

令和 5 年 6 月 26 日現在

機関番号：32526

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K11471

研究課題名（和文）柔道場における頭部衝撃の定量化に関する研究：柔道死亡事故ゼロに向けて

研究課題名（英文）Head impact exposure in Judo: Implication for head injury prevention

研究代表者

越田 専太郎（Koshida, Sentaro）

了徳寺大学・健康科学部・教授

研究者番号：60532637

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では実際の柔道練習時に加わる頭部衝撃を定量化するとともに、異なる投技による衝撃の違いを明らかにすることを目的とした。対象は男女大学生柔道選手8名であった。マウスガード型慣性センサを用いて、柔道練習時において投げられた際に頭部に加わる合成加速度を計測した。頭部衝撃（閾値10g以上）は投げられた全場面の約9%において観察され、多くは15g以下の比較的低い値に集中した。また、頭部外傷リスクが高いとされる大外刈も多く観察されたが、頭部衝撃が生じた場面は2%以下にとどまった。本研究の結果からは、熟練者において大外刈で投げられることによる頭部外傷発生リスクが高くなる根拠は示されなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでに、柔道練習時に頭部に加わる衝撃を実測した研究は存在しない。本研究は、実際の柔道自由練習での頭部衝撃を定量化した初めての研究である。特筆すべき結果として、投技によって加わる頭部衝撃の頻度は比較的低いこと、さらに大外刈が、熟練者においては必ずしも高リスクな技ではないことが示された。この知見は、柔道頭部外傷予防を考える上で柔道技能レベルの影響が重要であり、今後の研究の方向性を示唆している。また、本研究における頭部衝撃測定にはマウスガード型慣性センサを用いており、早期発見や見逃しの防止、柔道の安全評価システムの構築への活用可能性を示唆しており、社会への貢献が期待される。

研究成果の概要（英文）：The present study aimed to quantify head contact exposure during judo practice and to distinguish it between different throwing techniques. The eight male and female collegiate judo athletes took part in the study. Resultant acceleration imposed to the head was monitored using mouth guard-style inertial sensor during judo practices. Head impacts exceeding 8g were reported in approximately 9% of all thrown cases. In addition, the majority of the head impacts were identified at 15 g or lower. While osoto-gari was identified in many cases, which has been associated with a greater risk of head injuries in previous studies, head impact was detected in less than 1.5% of all the osoto-gari cases. The current findings suggest that, while osoto-gari is a common judo technique, it may not considerably increase the risk of head injury in skilled judo practitioners.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：頭部外傷予防 柔道 頭部衝撃 慣性センサ

1. 研究開始当初の背景

柔道競技において発生する重大事故の多くは、頭部の外傷が原因である。特に、中学校の保健体育において武道が必修化となり、部活動の地域移行が進む中、柔道時の重大事故予防への社会的関心が高まっている。これまでの疫学研究によると、柔道における重症頭部外傷の大部分は、大外刈などで後方に投げられた場面で発生し、頭部への直接衝撃による急性硬膜下血腫が主要因であることが報告されている (Kamitani et al, American Journal of Sports Medicine, 2013)。この事実は、柔道における頭部外傷予防には、投げられた場面での頭部への衝撃に注目する必要性を示している。

過去のバイオメカニクス的研究では、他の投技と比較して、特に大外刈で投げられることで頭部衝撃が大きくなることが示されている (Hashimoto et al, Journal of Sport Sciences, 2015)。また、我々の研究グループも、大外刈による頭部衝撃は他の後ろ方向への投技よりも大きく、柔道初心者や若年層の選手では特に大きくなる可能性を示唆する報告を行っている (Koshida et al, European Journal of Sports Science, 2017)。これらのバイオメカニクス的研究は疫学研究の結果を支持している。ただし、あくまで実験室で得られた結果であり、設定として対象にはあらかじめ仕掛けられる技の種類やタイミングが知らされている。頭部外傷は、実際の試合または試合に近い形式の練習 (自由練習) 中に発生することが多く、バイオメカニクス研究における測定環境は実際の柔道場面とは大きく異なる。このことから、測定結果が実際の柔道場面を反映していない可能性があり、結果の解釈には注意が必要である。

近年の技術革新によるセンサーの軽量化や性能向上は、競技場面での頭部衝撃のモニタリングを可能としており、特に、頭部への衝撃が懸念される多くのスポーツにおいて頭部外傷予防につながる知見を蓄積しつつある。例えば、アメリカンフットボールやラグビーなどのスポーツでは、ヘルメットやプロテクターなどの装具の改良や、競技中の衝撃の監視を通じて、頭部外傷予防の対策が進められている。一方で、柔道競技においては競技中の頭部衝撃に関する研究は実施されておらず、エビデンスに基づいた頭部外傷予防対策や指導方法の開発は困難といえる。

2. 研究の目的

実際の柔道競技において投げられた場面に加わる頭部衝撃の定量化は、頭部外傷予防を対策する上で不可欠な要素であることが示唆されている。先行研究では、大外刈など特定の技によって頭部外傷の発生リスクが高まることが示されている。しかし、実際の柔道場面での頭部衝撃の強度や頻度といった具体的な情報については、未だに不明な点が多い。したがって、これらの要素を分析し、頭部に加わる衝撃の大きさや頻度と頭部外傷発生リスクとの関連性を明らかにすることが求められる。そこで本研究は、柔道の自由練習時に選手の頭部に加わる加速度および角加速度を測定し、頭部衝撃暴露を定量化することを目的に実施した。さらに、投技などの関連要因を同定し、頭部衝撃と関連する技術や状況を特定することとした。本研究の結果は、頭部衝撃の定量化により、具体的なデータが得られることで、柔道競技における頭部外傷予防対策の効果的な開発や改善および選手の健康維持に寄与することが期待できる。

3. 研究の方法

(1) 対象

対象は、大学の柔道部に所属する男子大学生柔道選手 5 名および女子大学生柔道選手 10 名であった。本研究のプロトコルは徳寺大学生命倫理委員会の承認を得た。全ての参加者には研究の目的および予想される利益および不利益の可能性を説明した後、書面で参加への同意を得た。対象の測定開始時の年齢中央値は 20 歳、柔道経験は 11.5 年、いずれの選手も頭部外傷と診断された経験を有さなかった。

(2) 測定機器

柔道練習時の頭部加速度および角加速度の測定には、3つの3軸加速度計(3,200Hz)および1つの3軸ジャイロセンサー(800Hz)が内蔵されたマウスガード型慣性センサ(The Nexus A9 Smart Mouthguard, HitIQ Ltd., VIC, Australia)を用いた。マウスガードは、歯科医師が光学式スキャナにより撮像した口腔内印象を用い、対象各々の歯列や咬合にあわせて作成された。

(3) 測定

対象には、マウスガード型慣性センサを口腔内に装着してもらい、柔道練習中の頭部衝撃の指標としての頭部合成加速度(g)および合成角速度(rad/s^2)を測定し、Bluetooth接続を通してタブレット(iPad)内のアプリケーションに加速度および角速度データを取り込んだ。また、これらのデータは、インターネット回線を通してポータル上に保存された。また、自由練習中の各対象のもタイムスタンプ付きビデオ映像もタブレット(iPad)内のアプリケーションを用いて記録した。

(4) データ処理および分析

本研究におけるインターネット上に記録された加速度データから、10g 以上の加速度を示したイベントを抽出し、対象が投げられた際のビデオ映像と時刻データにより照合することで、対象が投げられた状況での頭部衝撃データを得た。データ処理および統計分析は python 言語によって記述した計算プログラムを用いて行った。

4. 研究成果

全ての測定は、対象各々が所属する大学柔道部の柔道場で実施した。また、これらの測定期間は 2021 年 11 月から 2023 年 3 月の間に実施した。研究参加に同意した 10 名うち、新型コロナウイルス感染拡大による稽古中止、稽古時の下肢損傷および対象の練習環境の変更により測定参加が困難となった 3 名を除く計 7 名の対象（男子柔道選手 4 名、女子柔道選手 3 名）が研究に参加した。なお、研究期間中、脳振盪などの頭部外傷が疑われた事例は生じていなかった。55 回のトレーニングセッションの測定を実施し、対象が参加したのビデオ映像から 603 場面の投げられた状況が同定された。投げられた場面のうち 8.6% (52/604 回) で衝撃閾値 10g 以上の加速度を持つ頭部衝撃が加わっていた。頭部加速度と頭部角加速度の中央値[95percentile]は各々 15.1 [27.2]g と 1153.1 [2552.5] rad/s²であった。また、頭部衝撃の多くは比較的低い衝撃範囲に分布し、10g 以上 15g 以下の頭部加速度は全体の 50.0% (図 1)、1,500rad/s²以下の角加速度は全体の 75.0%を占めていた(図 2)。

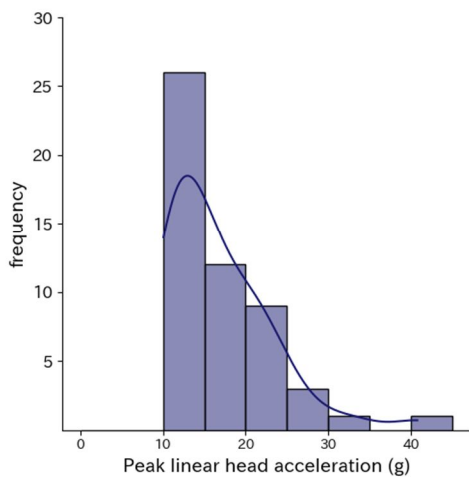


図 1 柔道練習時の頭部衝撃暴露の頭部加速度別の分布 (N=52)

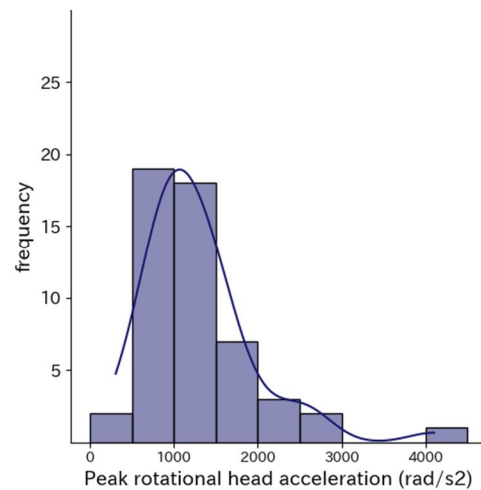


図 2 柔道練習時の頭部衝撃暴露の頭部角加速度別の分布 (N=52)

対象が投げられた 603 局面のうち、最も使用された頻度が多かった投技は、「内股」(98/603, 16.3%)であった。続いて「小外刈(小外掛を含む)」(80/603, 13.3%)、「大外刈」(73/603, 12.1%)、「背負投」(60/603, 10.0%)の順であった。閾値 10g を超える頭部衝撃は「内股」(15/98, 15.3%)で投げられた状況で最も高い頻度で観察され、次いで「背負投」(13/60, 21.7%)と小外刈(含む小外掛)(7/80, 8.8%)が続いた(図 3)。これまでのバイオメカニクス研究では、大外刈で投げられた場合に頭部外傷リスクが高くなることが示唆されている。しかし、本研究において大外刈は、全ての投技で 3 番目に高い割合で観察されているにもかかわらず、頭部衝撃が加わった場面は 1 例のみに留まった。柔道における投技と頭部外傷リスクの関連については慎重に検討することの必要性が示唆された。

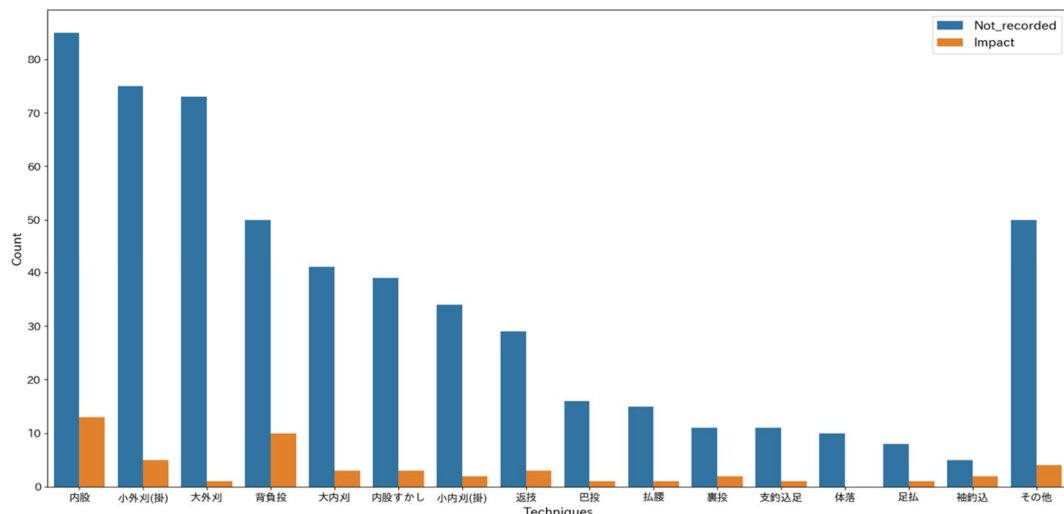


図 3 各投技による頭部衝撃暴露の割合 (N=603)

なお、本研究を解釈する上で、本研究の対象が柔道経験年数を有する大学生柔道選手であったことは考慮されるべきである。これまでの疫学研究は、重篤な頭部外傷リスクは柔道初心者において高いことを示している。我々が実施したバイオメカニクス的研究においても、受身の技能レベルと投げられた際に加わる頭部衝撃との関連を示唆する結果が得られている (Koshida et al, Journal of Sport Sciences, 2017)。したがって、次段階の研究として、柔道初心者において実際の柔道競技で投げられた際に加わる頭部衝撃を定量化する取り組みが必要である。

これまでに実施されてきたスポーツにおける頭部衝撃暴露に関する研究は、頭部衝撃の頻度、大きさ、および長期的な影響を理解することの重要性を明らかにしてきた。これらの知見は、選手の安全性を高め、頭部衝撃に関連する潜在的なリスクを最小化するためのガイドラインの策定、ルールの変更、技術の開発、用具の改良に有効である。また、ウェアラブルセンサを用いた継続的記録 (モニタリング) は、競技時の頭部外傷の早期発見や見逃しの防止、頭部外傷予防プログラムの効果判定システムの構築につながる可能性もある。一方で、柔道はその競技特性において頭部外傷リスクを内包しているが、頭部衝撃のモニタリングへの関心は未だ高いとは言えず、データの蓄積は十分ではない。柔道競技においても頭部衝撃暴露に関する研究が継続されるべきである。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 越田専太郎, 石井孝法, 久保田浩史, 中禮宏
2. 発表標題 柔道稽古時における頭部衝撃暴露
3. 学会等名 千葉県体育学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 越田専太郎, 石井孝法, 松田雅弘, 橋本俊彦
2. 発表標題 中学校1、2年次に学習する柔道投技に対する受身動作時の頭頸部運動：熟練者と初心者の比較
3. 学会等名 日本アスレティックトレーニング学会 第9回学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 越田専太郎, 石井孝法, 久保田浩史, 中禮宏
2. 発表標題 柔道稽古時における頭部衝撃暴露の定量化：投技による分析
3. 学会等名 日本臨床医学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Koshida S, Ishii T, Churei H, and Kubota H
2. 発表標題 HEAD IMPACTS DURING JUDO PRACTICE IN COLLEGE JUDOKAS: A PRELIMINARY STUDY
3. 学会等名 International Society of Biomechanics (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	石井 孝法 (Ishii Takanori) (60735041)	了徳寺大学・健康科学部・教授 (32526)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	中禮 宏 (Churei Hiroshi)		
研究協力者	久保田 浩史 (Kubota Hiroshi)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------