バスケットボール経験の有無による 車椅子バスケットボールのチェストパス動作の相違

——肘・手関節角度および関節角速度に着目して——

Influence of Basketball Experience on the Chest Pass Motion in Wheelchair Basketball

清水 怜有¹⁾ 浦邊 幸夫¹⁾ 前田 慶明¹⁾ 森川 将徳¹⁾
福井 一輝¹⁾ 小林 拓未¹⁾ 平田 和彦²⁾ 木村 浩彰³⁾

REIA SHIMIZU, RPT¹⁾, YUKIO URABE, RPT, PhD¹⁾, NORIAKI MAEDA, RPT, PhD¹⁾, MASANORI MORIKAWA, PO¹⁾,
KAZUKI FUKUI, RPT¹⁾, TAKUMI KOBAYASHI, RPT¹⁾, KAZUHIKO HIRATA, RPT²⁾, HIROAKI KIMURA, MD, PhD³⁾

¹⁾ Graduate School of Biomedical & Health Sciences, Hiroshima University: 1-2-3 Kasumi, Minami-ku, Hiroshima-shi,
Hiroshima 734-8553, Japan TEL +81 82-257-5405 E-mail: reia-shimizu@hiroshima-u.ac.jp

²⁾ Sports Medicine Center, Hiroshima University Hospital

³⁾ Department of Rehabilitation Medicine, Hiroshima University Hospital

Rigakuryoho Kagaku 33(6): 887-890, 2018. Submitted May 15, 2018. Accepted Jul. 6, 2018.

ABSTRACT: [Purpose] The aim of this study was to clarify the difference in elbow/wrist joint motion of the chest pass in wheelchair basketball between players with and without basketball experience to help coach the chest pass motion. [Participants and Methods] The subjects were healthy women consisting of 6 with experience and 6 without experience of basketball. The chest pass motion in wheelchair basketball was analyzed using a three-dimensional motion analysis device. [Results] Compared with the inexperienced group, the experienced group had 1) high initial ball velocity and accuracy values; 2) small elbow joint flexion and wrist dorsiflexion angles at ball release; and 3) earlier appearance of maximum angular velocities of elbow joint extension and wrist palmar flexion. [Conclusion] The elbow/wrist joint motion of the experienced basketball players with a high performance level in the wheelchair basketball chest pass will help coach the action of wheelchair basketball players.

Key words: wheelchair basketball, chest pass motion, upper limb joint motion

要旨:〔目的〕バスケットボール経験の有無による車椅子バスケットボールのチェストパスの肘・手関節運動の違いを明らかにし、動作指導の一助とすること。〔対象と方法〕対象は健康女性で、バスケットボール経験者6名、未経験者6名とした。車椅子バスケットボール用車椅子上でのチェストパス動作を三次元動作解析装置で解析した。〔結果〕経験群は未経験群と比較して、1) ボール初速度と正確性の値が高かった。2) ボールリリース時の肘関節屈曲角度および手関節背屈角度が小さかった。3) 肘関節伸展最大角速度および手関節掌屈最大角速度の出現時期が早かった。〔結語〕車椅子バスケットボールのチェストパスのパフォーマンスレベルの高いバスケットボール経験者の肘・手関節運動は、車椅子バスケットボールプレイヤーの動作指導の一助となる。

キーワード: 車椅子バスケットボール, チェストパス動作, 上肢関節運動

¹⁾ 広島大学大学院 医歯薬保健学研究科: 広島県広島市南区霞 1-2-3 (〒734-8553) TEL 082-257-5405

²⁾ 広島大学病院 スポーツ医科学センター

³⁾ 広島大学病院 リハビリテーション科

I. はじめに

車椅子バスケットボール（Wheelchair Basketball：以下、WBB）は下肢に障がいをもつ者が行うスポーツ種目の一つであり、一般のバスケットボール（Basketball：以下、BB）と同サイズのコートで行われる¹⁾。近年では、健常者の参加が可能な大会もみられ、健常 WBB プレーヤーも増加している²⁾。

BB では5種類のパスの中でチェストパス（Chest Pass：以下、CP）が39.9%を占めており最も多用され³⁾、BB と類似のスポーツであるため WBB でも同様と考えられる。CP 動作は、ボールを自分の胸元から両手で押し出す基本的なパス動作であり⁴⁾、目的とする場所に素早く正確にパスすることが求められる。CP のパフォーマンスのテストでは、ボール初速度および正確性についての項目がある⁵⁾。BB での CP 動作は、下肢の蹴り出しにより得られた運動エネルギーを上肢を介してボールに伝えることで、ボール初速度を増加させる⁶⁾。さらに、CP 動作時の上肢関節運動は他のスポーツ動作で類似の動作が少なく、BB 経験者は未経験者よりも正確性が高く、水平方向へのボール初速度が大きい⁶⁾。

BB のシュート動作の上肢関節運動に注目した研究では、パフォーマンスレベルの高いプレーヤーは低いプレーヤーよりもボールリリース時の肘関節屈曲角度が大きく、手関節背屈角度が小さく、肘・手関節最大角速度が大きいと報告している⁷⁾。シュート練習は CP 動作の上達につながるため⁸⁾、CP 動作の上肢関節運動に関しても類似の結果が得られると考えられる。加えて、WBB は車椅子上で動作が行われるため、下肢関節運動の貢献度が低くなり、より上肢関節運動の依存度が増加すると予想される。しかしながら、WBB の CP 動作の上肢関節運動については明らかになっていない。

本研究は、BB 経験の有無によるパフォーマンスレベル（ボール初速度、正確性）および WBB の CP 動作時の肘・手関節運動の違いを明らかにし、健常 WBB プレーヤーの CP 動作指導の一助とすることを目的とした。仮説として以下の3点を設定した。1) BB 未経験者に比べて経験者の1) パフォーマンスレベルは高い。2) ボールリリース時の肘関節屈曲角度は大きく、手関節背屈角度は小さい。3) 肘・手関節最大角速度は大きい。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は、上肢および体幹に整形外科的疾患の既往のない健常女性12名とした。BB 経験のある群（以下、経験群）6名、BB 経験のない群（以下、未経験群）6名に分けた。対象のプロフィールを表1に示した。なお、

全対象が利き手は右であることを確認した。

本研究は、広島大学疫学研究倫理審査委員会の承認を得て実施した（承認番号：E-1168）。

表1 対象のプロフィール

	経験群	未経験群
年齢（歳）	21.0 ± 1.3	22.0 ± 0.9
身長（cm）	157.7 ± 4.6	156.2 ± 5.2
体重（kg）	52.5 ± 5.1	46.9 ± 3.0
BMI（kg/m ² ）	21.1 ± 0.9	19.3 ± 1.8
競技歴（年）	9.7 ± 2.9	--

平均値 ± 標準偏差。

2. 方法

課題動作は、WBB 専用車椅子（Nissin 製、座高 45 cm、座角度 0°）上で行う CP とした。バスケットボール（VQ6BA、VISION QUEST 社製）を膝の上に置いた状態から開始し、WBB 専用車椅子のバンパーの前縁から 3 m 先に設置した枠内に、最大の速度で投げるよう指示した。なお、枠の大きさを 61 cm × 61 cm⁹⁾、枠の中心の高さを対象の肩峰の高さに統一した。対象は練習 2 試行を行い、十分な休息をとった後に合計 10 試行実施した。動作解析には、無作為に抽出した 3 試行を用いた。

赤外線反射マーカーを Plug-in-gait-model full body にもとづいた全身 35 カ所と左右第 2 指の指先およびバスケットボール 2 カ所に貼付した¹⁰⁾。なお、全対象が同じバスケットボールと WBB 専用車椅子を使用した。

課題動作の測定には、16 台の赤外線カメラ（VICON MX、Vicon Motion Systems 社製）を用いて、三次元で解析を行った。サンプリング周波数は 100 Hz とした。得られたマーカー座標はデジタルフィルター処理を行い、動作解析ソフト（Vicon Nexus 1.8.5., Vicon Motion System 社製）を用いて、課題動作の解析を行った。解析区間は、肘関節が最大屈曲した時点からボールリリースまでとし、その区間を 100% に正規化した。ボールリリースは、バスケットボールが指から離れた時点とし、バスケットボールと指先のマーカー座標から算出した。

分析項目はボール初速度、パスの正確性、ボールリリース時の左右肘関節屈曲角度、手関節背屈角度、肘関節伸展最大角速度および最大角速度出現時期、手関節掌屈最大角速度および最大角速度出現時期とした。パスの正確性は、枠にバスケットボールが当たらずに通過したものを成功とし、10 試行中の成功率を算出した。ボール初速度は、ボールリリース時およびボールリリースから 0.05 秒後のボールの中心座標の 2 点の変位量を時間で除したものとした。

統計解析には、Excel アドインソフト Statcel 4（オー

表 2 経験群と未経験群の各項目の平均値と標準偏差

			経験群	未経験群
ボール初速度 (m/s)			5.3 ± 0.5*	4.4 ± 0.3
正確性 (%)			90.0 ± 8.9*	61.7 ± 11.7
ボールリリース時	肘関節屈曲角度 (°)	左	26.9 ± 3.2	25.5 ± 4.2 [†]
		右	27.3 ± 6.7*	32.9 ± 3.9
	手関節背屈角度 (°)	左	18.9 ± 10.8	31.3 ± 15.7
		右	24.4 ± 7.4*	42.6 ± 8.9
最大角速度	肘関節伸展 (°/s)	左	922.0 ± 92.4	827.9 ± 83.0
		右	895.0 ± 101.6	823.2 ± 109.7
	出現時期 (%)	左	58.0 ± 4.7*	69.7 ± 6.3 [†]
		右	60.0 ± 3.0*	72.8 ± 5.6
	手関節掌屈 (°/s)	左	1579.3 ± 223.7	2874.4 ± 2135.1
		右	1538.6 ± 302.3*	2977.5 ± 2026.2
	出現時期 (%)	左	88.8 ± 8.3*	98.5 ± 3.4
		右	94.0 ± 4.7*	100.0 ± 0.0

平均値 ± 標準偏差. *: $p < 0.05$ (経験群 vs 未経験群), [†]: $p < 0.05$ (左 vs 右).

出現時期は肘関節が最大屈曲した時点からボールリリースまでを 100% に正規化した値.

エムエス出版社製) を使用した. 群間比較として, Mann-Whitney U 検定を行った. 各群の左右での違いを群内比較として, Wilcoxon の符号順位検定を行った. なお, 有意水準は 5% とした.

III. 結 果

表 2 には経験群と未経験群の各項目の平均値ならびに標準偏差を示した.

ボール初速度 (平均 ± 標準偏差) は, 経験群 5.3 ± 0.5 m/s, 未経験群 4.4 ± 0.3 m/s であり, 経験群が有意に大きかった ($p < 0.05$).

パスの正確性 (平均 ± 標準偏差) は, 経験群 90.0 ± 8.9%, 未経験群 61.7 ± 11.7% であり, 経験群が有意に高かった ($p < 0.05$).

ボールリリース時の右肘関節屈曲角度 (平均 ± 標準偏差) は, 経験群 27.3 ± 6.7°, 未経験群 32.9 ± 3.9° であり, 経験群が有意に小さかった ($p < 0.05$). ボールリリース時の左肘関節屈曲角度は, 群間で有意な差を認めなかった. 左右で比較すると, 未経験群の左肘関節屈曲角度は 25.5 ± 4.2°, 右肘関節屈曲角度は 32.9 ± 3.9° であり, 左肘関節屈曲角度が有意に小さかった ($p < 0.05$).

解析区間 (肘関節が最大屈曲した時点からボールリリースまで) の肘関節伸展最大角速度は, 群間および群内で有意な差を認めなかった. 解析区間を 100% に正規化して算出した左肘関節と右肘関節の伸展最大角速度の出現時期 (平均 ± 標準偏差) は, 経験群では 58.0 ± 4.7%, 60.0 ± 3.0%, 未経験群では 69.7 ± 6.3%, 72.8 ± 5.6% であり, 経験群が有意に早かった ($p <$

0.05). また, 左右で比較すると, 未経験群の左肘関節伸展最大角速度の出現時期は右肘関節より有意に早かった ($p < 0.05$).

ボールリリース時の右手関節背屈角度 (平均 ± 標準偏差) は, 経験群 24.4 ± 7.4°, 未経験群 42.6 ± 8.9° であり, 経験群が有意に小さかった ($p < 0.05$). ボールリリース時の左手関節背屈角度は, 群間で有意な差を認めなかった. また, 経験群と未経験群の両方で左右間でも有意な差を認めなかった.

右手関節掌屈最大角速度 (平均 ± 標準偏差) は, 経験群 1538.6 ± 302.3°/s, 未経験群 2977.5 ± 2026.2°/s であり, 経験群が有意に小さかった ($p < 0.05$). 左手関節掌屈最大角速度は, 群間で有意差を認めなかった. 左手関節と右手関節の掌屈最大角速度の出現時期 (平均 ± 標準偏差) は, 経験群では 88.8 ± 8.3%, 94.0 ± 4.7%, 未経験群では 98.5 ± 3.4%, 100.0 ± 0.0% であり, 経験群が有意に早かった ($p < 0.05$). 経験群と未経験群で左右間での有意差は認めなかった.

IV. 考 察

本研究は, BB 経験の有無による WBB の CP 動作の upper 肢関節運動の違いについて, 三次元動作解析装置を用いて検討した. パフォーマンスの指標であるボール初速度と正確性は, 経験群で高い値を示し, これらのパフォーマンスは, 関節角度や関節角速度との関係性が報告されている^{11,12)}. 結果から, 経験群は未経験群と比較して, ボールリリース時の肘関節屈曲角度および手関節背屈角度が小さく, 肘関節伸展最大角速度および手関

節掌屈最大角速度の出現時期が早いことを認めた。

BB では経験群のボールリリース時の肘関節屈曲角度は、未経験群よりも大きくなるとの報告がある⁷⁾。しかし、本研究では経験群よりも未経験群のほうが肘関節の屈曲角度は大きくなった(表2)。BB は下肢関節運動によりボールに推進力を与えている¹³⁾。WBB は車椅子座位での動作であり、下肢関節運動の貢献度が低下するため、肘関節を伸展させることによってボールへの推進力を生じたと考えられる。下肢関節運動の影響を減少させるためにBB のシュート動作を椅座位で行わせた研究でもパフォーマンスレベルの高い選手ほど肘関節を伸展させていた¹⁴⁾。ボールリリース時の手関節背屈角度は、経験群のほうが未経験群よりも小さく(表2)、先行研究と類似の結果となった。手関節の掌屈運動はスナップ動作といわれ、BB で重要な動作である¹⁵⁾。WBB でも同様に手関節のスナップ動作が必要であるといえる。左右差の観点からボールリリース時の関節角度をみると、未経験群の肘関節屈曲角度でのみ差がみられ、経験群は左右均等な動作が行えていることがわかった。

ボール初速度は、肘関節伸展最大角速度と手関節掌屈最大角速度が大きいほど大きくなる⁷⁾。しかし、本研究では肘関節伸展最大角速度は経験群と未経験群で差はみられず、手関節掌屈最大角速度は経験群よりも未経験群のほうが大きかった(表2)。また、関節最大角速度が肘関節、手関節、指先の順に出現することで、ボール初速度を大きくするといわれている^{7,16)}。両群とも肘関節、手関節の順に関節最大角速度が出現し、未経験群よりも経験群のほうが肘関節伸展最大角速度と手関節掌屈最大角速度の出現時期は早かった(表2)。手関節掌屈最大角速度の出現時期に関して、経験群はボールリリースよりも前に出現しているが、未経験群はボールリリース時に出現していた(表2)。未経験群の手関節掌屈最大角速度は経験群よりも大きい、出現時期が遅く、正確性に関連のある指先の運動を¹⁷⁾、ボールリリース時に経験群よりも用いることができていないと考えられる。

本研究ではBB 経験者6名と未経験者6名を対象に、WBB のチェストパス動作をボールリリース時の関節角度と肘関節が最大屈曲した時点からボールリリースまでの区間の関節最大角速度に着目した。限界として、対象人数が少なかったこととWBB 選手でなかったことが挙げられる。しかし、本研究の成果と理学療法上の意義として、WBB のチェストパス動作でパフォーマンスレベルの高いBB 経験者の動作を明らかにすることができたため、健常WBB プレーヤーに運動学的観点から動作指導できる点が挙げられる。今後は、さらなるWBB プレーヤーの技術向上のために、CP 動作のメカニズムを肘・手関節のみならず、体幹や肩関節にも着目し、筋活動の観点からも明らかにしていく必要がある。

利益相反 すべての著者は、開示すべき利益相反はない。

引用文献

- 1) 日本パラリンピック委員会：競技紹介 車いすバスケットボール。 <http://www.jsad.or.jp/paralympic/sports/wheelchair-basketball.html> (閲覧日2017年11月17日)。
- 2) 河西正博：障害者スポーツにおける「障害者」意識に関する研究—車椅子バスケットボールプレーヤーに着目して—。福祉文化研究, 2012, 21: 62-77。
- 3) Ricardo EI, Luca R: Analysis of biomechanical structure and passing techniques in basketball. TPRJ, 2011, 3: 41-45。
- 4) 佐古賢一：スポーツ・ステップアップDVDシリーズ バスケットボールパーフェクトマスター。新星出版, 東京, 2014, pp30-33。
- 5) 小牟礼育夫, 青柳 領, 櫻木規美子・他：バスケットボールのスキルテストの信頼性, 妥当性, 実用性。福岡大学スポーツ科学研究, 2013, 43: 1-12。
- 6) 松原周信, 菊池紀子：バスケットボールのチェストパスにおける技能の水準と機械的効率の関係。京都府立大学学術報告「人間環境学・農学」, 1999, 51: 5-13。
- 7) 八坂昭仁, 得居雅人：バスケットボールのセットショットにおける上肢の運動—初速度への影響—。九州女子大学紀要, 1999, 36: 27-34。
- 8) 中林忠輔, 深町明夫：女子バスケットボールのフリースローにおける技術指導の留意点に関する研究。教育学部紀要, 1994, 28: 154-157。
- 9) Lyons M, Al-Nakeeb Y, Nevill A: The impact of moderate and high intensity total body fatigue on passing accuracy in expert and novice basketball players. J Sports Sci Med, 2006, 5: 215-227。
- 10) Vicon®: Plug-in-Gait modelling instructions. Vicon® Manual, Vicon® 612 Motion Systems. Oxford Metrics, Oxford, 2002。
- 11) 元安陽一：バスケットボールのフリースロー成功率に及ぼす関節運動の影響。上智大学体育, 2010, 44: 5-12。
- 12) Okazaki VH, Rodacki AL: Increased distance of shooting on basketball jump shot. J Sports Sci Med, 2012, 11: 231-237。
- 13) 田邊 智, 瀬戸孝幸, 川端浩一・他：バスケットボールのスリーポイントショット時における熟練者と未熟練者の関節運動の違いについて。体育学研究, 2017, 62: 535-558。
- 14) 中井 聖：車いすバスケットボールにおけるワンハンドシュート動作の2次元分析。大阪体育学研究, 2013, 51: 71-79。
- 15) 三浦 健：バスケットボールのシュート距離を伸ばすためのスナップ動作の一例。スポーツパフォーマンス研究, 2009, 1: 38-41。
- 16) 高橋圭三, 阿江通良, 藤井範久・他：野球のピッチングにおける手および指の動きとボール速度増加の関係。バイオメカニクス研究, 2000, 4: 116-124。
- 17) 塩見哲大, 湯浅景元：バスケットボールのワンハンドシュートにおけるボールリリース時の指先の動作研究。中京大学体育学論叢, 2003, 45: 15-21。