関連した体力要素を明らかにすること、投球速度に関連する体力要素から、トレーニングプログラムに有効な項目を選定することを目的とし、以下に示した3つの課題に取り組んだ。

(1) 投球速度と体力要素の関係

様々な体力テスト項目と投球速度の関係を検証し、投球速度に影響する体力特性について検討を加えた。

(2) 投球速度と肩関節内外旋筋力の関係

オーバーヘッド動作を伴う投球動作に関

する研究では、主に上肢の筋力を対象にしたものが多く認められる。従って、水球競技における投球速度と肩関節内外旋筋力との関係を検証し、投球速度に与える影響について検討を加えた。

(3) 動作制限法を用いた投球速度への貢献度に関する検討

水球競技における投球動作は、陸上における投球動作とは異なり、グラウンドサポートを得ることができない。そこで、動作制限法を用いて、3種類の投球動作(通常のシュート動作、非投球側の上肢の動作を制限、両下肢の動作を制限)を設定し、それぞれの投球速度を観察することにより、投球動作が投球速度へ与える貢献度について検討を加えた。

3. 研究の方法

(1) 投球速度と体力要素の関係

高い競技レベルを有する高校生、大学生、社会人選手42名(年齢 21.5 ± 5.7 歳、競技期間 118.7 ± 72.4 カ月、身長 172.9 ± 4.0 cm、体重 69.5 ± 7.3 kg)を対象に、水中での投球速度、陸上での投球速度、水中での体力測定を実施した。

水中および陸上での投球速度の測定は、ドップラー方式のスピードガン(Stalker Pro, ACI社製)をゴールネット中央後方に設置し、計測を行った。水中ではペナルティシュート(5m)の要領で投球させ、陸上ではゴールから5m離れた位置からワンステップの投球を行わせた。いずれの投球も、認定球を使用し、最大努力で行わせた。

水中での体力測定項目は、水中垂直跳び、支重泳(10, 15kg)、メディシンボール投げ(オーバーヘッドスロー、サイドスロー、バックスロー)とした。

陸上における体力測定項目は、垂直跳び、握力、メディシンボール投げ(オーバー

ヘッドスロー, サイドスロー, バックスロー) とした。

(2) 投球速度と肩関節内外旋筋力の関係

高い競技レベルを有する高校生 19 名 (年齢 16.3 ± 1.0 歳, 身長 171.3 ± 5.4 cm, 体重 64.6 ± 7.8 kg) を対象に, 水中での投球速度, 肩関節内外旋筋力 (等尺性筋力) の測定を実施した。水中での投球速度の測定は, ドップラー方式のスピードガン (Stalker Pro, ACI 社製) をゴールネット中央後方に設置し, 計測を行った。投球は, ペナルティシュート (5m) の要領を用いて最大努力で行わせた。肩関節内外旋筋力の測定は, ハンドヘルドダイナモメーター (ミュータス F-1, アニマ社) を用いた。測定肢位は椅坐位姿勢にて, 肩関節外転 0° 位, 肩関節内外旋中間位, 肘関節 90° 屈曲位での肩関節外旋筋力, および内旋筋力を測定した。被検者の手関節にハンドヘルドダイナモメーターを設置し, 同一検者の徒手抵抗にて中間位を保持し, 5 秒間の最大等尺性筋力発揮を 3 回施行した。

(3) 動作制限法を用いた投球速度への貢献度に関する検討

高い競技レベルを有する高校生 19 名 (年齢 16.3 ± 1.0 歳, 身長 171.3 ± 5.4 cm, 体重 64.6 ± 7.8 kg) を対象に, 通常のシュート動作 (Normal), 非投球側の upper limb の動作を制限したシュート動作 (One arm immobilized, AI) 両下肢の動作を制限したシュート動作 (Both lower legs immobilized, LI) の 3 種類の動作制限を行い, upper limb および lower limb の投球速度に対する貢献度を検討した。AI は非投球側の upper limb の動作制限を行うことにより, 投球動作時に用いるスカーリングという手の水中動作を制限した。LI は両下肢の動作制限を行うことにより, 投球動作時に用いる立泳ぎや蹴り足といった水中での動作を制限した。水中での投球速度の測定は, ドップラー

方式のスピードガン (Stalker Pro, ACI 社製) をゴールネット中央後方に設置し, 計測を行った。投球は, ペナルティシュート (5m) の要領を用いて最大努力で行わせた。また, 投球動作を高速度カメラ (HAS-220M, DITECT 社製) で撮影し, 画像分析システム (Dipp-Motion PRO 2D, DITECT 社製) を用いて, 投球動作時における最大頭頂点の測定についても合わせて実施した。

4. 研究成果

(1) 投球速度と体力要素の関係

投球速度との関係が認められた体力要素を表 1 に示した。水中での投球速度と陸上での投球速度の間には高い相関関係が認められた ($r = 0.82, p < 0.01$)。この結果より, 陸上における投球速度を向上させるトレーニングが, 水中での投球速度向上に有効である可能性が示唆された。また, 体力測定項目の中では, 水中垂直跳びが水中での投球速度と高い関連性を示した ($r = 0.78, p < 0.01$)。水中メディスンボール投げおよび支重泳との間には, 中程度の相関関係が認められたことより, 水中での投球速度は, 立泳ぎの瞬発的な推進力と関係していることが推察された。

表 1. 水中での投球速度と相関関係が認められた項目

	項目	平均値 ± 標準偏差	相関係数
1	陸上での投球速度 [km/h]	73.1 ± 6.5	0.82 **
2	水中垂直跳び [cm]	131.3 ± 8.9	0.78 **
3	水中メディスンボール投げ ST [m]	4.8 ± 1.0	0.61 **
4	水中メディスンボール投げ OT [m]	4.7 ± 0.8	0.49 **
5	15kg 支重泳 [sec]	17.2 ± 9.8	0.48 **
6	10kg 支重泳 [sec]	55.3 ± 30.1	0.38 *

n=42 ** p<0.01 * p<0.05

(2) 投球速度と肩関節内外旋筋力の関係

投球側の肩関節内旋筋力 (等尺性) および肩関節外旋筋力 (等尺性) は, 非投球側と比較して高値を示した。また, 投球速度と投球

側外旋筋力 ($r = 0.45$, $p < 0.05$), および投球側内旋筋力 ($r = 0.51$, $p < 0.05$)の間には中程度の相関関係が認められた。以上のことより, 肩関節内外旋筋力は, 水中での投球速度を決定する主な要因の一つであることが推察された。

(3) 動作制限法を用いた投球速度への貢献度に関する検討

Normal における投球速度は, 60.0 ± 5.7 km/h, AI では 56.6 ± 4.5 km/h, LI では 49.9 ± 4.6 km/h を示し, AI と BI は Normal と比較して有意な低値を示した ($F(2) = 106.2$, $p < 0.01$, AI: $p < 0.01$, LI: $p < 0.01$)。特に, LI は Normal と比較して, 投球速度は 16.8%の低下を示した。投球動作時の最大頭頂点では, AI と BI は Normal と比較して有意な低値を示した ($F(2) = 33.44$, $p < 0.01$, AI: $p < 0.05$, LI: $p < 0.01$)。この結果より, 水中での投球動作は, 下肢の動作の貢献度が重要であることが伺えた。従って, 水中での投球速度を向上させるためには, 下肢を中心とした水中トレーニング方法を確立する必要があると考えられた。

以上の結果を要約すると,

水中での投球速度と陸上での投球速度との間には高い相関関係が認められた。

水中での投球速度と水中垂直跳びとの間には高い相関関係が認められた。水中メディシンボール投げおよび支重泳との間には中程度の相関関係が認められたことより, 水中での投球速度は, 立泳ぎの瞬発的な推進力と関係していることが推察された。

投球側の肩関節内外旋筋力(等尺性)は, 非投球側と比較して高値を示した。

水中での投球速度と投球側における肩関節外旋筋力(等尺性)および投球側における肩関節内旋筋力(等尺性)との間には, 中程度の相関関係が認められた。

動作制限法の測定結果より, 水中における投球動作は, 下肢の動作の貢献度が重要であることが伺えた。水中での投球速度を向上させるためには, 下肢を中心とした水中トレーニング方法を確立する必要があると考えられた。

以上のことから, 水中での投球速度と最も関連した体力要素は, 水中垂直跳びであった。動作制限法の結果からも, 水中での下肢の動作の貢献度が大きいことが明らかとなったことから, 投球速度を向上させるためには, 下肢を中心とした水中トレーニング方法を確立する必要があると考えられた。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文]

(計5件, 国外1件・国内4件)

小森康加, 北田耕司, 榎本 至. 高校男子水球選手を対象とした投球速度改善サポート. 日本水泳水中運動科学, 16(1): 17-19, 2013. 査読無.

https://www.jstage.jst.go.jp/article/swex/16/1/16_17/_pdf

Komori, Y., Kobayashi, D., Murase, Y., Enomoto, I., Takagi, H., and Kono, I. The use of contact lenses during water polo play: A 20-year study of Japanese college players. Journal of Sports Sciences, 31(6): 607-611, 2013. 査読有.

洲 雅明, 小森康加, 今田千紗都. 水球競技に小学生区分のジュニア用ゴール使用がシュート数, ゴール数, シュート成

功率に及ぼす影響について．日本水泳水中運動科学,16(1):1-6,2013. 査読有．
乙女陽平, 榎本 至, 南 隆尚, 川上 哲, 小森康加, 洲 雅明．第36回(2013年度)全国ジュニアオリンピックカップ水球競技におけるゲーム分析サポート．日本水泳水中運動科学,17(1):33-37,2014. 査読無．

https://www.jstage.jst.go.jp/article/swex/17/1/17_33/_pdf

瀬川栄一, 小森康加．高校生水球選手における肩関節の柔軟性の実態調査．日本水泳水中運動科学,18(1),2015(印刷中)．査読無．

〔学会発表〕
(計12件, 国外3件・国内11件)

Komori, Y., Kobayashi, D., Murase, Y., Takagi, H., and Kono, I. The relationship between throwing distance on- water and on dry land in elite Japanese water polo players. 16th Annual congress of the European college of sports science, Liverpool, UK, July 6-9, 2011.

北田耕司, 岩竹 淳, 小森康加, 與谷謙吾, 田巻弘之．動作制限法による投球速度に影響する動作の検討．日本体育学会第62回大会(鹿児島県), 2011年8月25日-27日．

Komori, Y., Kobayashi, D., Murase, Y., Enomoto, I., Takagi, H., and Kono, I. Increase in contact lens use by water polo players due to a change in product quality: A 20-year study of Japanese college players. 17th Annual congress of the European college of sports science, Bruges, Belgium, July 4-7, 2012.

北田耕司, 岩竹 淳, 小森康加, 與谷謙吾, 田巻弘之．投球動作の指導方法の違いが球速に与える影響 - 下半身中心の指

導と上半身中心の指導の違いについて - 第63回日本体育学会(神奈川県), 2012年8月22-24日．

小森康加, 小林大祐, 村瀬陽介, 榎本 至, 高木英樹, 河野一郎．水球選手の競技中の視力矯正方法に関する研究 - 大学男子水球選手を対象とした20年間の比較 - 第67回日本体力医学会(岐阜県), 2012年9月16-18日．

北田耕司, 岩竹 淳, 小森康加, 與谷謙吾, 田巻弘之．野球の投球速度に影響する体力・運動能力要素の検討-投球速度とバットスイングの関係-．日本体育学会第64回大会(滋賀県), 2013年8月28日-30日．

瀬川栄一, 河上 剛, 小森康加, 北條達也．水球選手における肩関節の柔軟性とスポーツ障害の関連性について．第68回日本体力医学会(東京都), 2013年9月21-23日．

南 隆尚, 松井敦典, 丸山博史, 福中賢一, 洲 雅明, 榎本 至, 川上 哲, 高木英樹, 村瀬陽介, 大本洋嗣, 藤原秀規, 乙女陽平, 小森康加．水球国際試合における男女選手の泳距離・泳速度．第17回日本水泳水中運動学会(埼玉県), 2013年11月3-4日．

Komori, Y., Kitada, K., Segawa, E., Shimura, Y., and Kono, I. Contribution of hand and leg movements to the throwing performance of water polo players. 19th Annual congress of the European college of sports science, Amsterdam, Netherlands, July 2-5, 2014.

新井龍貴, 小森康加, 新村由恵．競泳選手におけるスポーツ障害の発生要因．第144回京都滋賀体育学会(京都府), 2015年3月7日．

松田千佳, 新村由恵, 小森康加．中学女

子バスケットボール選手に向けたラダー
トレーニング介入の効果 .第144回京都滋
賀体育学会 (京都府), 2015年3月7日 .
小森康加, 瀬川栄一, 北田耕司, 新村由
恵 . 高校男子水球競技選手における投球
速度と肩関節内外旋筋力の関係 . 第70回
日本体力医学会 (和歌山県), 2015年9月
18-20日

6 . 研究組織

(1)研究代表者

小森 康加 (KOMORI, Yasuka)
大阪国際大学・人間科学部・准教授
研究者番号 : 90296773

(2)研究分担者

榎本 至 (Enomoto, Itaru)
鎌倉女子大学・教育学部・准教授
研究者番号 : 40435277

(3)連携研究者

北田 耕司 (KITADA, Koji)
石川工業高等専門学校・その他部局等・
教授
研究者番号 : 70280378