

あがりを防止する左手把握素材の スポーツウェアへの実装

早稲田大学 正木 宏 明

Reducing The Occurrence of Choking under Pressure through Use of Wearable Grasping Material Incorporated into Sportswear

by

Hiroaki Masaki
Waseda University

ABSTRACT

Previous studies have reported that squeezing a soft ball with the left hand immediately before an important movement may prevent choking under pressure during games. Instead of squeezing a ball, we sought to identify an alternate material that could be attached to a uniform that an athlete can easily squeeze even during sporting games. In Study 1 we recorded electroencephalograms (EEGs) after squeezing three different materials. A fast Fourier transform (FFT) analysis showed the lowest alpha asymmetry score (AAS) for polyethylene foam. In Study 2, we asked tennis players to squeeze the polyethylene foam immediately before the execution of a second-serve task in a pressure situation. Participants exhibited higher somatic anxiety in the pressure test, and showed improved scores after squeezing the material; but this result did not reach statistical significance. Lastly, we created a prototype sports shirt, in which the polyethylene foam is embedded in the left side.

要 旨

重要な動作直前に左手でボールを反復把握すると右半球が賦活し、プレッシャー下でも「あがり」を防止できることが報告されている。本研究では、試合会場でも反復把握を可能とすべく、適切な把握材を同定し、それをスポーツウエアに実装することを目的とした。実験1では3種類の部材を左手で反復把握した後の安静時脳波を分析した。周波数分析では有意でなかったものの、発泡ポリエチレンフォームの左手把握後に α 偏側性スコア(AAS)が最低値を示した。そこで実験2では、テニスのセカンドサーブ課題を用いて発泡ポリエチレンフォームの把握効果を検証した。左手把握を行った群はプレッシャーテストで緊張を高めた一方で、セカンドサーブスコアは高値を示したが、統計的に有意でなかった。最後に実験で用いた把握材を実装したウエアを試作した。

緒 言

試合本番になると「あがり」に苦しむアスリートがいる。あがりには優れたパフォーマンスを発揮しようと奮闘するにもかかわらず、パフォーマンスが低下する現象と定義され、英語では比喩的に“choking under pressure”と表現される¹⁾。従来、あがり防止の心理学的支援として、種々のリラクゼーション技法の適用が試みられてきた。例えば、自律訓練法²⁾はよく知られた技法であるが、その習得には時間を要し、専門家の指導を受けることが望ましい。そのためアスリートにとっては気軽でなく、挫折してしまう者も多い。実用目的の観点では、できるだけ簡便で効果的なあがり防止法の確立が必要となる。

あがり防止に関する興味深い研究として、ミュンヘン工科大学のBeckmannグループの研究を挙げることができる。彼らは、バドミントンのサーブ、フットサルのペナルティキック、テコンドーの蹴

り技の遂行時や体操競技の試合会場で、選手に左手で柔らかいボールを反復把握させたところ、プレッシャー下でもパフォーマンスを下げることなく、あがり防止効果を認めた^{3,4)}。その効果の機序の一つには、左手のボール把握に伴う右半球の賦活が関与している。古くから、射撃等のクロードスキルスポーツでは、右半球が左半球よりも賦活していると遂行成績は良好となるが、左半球が右半球よりも賦活していた場合には遂行成績は悪化しやすいことが知られている⁵⁾。したがって、試合では重要動作の遂行直前に右半球を賦活させて、左右偏側性を創出することが望ましい。

一側性のボール把握によって左右偏側性を創出する手続きは、精神生理学領域で用いられてきた簡便な方法である⁶⁾。Beckmann et al (2013)³⁾はこれをスポーツ場面に適用した結果、良好な結果を得たことになる。しかしながら、Beckmann et al (2013)³⁾の知見は有益であるものの、どのような素材のボールをどのような様式で把握させたのか、その情報は詳述されていない。スポーツ場面で一側性のボール把握を有効活用するには、ボールの把握様式についての基礎データが必要となる。Hirao & Masaki (2019)⁷⁾はソフトテニスボールでボール硬度と把握時間を操作し、脳波計測を行った。その結果、ある程度の硬度を持つ把握素材と短過ぎない把握時間が右半球を効果的に賦活させる必要条件であることが示唆された。

スポーツ現場に反復把握法を適用するためには、次に把握素材をいかにして持ち込むかという問題を解決しなければならない。Mesagno & Beckmann (2017)⁴⁾は体操競技の実際の試合場面で、演技直前にボールを把握させている。しかしながら、スポーツ種目によってはボールを持ち込むことや把握することが困難となる。そこで本研究では、ボールに代わる把握素材をスポーツウエアに実装することで、種々の競技種目のどの局面でも左手把握を可能とすることを着想した。実験

1では脳波計測を通して、左右偏側性の創出に適した把握素材を同定した。実験2では、その把握素材の効果をテニスのサーブ動作で検証した。最後に、把握素材をスポーツウエアに縫製し、実装イメージを作成した。

1. 実験1

ここでは、複数の把握素材のなかから、左手による一側性把握が右半球賦活を導く素材の同定に目的を置いた。

1.1 方法

把握素材には、発泡ポリエチレンフォーム（密度30kg/m³、圧縮応力50kPa、富士ゴム産業株式会社製、P0030）、人肌ゲル（硬度アスカーC0、エクシール株式会社製、H0-3K-100）、高密度ウレタンフォーム（密度40kg/m³、硬度400±80N、富士ゴム産業株式会社製、QD）の3種類を用いた。いずれの素材も、縦10cm、横10cm、厚さ1cmに裁断したうえで、袋状に縫製したジャージ素材（株式会社オカダヤ製、アミーナ4624）（12cm×14cm）に入れて使用した。発泡ポリエチレンフォームは水泳のビート板に使用される素材であり（以下、把握材Aと呼ぶ）、人肌ゲルは粘性と可塑性が高く、把握の心地良さはある一方で把握後の戻りが遅い素材であり（以下、把握材B）、高密度ウレタンフォームは柔らかいスポンジ様素材であった（以下、把握材C）。

実験参加者は常用手が右利きの大学生36名（平均年齢21.8歳、男性20名、女性16名）であった。脳波へのアーチファクト混入過多や電極不具合の理由から5名を除外し、31名を分析対象とした。電極装着後に開眼安静時脳波を90秒間計測した。その後、参加者は3種類の素材についてそれぞれ60秒間、左手あるいは右手で反復把握した。60秒間の反復把握後に、90秒間の安静時記録を開眼で行った。参加者は反復把握中と把握後の安静

時記録中は前方1mに設置したモニタ上の固視点を注視するよう求められた。反復把握は1分間当たり60ないし85回の頻度で、把握しやすい力量で実施してもらった。

把握手には左手条件と右手条件の2条件を設定した。したがって、把握素材(3)×把握手(2)の6条件が設定され、把握素材の提示順序は参加者間でカウンターバランスをとった。左右把握手の順序も参加者間でカウンターバランスをとったが、把握素材の提示順序は左右把握手間で同一にした。

1.2 測定方法と分析方法

脳波は頭皮上128部位からDC導出し（ActiveTwo, Biosemi社製, Amsterdam, The Netherlands）、脳波解析ソフトウェアBrain Vision Analyzer 2.1（Brain Products社製, Gilching, Germany）を用いてオフライン解析した。アーチファクトのモニタ用に、左眼窩上下縁部と両眼角外部から垂直および水平眼電図を導出した。脳波はCz電極の電位を用いて再基準化し、把握後の安静時記録における前半45秒間の脳波に対して2秒間毎のエポックを切り出した（エポック前後区間75%重複）。脳波に瞬目が混入したエポックについてはGratton法（Gratton et al., 1983）⁸⁾により瞬目補正を行った。その後、区間内±100μV以上の電位変動の認められたエポックは解析から除外し、10%ハミング窓の適用後にFFT（fast Fourier transform）解析に供した。FFT解析で得た側頭部における平均αパワ値（8-13Hz帯域）について左右差を求め（T4-T3：右側頭部から左側頭部の値を減算⁵⁾）、さらに実験前安静時の平均αパワ値を減算したものをα偏側性スコア（alpha asymmetry score: AAS）とした⁹⁾。αパワ値の低下は脳活動の賦活を示すことから、AASが負値の場合は右半球の相対的な賦活を示し、正值の場合は左半球の賦活を示した。AAS値は、把握手（左

/右) × 把握材 (A/B/C) の反復測定2要因分散分析に供した。統計解析にはIBM SPSS Statistics 27を用いた。

本研究 (実験1および2) は早稲田大学ヒトを対象とする研究に関する倫理審査での承認を受けて実施した (承認番号2020-077)。

1. 3 結果

図1は側頭部の平均AAS値を示している。AAS値は把握材Aの把握後にのみ負値を示し、他の把握材よりも低値であった。しかしながら、2要因分散分析の結果、把握材間でAAS値に差はなかった ($F(2, 60) = .282, p = .755, \epsilon = .944, \eta^2_p = .009$)。把握手の主効果は有意傾向であった ($F(1, 30) = 3.026, p = .092, \eta^2_p = .092$)。把握手と反対側の半球での賦活が示唆されたため、把握材別にAAS値を左右把握手間で比較した。対応のあるt検定の結果、把握材Aには反対側での賦活傾向がみられた ($t(30) = 1.771, p = .087, d = .318$)。把握材BとCには左右把握手間でAAS値に差はなかった (把握材B: $t(30) = 1.287, p = .208, d =$

.231; 把握材C: $t(30) = .838, p = .409, d = .150$)。

2. 実験2

実験1では発泡ポリエチレンフォーム (把握材A) の左手把握時に平均AAS値が負値を示した。また、把握手と反対側での賦活が他の把握材よりも強くなることが示唆された。そこで実験2では発泡ポリエチレンフォームを把握材として採用し、そのあがり防止効果について検証した。

2. 1 方法

課題として、試合では失敗の許されないセカンドサーブを用いた。常用手が右手のW大学硬式庭球部員40名 (平均年齢20.0歳, 男性23名, 女性17名) が実験に参加した。実験参加者は、課題遂行直前に左手把握を行う把握あり群か、把握を行わない統制群 (把握なし群) のいずれかにランダムに振り分けられた (各群20名)。実験では練習試行を5試行遂行した後に、両群ともに把握を行わないプレテスト (10試行) を遂行し、その後プレッシャーテスト (10試行) を遂行した。プレッシャーテストでは、把握群は左手で把握材を反復把握した後に課題遂行した。把握材は実験1同様、スポーツウエア生地で作成した袋に内包し、60拍/分ペースのメトロノーム音に合わせて20秒間反復把握した後にセカンドサーブを行った。サーブ動作は実験参加者側方9mに設置したハイスピードカメラ (ナックイメージテクノロジー社製メモリカムQ2m) で撮影した。

プレッシャー操作は以下の偽教示を与えて行った。(1) コート脇に設置したハイスピードカメラで撮影したサーブ動作は後日コーチがパフォーマンスを評価すること、(2) プレッシャーテストの結果は後日参加者全員に公開されること、(3) プレッシャーテストの結果によって報酬額が増減すること、(4) プレッシャーテストのパフォーマンスに対するコーチの評価が極端に悪い場合、追加

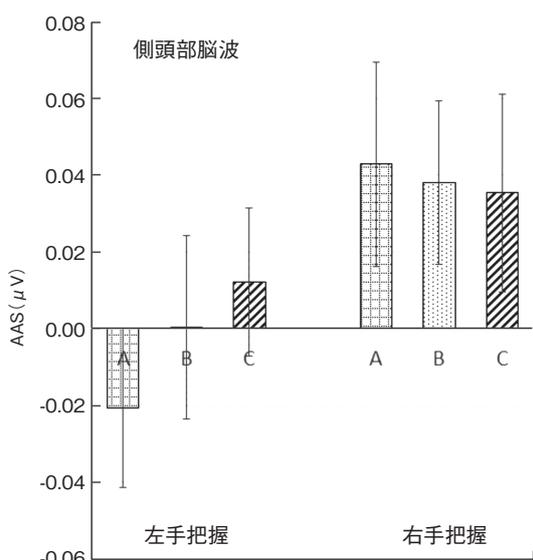


図1 把握後安静時記録の45秒間における側頭部α偏側性スコア (alpha asymmetry score: AAS) の平均値。エラーバーは標準誤差を示す

実験に参加してもらうこと、を教示した。実験終了後には偽教示であることをデブリーフィングした。プレッシャーの主観的知覚を評価するため、各テスト直前にはMRF-3¹⁰⁾を用いて認知的不安、緊張、自信について測定した。把握あり群では把握前にMRF-3を実施した。

セカンドサーブの結果をスコア化するため、ビデオカメラ映像に基づきボール着地点を試行毎に同定した。サービスコート内に設定した区画の着地点に応じて得点化した(図2)。サービスコートからの逸脱やネットのフォルトについては0点とした。統計分析は、群(把握有/無)×テスト(プレ/プレッシャー)の混合格計画の2要因分散分析を実施した。

2.2 結果

図3は各テスト直前に実施したMRF-3の認知的不安、緊張、自信の平均得点を示している。各項目について、群(2)×テスト(2)の2要因分散分析を実施した結果、緊張得点はプレテストからプレッシャーテストになると有意に上昇した($F(1, 38) = 23.912, p < .001, \eta^2_p = .386$)。交互作用も有意であった($F(1, 38) = 4.392, p = .043, \eta^2_p = .104$)。下位検定の結果、プレッシャーテストに

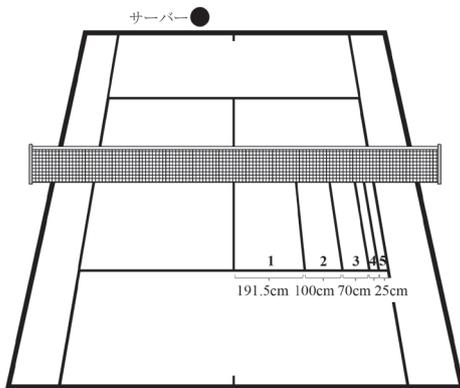


図2 セカンドサーブ課題での得点サービスコート区画内の数値は得点を示す

おける把握あり群の緊張得点がプレテストにおける両群の緊張得点よりも有意に高かった(把握なし群: $t(38) = 2.979, p = .025$, 把握あり群: $t(38) = 4.940, p < .001$)。認知的不安と自信については、

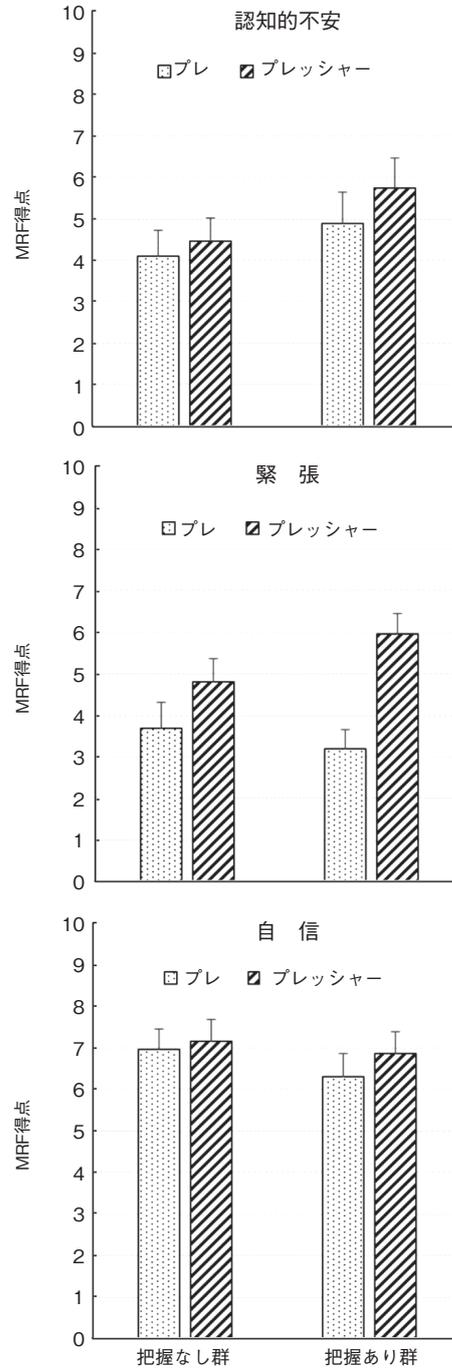


図3 MRF-3で測定した認知的不安、緊張、自信項目の平均得点エラーバーは標準誤差を示す

テスト間にも群間にも有意差はなかった。

図4は各群のセカンドサーブ平均スコアをテスト条件別に示したものである。把握あり群ではプレッシャーテストでプレテストよりもスコアが上昇しているように見える。しかしながら、2要因分散分析の結果、群とテストの交互作用は有意でなかった ($F(1, 38) = 1.329, p = .256, \eta^2_p = .025$)。テストの主効果も ($F(1, 38) = .958, p = .334, \eta^2_p = .034$)、群間差もなかった ($F(1, 38) = .024, p = .879, \eta^2_p = .001$)。

3. 考察

従来の研究によると、柔らかいボールを左手で反復把握することによって、種々のスポーツ場面であがり防止できるという^{3,4)}。本研究では、試合会場にボールを持ち込む代わりにウェアへ把握材を実装することを目指し、そのための基礎データを収集した。実験1では、発泡ポリエチレンフォーム（把握材A）の左手把握時に平均AAS値が負値となった。また、左右把握手間で

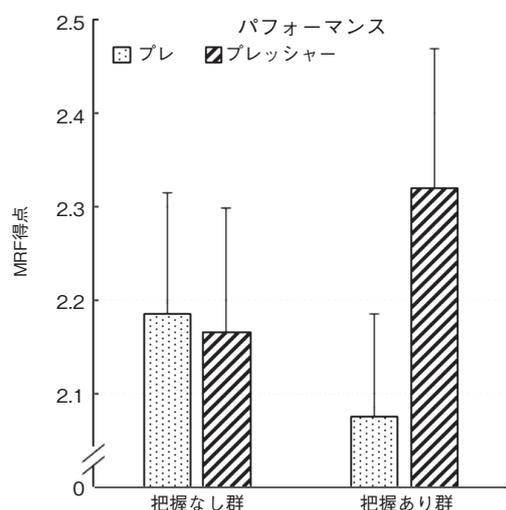


図4 セカンドサーブ平均スコア
エラーバーは標準誤差を示す

のAAS値の差が他の把握材よりも明確であった。この結果はHirao & Masaki (2019)⁷⁾に合致して、左右偏側性を創出するには、比較的硬くて高反発

の素材が必要条件になることを示唆している。また、発泡ポリエチレンフォームは他の把握材よりも軽量で、ウェア実装に適した部材であるものと考えられた。

実験2では、発泡ポリエチレンフォームの左手把握後に、プレッシャー下でもテニスセカンドサーブのパフォーマンス低下を抑制できるかについて検証した。プレッシャーテストでは身体的不安（緊張）が高まったにもかかわらず、把握あり群のセカンドサーブのスコアはプレテストよりも高値を示した。ただし統計的には有意でなかった。また、把握なし群ではプレッシャーに伴うスコア低下はみられなかった。したがって、左手の反復把握によるあがり防止効果を明確にすることができなかった。

本実験では群分け時に特性不安の個人差や競技レベルを考慮しておらず、把握なし群には低不安の参加者が相対的に多かった可能性はある。プレッシャーテストで群間差をもたらさなかった一因かもしれない。また、プレッシャー創出が不十分であった可能性も挙げることができる。Beckmannらは実際の試合場面でデータを収集しており、プレッシャーの強さは本研究を凌ぐものであったことは想像に難くない。右半球賦活の恩恵は強いプレッシャー下で表れやすいことを先行研究は示唆している。

一方、Beckmannらの研究では脳波計測が実施されておらず、試合会場でのボール把握が右半球をどの程度賦活させたかについては明らかでない^{3,4)}。本研究では脳波計測を通してまず把握材の効果を評価し、次にその把握効果をセカンドサーブ課題で検証した。そのため、把握材選定の妥当性については先行研究に比較して高いものと考えられる。それでも、実験参加者の異なる2実験から得たデータを結合させている点は本研究の限界となっている。今後の課題として、選手に対して脳波計測で左右偏側性を事前評価しておき、実際

の試合という高プレッシャー下で把握効果を検証することが必要である。

まとめ：スポーツウエアへの実装

最後に、実験1でAAS負値（右半球賦活）を導いた発泡ポリエチレンフォームについて、7cm×10cm×1cmのサイズに裁断し、スポーツウエア（デサント社製、DTM-4000）に実装した（図5）。当該把握素材の利点は軽量さにあるため、ウエア実装後も違和感なく身体を動かすことが可能である。今後は把握に適した形状の成型や最適実装位置の同定、デザイン性等についても検討する必要がある。



図5 把握材として発泡ポリエチレンフォームを実装したウエア
シャツ左下部に把握材を縫製した

謝辞

本研究に助成を賜りました公益財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団に心より感謝申し上げます。本研究のデータ収集と解析では早稲田大学大学院スポーツ科学研究科の水野寛太氏、木村志織氏の協力を得ました。両氏に深謝申し上げます。

文献

- 1) Baumeister R.F., Choking under pressure: Self-consciousness and paradoxical effects of incentives on skillful performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, **46**, 610–620. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.46.3.610> (1984)
- 2) Schultz J. H., Luthe W., Autogenic training: A psychophysiological approach to psychotherapy. Grune & Stratton (1959)
- 3) Beckmann J., Gröpel P., Ehrlenspiel F., Preventing motor skill failure through hemisphere-specific priming: cases from choking under pressure. *Journal of Experimental Psychology General*, **142**, 679–691. doi:10.1037/a0029852 (2013)
- 4) Mesagno C. Beckmann J., Choking under pressure: theoretical models and interventions., *Current Opinion in Psychology*, **16**, 170-175 (2017)
- 5) Hatfield B. D., Landers D. M., Ray W. J., Cognitive processes during self-paced motor performance: An electroencephalographic profile of skilled marksmen., *Journal of Sport Psychology*, **6**, 42–59. <https://doi.org/10.1123/jsp.6.1.42> (1984)
- 6) Harmon-Jones E., Unilateral right-hand contractions cause contralateral alpha power suppression and approach motivational affective experience. *Psychophysiology*, **43**, 598–603. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2006.00465.x> (2006)
- 7) Hirao T. Masaki H., Effects of unilateral hand contraction on the persistence of hemispheric asymmetry of cortical activity., *Journal of Psychophysiology*, **33**, 119-126. <https://doi.org/10.1027/0269-8803/a000215> (2019)
- 8) Gratton G., Coles M.G.H., Donchin E., A new method for off-line removal of ocular artifact., *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **55**, 468–484. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(83\)90135-9](https://doi.org/10.1016/0013-4694(83)90135-9) (1983)
- 9) Baehr E., Rosenfeld J.P., Baehr R., Earnest C., Comparison of two EEG asymmetry indices in depressed patients vs. normal controls. *International Journal of Psychophysiology*. **31** (1), 89–92 (1998)
- 10) Krane V., The Mental Readiness Form as a measure of competitive state anxiety., *The Sport Psychologist*, **8**, 189–202. doi: 10.1123/tsp.8.2.189 (1994)