

平成 30 年 6 月 22 日現在

機関番号：24403

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2017

課題番号：26750271

研究課題名(和文) ボッチャ選手の競技力向上のためのシーティングシステムの開発

研究課題名(英文) Development of a seating system for improvement of Boccia performance

研究代表者

片岡 正教 (Kataoka, Masataka)

大阪府立大学・総合リハビリテーション学研究科・講師

研究者番号：60611910

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、ボッチャ選手の強化のため、座位姿勢が競技パフォーマンスに与える影響を分析し、競技パフォーマンス向上に適したシーティングシステムを開発することであった。当初は座面や車椅子自体の改良を計画していたが、選手による個性が高いため、別の方法で実施した。「ランプ」という補装具を用いる選手については、選手の座位姿勢におけるアライメントや保持する能力を考慮して最初のランプの位置の設定を行うことでパフォーマンスが向上する可能性が示唆された。また自身で投球する選手において、座面の改良だけでなく、下肢に装着するベルトの位置を固定することで投球動作が改善された例が見られた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to analyze the influence of sitting posture on competition performance of Boccia players and develop a seating system suitable for improving competition performance. Initially planning to improve the seating surface and wheelchair, but due to the high individuality of each player, it was carried out in another way. For players using "ramp" prosthesis, it was suggested that the performance could be improved by setting the first position of their ramp in consideration of their alignment and holding ability at the sitting posture of the player. Also, in the player throwing himself, not only improvement of the seating surface but also improvement of throwing form by fixing the position of the belt attached to the lower limb was seen.

研究分野：障がい者スポーツ

キーワード：障がい者スポーツ ボッチャ 脳性麻痺 シーティング

1. 研究開始当初の背景

「ボッチャ」とはもともと重度障がい者が参加できるスポーツとしてヨーロッパで考案されたターゲットスポーツであり、パラリンピックの正式種目である。バドミントンコート程度の大きさのコートで行い、ジャックと呼ばれる白い的玉に、自身の投げる6球の赤または青のボールが相手のボール（自分と反対の色のボール）よりもどれだけ近づけることができるかを競うというシンプルなルールから、今日では障がい者のスポーツとしてだけではなく、子どもから高齢者まで、老若男女問わず、幅広く楽しまれている。

ボッチャはパラリンピック種目の中でも特に重度の障がい者（四肢麻痺者）が出場できる競技であり、自身で投球が可能な選手、投球にアシスタントデバイスや介助者が必要な選手など、障害の程度によって4つのクラスに分類される。

ボッチャの国際大会では一人の選手につき、1日に最大3試合程度行われ、1日の投球数は72球以上（練習も含めると100球ほど）になる。前述したように、ボッチャは最も重度な障がい者が参加する競技と言え、そのような選手が長くて1試合1時間以上車椅子上で座位を保持しながらボールを投げ続ける、あるいは競技用補装具を用いてアシスタントに指示を出してボールを転がす動作を継続することは決して容易なことではない。

ボッチャの投球に関する研究は散見する程度であるが、投球時の上肢の筋活動を計測した報告において、僧帽筋上部線維など肩関節周囲筋に疲労が生じやすいことが報告されている（Daniel T, et al. 2012）。重度の四肢麻痺者が車椅子上でボールを狙って投球するという、距離・方向の調整というコントロールが要求される課題において、上肢の運動が円滑に遂行されるためには、四肢・体幹に麻痺のある中でいかに安定した座位姿勢が維持、確保できるかということが特に重要な要素であると考えられる。また、自身で投球が難しい選手は「ランプ」と呼ばれる補装具（傾斜台）を用いて、アシスタントに指示することでボールを転がし、競技に参加するが、これらの選手においても座位姿勢の維持はパフォーマンスに大きく影響することが予想される。

我々は、2013年7月に開催された第15回日本ボッチャ選手権大会（予選会）出場選手および2013年度日本ボッチャ協会の強化指定選手のうち、自身で投球が可能なクラスの選手49名に対し、最大投球可能距離の計測を実施した。予選を勝ち上がった選手と予選で敗退した選手では投球可能距離に有意差が認められ（次頁図参照）、ターゲットスポーツでありながらも、ボールを遠くまで転がすことができる能力が強化の一指標になることが示唆された。つまり、麻痺のある身体

で、車椅子に座ったまま遠くまでボールを投げる能力において、コーディネーションの身体的パフォーマンスを上げることに加え、上肢の強い運動を円滑に行うための座位の安定性が重要であると考えられる。

そこで我々は、ボッチャ選手の座位姿勢が競技パフォーマンスに与える影響について分析し、競技パフォーマンス向上に適した座位保持用デバイス（骨盤固定用補装具等）や競技用車椅子といったシーティングシステムを開発することで、日本のボッチャ選手の競技力を向上させたいと考えた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、ボッチャ選手の強化のため、座位姿勢が競技パフォーマンスに与える影響を分析し、競技パフォーマンス向上に適したシーティングシステムを開発することである。

3. 研究の方法

(1) 開始当初の計画

研究開始当初の計画では、自身で投球可能なボッチャ選手30名に対し、ボッチャコート上での投球動作の撮影を行い、それを三次元的に分析することとしていた。そして、選手のシートを、選手個人の骨盤周囲の形状を型取り、それを基にしたシートの作成を行い、投球動作の比較、パフォーマンスの比較を実施するというものであった。

これらについては、まず健常者で実験環境の確認を実施した結果から、改良を重ねてボッチャ選手に対して実施する予定であった。

(2) 方法の変更

研究を進めるにあたり、選手の障がいの程度が多様であり、対象者の条件を絞ることが難しいという課題が生じた。また、投球動作についても、その方法が様々であり、パフォーマンスをどのように評価するかを確立させることが困難であった。

そこで、「投球動作」を除外し、座位姿勢がどのようにボールのコントロールやターゲットを狙う方向性に影響するかを検証するため、ランプを用いる選手（競技クラスBC3選手）の競技パフォーマンスと座位姿勢の関係性を明らかにすべく、座圧測定とランプの方向のセッティングについて関係性を明らかにすることとした。

1) ランプの位置が座圧とターゲットに対する精度に及ぼす影響について

健常学生17名（男性5名、女性12名、平均年齢21.0±1.2歳）を対象とした。対象者

には視覚障がいがなく、メガネやコンタクトの使用は可とし、十分な視力があることを問診にて確認した。

ボッチャコートのスローイングボックス中央に標準型車椅子を設置し、被験者を座らせ、正面 5m 先に設置した目標点にランプの先端が合うように検者に指示して方向を合わせた (図 1)。

ランプは金属製の支柱に木製のスロープがついており、支柱を固定したままスロープ部分のみ左右に可動するものを使用した。目標点を 1 回狙い終えるたびにランプの先端を左右に動かし、狙い終えた時点のランプの向きが異なるように設定した。

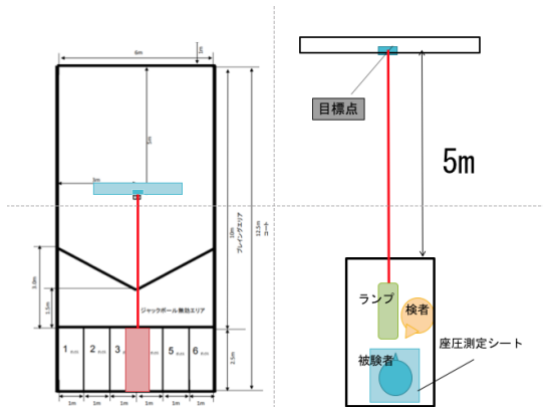


図 1 ボッチャコートの設定

ランプの位置を被験者の座っている車椅子の正面 (0cm) と、そこから左右に 5cm, 10cm 移動させた計 5 カ所に設定し、各位置で 3 回ずつ目標点を狙う課題を遂行させた (図 2)。

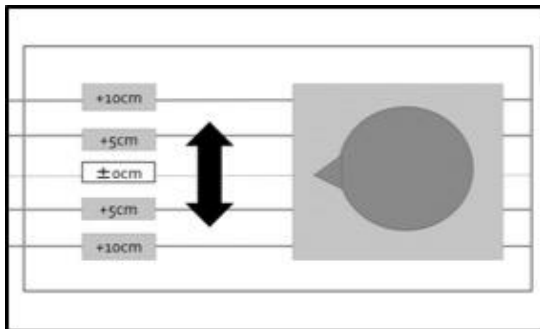


図 2 ランプの位置設定

また、座位の条件を A, B, C の 3 つ設定した。条件 A は水平な座面、条件 B, C は 40cm 四方の板を用いて左傾斜をつけた座面で課題を遂行させた (図 3)。

これらの条件 B, C は、脊柱の変形や筋緊張のアンバランスにより座圧中心が側方へ変位していることが予想される BC3 クラスの選手の状態を模した選手モデルとして扱った。条件 A では被験者に特に姿勢についての指示は与えなかった。条件 B, C では各々に姿勢についての指示を与えた。条件 B では座

圧中心を側方へ変位させた状態で課題を遂行させ、条件 C では可能な限り座圧中心を正中位に戻す姿勢、すなわち体幹を正中位に立ち直らせた状態での姿勢で課題を遂行させた (図 4)。

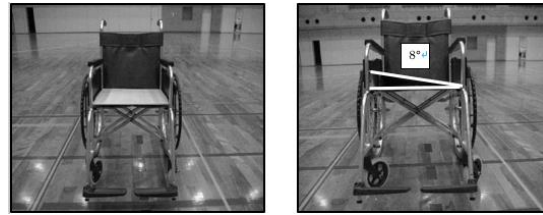


図 3 条件 A (左) と条件 B, C (右)

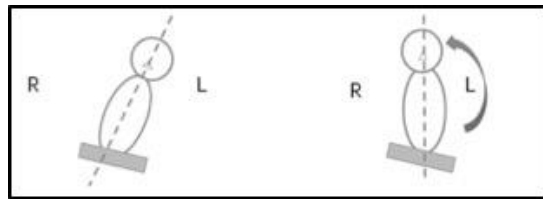


図 4 条件 B (左) と条件 C (右) の座位姿勢

条件 B は座位姿勢の修正を行うことができない選手、条件 C は姿勢を修正して座圧中心を移動させることができる選手のモデルとして実施した。

課題遂行時の座圧は、座圧分布測定器 (SR ソフトビジョン; 住友理工社製) を用いて計測し、座圧中心の座標を算出した。座圧中心は各条件のランプ設置前と、目標点を狙い終えた時に計測し、座標の変位を算出した。

目標点を狙う精度 (以下、ターゲット精度) は、5m 先に設置された目標点の中心を狙うようにランプの方向を調整させ、狙いが定まったところでランプの先端に取り付けたレーザーポインタをその目標点に照射し、目標点の中央からのズレを計測することで算出した (数値が大きい方がズレが大きい、すなわちターゲット精度が低いことを表す)。目標点は、長方形の用紙を横倒しにしたテーブルに貼り付け、その用紙にボッチャボールと同程度の大きさの四角形を描写したものとした。被験者にはこの中央を狙うように指示した。

データの解析には統計ソフト SPSS ver. 22 を使用し、有意水準を 5%未満とした。座圧中心移動量とターゲット精度について、それぞれ Shapiro-Wilk 検定にて正規性があることを確認した。条件では外れ値が見られたため除外し、欠損値として取扱い、正規性を確認した。座圧中心移動量では 2 群間で対応のある t 検定、座圧中心移動量とターゲット精度の関係については Pearson の相関係数、ターゲット精度の 3 群間以上での比較については、反復測定による分散分析を用いた。欠損値が含まれる解析を行う際はリストから除外し、群間の総数を整えて解析を行った。

2) ボッチャ選手投球時の殿部浮き上がりを抑制するための座位姿勢の設定

痙直型四肢麻痺の脳性麻痺ボッチャ選手(18歳, 男性, 投球側: 右, 上投げ, 競技歴2年程度, BC2クラス)1名を対象にパフォーマンスを低下させず、かつ投球時の殿部の浮き上がりを抑制するための補装具の位置を検証するために、座圧分布測定器を用いて殿部の座面への設置を確認しながら投球課題を実施させた。

通常行っている投球動作と、補装具を装着した際の投球動作の座圧分布を確認した。

4. 研究成果

(1) ランプの位置が座圧とターゲットに対する精度に及ぼす影響について

1) 座圧中心移動量

ランプの位置によって正面(0cm)と有意に差が見られたのは条件Aにおいて左へ10cm移動させた時($p<0.01$)と、左へ5cm移動させた時($p<0.05$)であった。条件Bでは有意な差がなく、条件Cでは右へ10cm移動させた時に0cmと比較して有意な差が見られた。

2) ターゲット精度

同じランプ位置で各条件を比較した場合、条件AとC、条件AとBでは有意な差はなく、条件BとCでは左に5cmの位置にランプを設置した際のみ有意な差が見られた(それぞれ $10.0\pm 4.2\text{cm}$, $6.6\pm 4.1\text{cm}$, $p<0.05$)。次に、同じ条件でランプ位置によるターゲット精度の違いを比較した場合、全ての条件において有意な差は見られなかった。しかしながら、条件Bで被験者自身の正面よりも左にランプがある場合、右にある場合よりもターゲット精度は高い傾向にあった。また条件CではBと比較し、ターゲット精度が高まる傾向にあった。

3) 座圧中心移動量とターゲット精度の関係

座圧中心移動量の絶対値とターゲット精度の関係において、条件Aでは0cmの時($r=0.55$, $p<0.05$)、条件Bでは左10cm, 5cm, 0cm, 右5cmの時に正の相関が見られた(それぞれ $r=0.49$, $r=0.49$, $r=0.58$, $r=0.55$, $p<0.05$)。条件Cにおいては相関が見られなかった。

(2) ボッチャ選手投球時の殿部浮き上がりを抑制するための座位姿勢の設定

当該選手は、投球時、ボールをリリースす

る瞬間に、強い下肢の伸展痙性が生じ、バックレストに背部を、座面の前面に膝窩部を強く押し付けるような姿勢になり、殿部が座面から離れているように見えることからボッチャの競技規則で反則となる可能性が高い選手であった。

フットレストに足底の前面を設置することで、より伸展痙性を強めている可能性があったことから、フットレストに足底の後面を設置させて、前面はフットレストから前に出す状態で投球させるとその傾向が軽減する様子が伺えた。最初に足部の位置を設定しただけでは、数回投球すると元に戻ってしまうことから、補装具を工夫することで解決した。

具体的には、本来、車いすバスケットボールなどで下腿が前に落下しないように下腿の前面に当てるベルトを、下腿の後面に当てるように設置し、膝の屈曲を軽度制限することで足部が後面に移動して足底の前面がフットレストに乗ることを抑制した。

補装具装着の前後で、投球前と投球時の座圧分布を確認したところ、明らかに変化が見られ、殿部の浮き上がりが生じなくなった(図5)。

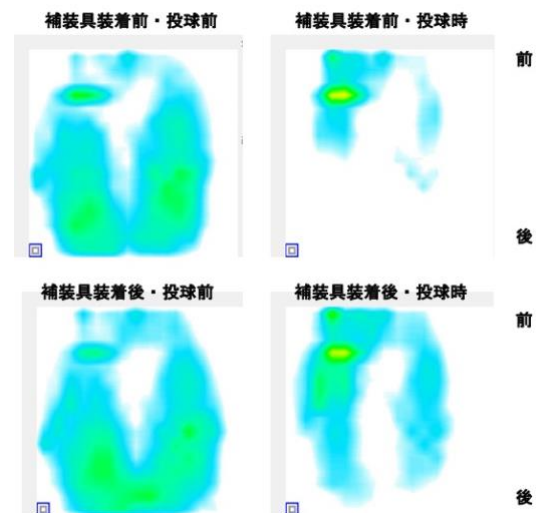


図5 補装具装着前後での投球時の座圧変化

また、本人に投球時の違和感等を確認したところ、補装具の有無による違いはなく、投球距離についても補装具の有無で変化はなかった。

(3) 本研究から得られた成果

ランプを用いる選手の場合、そのランプをどこに設置するかによって座圧の変化が生じることがわかった。本研究では、座圧の位置自体がターゲット精度に影響を与えるかどうかについては明らかにならなかったが、座圧中心の移動量と関連性がある可能性が示唆された。また、随意的に姿勢を調整することができる選手については、座圧中心を正中位に戻すような姿勢の修正を行った方が

精度を高める可能性があり、反対にそれが困難な選手については、目標点を狙う際に座圧中心位置が大きく変化しないように姿勢を保持することが、精度を高める可能性があることがわかった。また、随意的に姿勢を修正することができる選手においても、姿勢修正に過剰な努力を要する位置にランプを設置すると精度が低下することが考えられ、選手の座位姿勢や修正、保持する能力をよく把握した上で、ランプの位置を設定することの重要性が示唆された。

本研究で対象にした投球可能な選手においては、下肢に対する補装具の工夫でその投球動作の改善が見られた。当初の計画では、座面自体を改良することも計画していたが、安定した座位姿勢を、座位保持装置により確立することは、一方でその投球動作の自由度を低下させることも考えられ、選手の身体機能、麻痺の程度、障害像をよく理解した上で、骨盤周囲だけでなく、足部の位置だけでも動作が改善されることが明らかとなった。

また、本研究で用いた座圧分布測定器は簡易的なものであったが、モニターに映し、選手にフィードバックをかけながら投球課題を実施することもできたことから、投球のパフォーマンスを向上させる一つの有用なデバイスとしても用いることができるといことがわかった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計8件)

- ① 片岡正教, 奥田邦晴, 河合俊次, 他5名. ボッチャ選手の競技パフォーマンス向上における無負荷・高速運動によるウォーミングアップの効果の検証. 第25回日本障がい者スポーツ学会, 2016年, 新潟ふれ愛プラザ(新潟県新潟市).
- ② 間野直人, 加藤翼, 片岡正教, 他2名. 乗馬シミュレーターによるボッチャ投球能力の即時的効果の探求. 第25回日本障がい者スポーツ学会, 2016年, 新潟ふれ愛プラザ(新潟県新潟市).
- ③ 片岡正教, 奥田邦晴, 尾上美有紀, 他3名. ボッチャ日本代表選手のターゲットに対する車椅子セッティングの再現性. 第26回日本障がい者スポーツ学会, 2017年, 太陽の家(大分県別府市).
- ④ K Okuda, M Kataoka, Y Hatanaka. Relationship between throwing distance and performance of Boccia Players with cerebral palsy. Vista 2017, 2017 (Canada).
- ⑤ 高安千香子, 奥田邦晴, 片岡正教. ボッチャのランプ位置が座圧とターゲット精度に及ぼす影響について. 第27回日本障がい者スポーツ学会, 2018年, 国立障害

者リハビリテーションセンター(埼玉県所沢市).

- ⑥ 一場友実, 奥田邦晴, 片岡正教, 他4名. ボッチャ強化指定選手の呼吸機能と心理的競技能力診断検査の検討. 第27回日本障がい者スポーツ学会, 2018年, 国立障害者リハビリテーションセンター(埼玉県所沢市).
- ⑦ 居村修司, 曾根裕二, 片岡正教, 他4名. 脳性麻痺ボッチャ選手の自律神経活動の変化. 第27回日本障がい者スポーツ学会, 2018年, 国立障害者リハビリテーションセンター(埼玉県所沢市).
- ⑧ 矢作公佑, 河合俊次, 片岡正教, 他5名. ボッチャにおける競技力向上に向けた活動報告～これまでの活動と今後の展望～. 第27回日本障がい者スポーツ学会, 2018年, 国立障害者リハビリテーションセンター(埼玉県所沢市).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

片岡 正教 (KATAOKA MASATAKA)

大阪府立大学大学院総合リハビリテーション学研究科・講師

研究者番号: 60611910