

柔道の大外刈りによる投込みが 前庭機能，輻輳近点へ与える影響

Effect of Osoto-Gari Throwing Technique in Judo on Vestibular Function and the Near Point of Convergence

箱崎太誠*¹, 湖東祐貴*¹, 中野立帆*¹
崎濱星耶*², 清水卓也*², 倉持梨恵子*²

キー・ワード：subconcussive head impact, judo, nagewaza
Subconcussive head impact, 柔道, 投込み

〔要旨〕 スポーツ中の頭部衝撃の蓄積は、将来的に重度な神経学的異常を引き起こすとされ、前庭機能や輻輳近点などによって評価されているが柔道の投込みによる影響は明らかにされていない。そこで、大学柔道選手男女18名を対象に、投群(n=9)と受群(n=9)分け、5回の大外刈りによる影響を調査した。その結果、投群の頭部加速度は $3.9 \pm 0.2g$ 、受群は $9.5 \pm 1.0g$ であり、群間に有意差が認められた($p < 0.01$)。しかし、両群ともに前庭機能障害は認められず、輻輳近点においては両群ともに悪化が認められた。したがって、5回の大外刈りを「受ける」ことによる頭部衝撃が特異的な神経学的異常を引き起こす可能性は低いと考えられる。

緒 言

Bailesら(2013)によれば、Subconcussive head impact(以下SHI)は、脳振盪のような臨床症状を引き起こさない頭部衝撃であると定義されており¹⁾、SHIの蓄積が将来的に重度な神経学的異常を引き起こすとされている²⁾。サッカーのヘディングやアメリカンフットボールのタックルといったコンタクトスポーツを行うアスリートは、SHIを年間で数百回から千回以上も受けていると報告されており^{1,3,4)}、スポーツ活動中におけるSHIへの曝露が高いことが問題視されている。

近年の研究によれば、SHIによる脳細胞へのダメージとして、modified Balance Error Scoring System(以下mBESS)の評価において一時的な前庭機能の低下⁵⁾、複視が起こる前の最接近点を測定する輻輳近点(Near Point of Convergence:以下NPC)において短期から長期的に及ぶ機能低

下^{6,7)}、神経損傷の血液バイオマーカーであるS100 β や血清ニューロフィラメントライトの上昇^{8,9)}を引き起こすと報告されている。従って、SHIによる脳細胞へのダメージを評価する手段は、潜在性脳障害を可視化し、悪化や回復を評価できるツールとして注目されている。

近年のSHIに関する研究では、サッカーのヘディングによる直達外力の介入が実施され、その影響が指摘されているが^{5,6,9)}、介達外力による体の急速な加減速によって生じる頭部衝撃の影響に焦点を当てた報告はない。直接的な頭部打撲を前提としない一方で、頭部への衝撃が大きいと考えられているスポーツの一つとして柔道が挙げられる。様々な投技による頭部加速度を比較した研究では、大外刈りで最も大きな頭部回転加速度が示されている¹⁰⁾。大外刈りを受けることでSHIの基準とされる頭部加速度(10g)を超えていれば¹¹⁾、柔道で正しく受身が取れたとしても、介達外力による衝撃がSHIに相当している可能性が高く、前庭機能や輻輳近点に影響を及ぼしている可能性が推察される。しかしながら、柔道の投技による影

*¹ 中京大学大学院体育学研究科

*² 中京大学スポーツ科学部

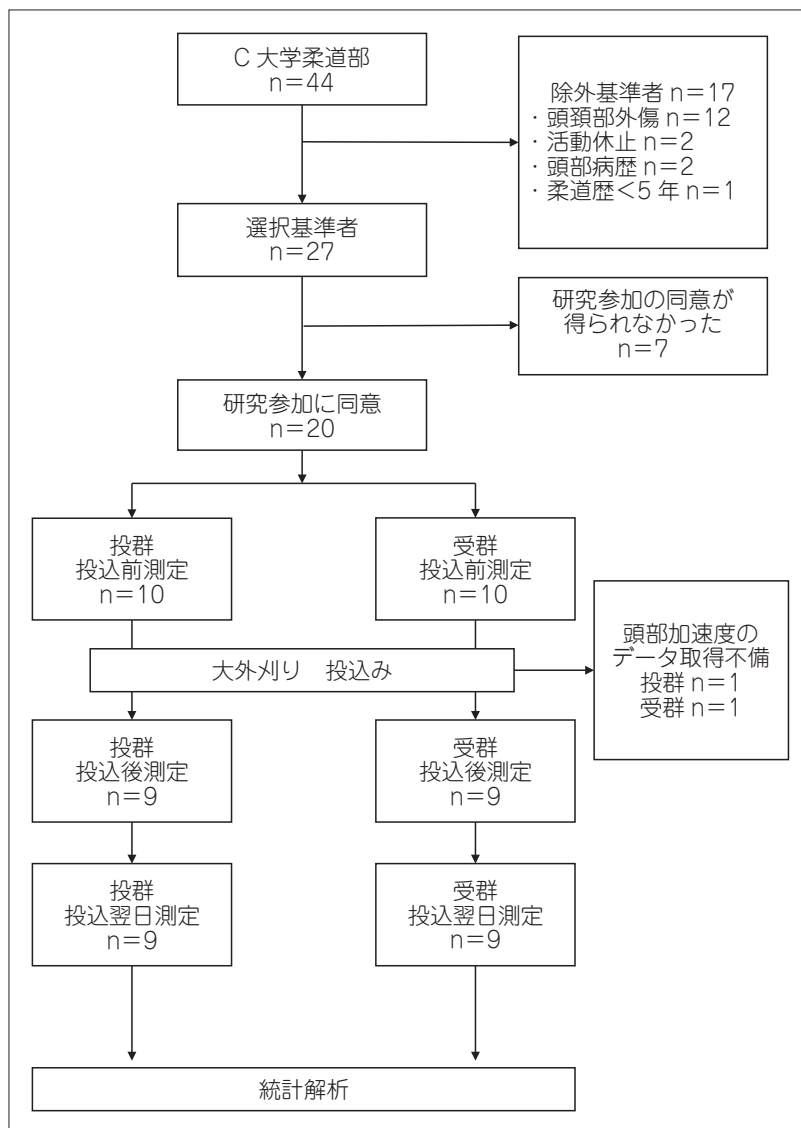


図 1 研究の流れ

響に着目した報告はなく明らかではない。

以上のことから本研究の目的は、大学柔道選手を対象とし、頭部への直接的な衝撃はないが、頭部加速度が大きいとされる大外刈りの投込みを受けることによって、SHIの影響とされるmBESSやNPCに変化が及ぶか検証することとした。本研究において、柔道の投込みを受けることによって、一時的な前庭機能低下やNPCの機能低下が先行研究と同様に起こることを仮説とした。

方法

対象は、2018年にC大学体育会柔道部(全国大会出場レベル)に所属する柔道選手男女44名とした。参加者の選択基準として、柔道歴が5年以上

で黒帯を取得しており、受身の基本的技術を有し、投込みで受身をとることを恐れない者とした。また、除外基準として、活動の休止を伴う傷害により柔道ができない者、頭部の病歴を有する者、研究実施の6ヵ月以内に頸部や頭部に傷害があった者、眼に神経異常や眼疾患を有する者とした。本研究の実施前に選択・除外基準を確認するためのアンケートを行い17名が除外基準に該当したため、27名が対象となった。最終的に研究の同意が得られた20名が本研究に参加した(図1)。参加者の群分けは投込みにおける性差や階級を考慮した上で、投込みを行う投群10名(男性8名、女性2名)、投込みを受ける受群10名(男性8名、女性2名)に群分けした。参加者の性別、年齢、身長、体重、脳振盪の既往歴、柔道歴の基本情報は表1

表 1 群間の基本情報、頭部加速度の比較

	投群 (n=9)	受群 (n=9)	p 値
性別	7M 2F	7M 2F	
年齢 (歳)	19.3±0.4	19.7±0.3	0.53
身長 (cm)	165.8±2.9	168.8±2.0	0.41
体重 (kg)	77.9±6.6	77.8±5.1	0.99
脳振盪の既往歴 (回)	0.6±0.4	0.3±0.2	0.60
柔道歴	11.8±0.9	13.8±0.7	0.12
頭部加速度 (g)			
平均値	3.9±0.2	9.5±1.0	<0.01*
最大値	6.40	14.30	
最小値	2.60	4.10	
合計中央値 (IQR)	19.9 (17.7-20.8)	47.5 (34.3-62.5)	

平均値±標準誤差

に示した。

メガネの装着による視力矯正は、投込み中の安全を確保する目的で実験中は許可しなかったが、コンタクトレンズの着用は認めた。参加者には、研究実施から 24 時間後の測定まで、頭部に衝撃が加わるような活動や神経系に影響を与えるような薬の使用を控えるように伝えた。

実験中の頭部加速度のデータ取得の不備が見られた 1 組を分析対象から除外し、投群 9 名 (男性 7 名、女性 2 名)、受群 9 名 (男性 7 名、女性 2 名) についての統計解析を行った。

測定手順

本研究は、3 時点 (投込前、投込後、投込翌日) で mBESS, NPC の 2 項目の測定を行った。投込前の測定はベースラインデータとした。その後、参加者は、後述のプロトコルにより太外刈りの投込みを 5 回行った。その後 10 分間の安静をとり、同様の測定を投込後と 24 時間後に実施した (図 1)。

介入手順

本研究で実施した太外刈りは、投げる側が受側のバランスを前に崩し、受側の後ろ足を刈ることで、受側の背中側に投げる技である (図 2)。

投群は受群に対して、5 回の太外刈りの投込みを柔道場内の畳 (早川繊維工業株式会社) の上で実施した。各投込みの間に 1 分間の休息を取った。

投込み時に頭部に加わる加速度は、三軸加速度計が内蔵されているセンサ (SELSYS Trigno: Delsys 社) を用いて記録した。両群の対象者の頭部に水泳帽を被らせ、粘着テープを用いて加速度センサを頭頂部に装着した。さらにその上から加速度センサを固定する目的で水泳帽を被らせ、頭部加速度を測定した。なお、加速度センサの三軸

は X 軸が対象者の矢状面方向、Y 軸が前額面方向、Z 軸は鉛直方向となるように装着した。加速度センサはアナログ出力ボックス (UAS-308S: ユニークメディカル社) に接続し、16bit A/D 変換器を介してサンプリング周波数 1000Hz でパーソナルコンピュータに取り込んだ。投込み中に得られた各軸の値を合成し、頭部合成加速度とした (頭部合成加速度 (g) = $\sqrt{X^2+Y^2+Z^2}$)。各投込みにおける頭部合成加速度の最大値を分析に使用した (図 3)。頭部加速度のデータについては、表 1 に示した。

測定項目

対象者の基本情報と選択・除外基準や交絡因子を確認するため、年齢、身長、体重、柔道歴、脳振盪の既往歴の 5 項目を自記式アンケートにて調査した。測定項目は、①mBESS、②NPC の 2 項目とした。

①mBESS

スポーツ現場において、選手の脳振盪の受傷をスクリーニングするために標準化された SCAT 3¹²⁾ から、mBESS を使用した。mBESS は、両足立ち、片足立ち (非利き足)、つぎ足立ち (非利き足が後ろ) の 3 課題で構成され、裸足で各課題を硬い床の上で実施した。対象者は、全ての課題で両手を腸骨稜に置き、20 秒間閉眼で直立姿勢を維持した。各課題の間には 1 分間の休息を入れた。mBESS の評価は、各課題の適切な姿勢からの逸脱数を数えた。mBESS の逸脱に関する評価は、以下の場合に認めた: (1) 両手が腸骨稜から離れる、(2) 目を開ける、(3) 足を踏み出す、よろめく、もしくは転ぶ、(4) 股関節が 30° よりも外転する、(5) 足先または踵が持ち上がる、(6) 5 秒よりも長くテ



図2 大外刈りの様子

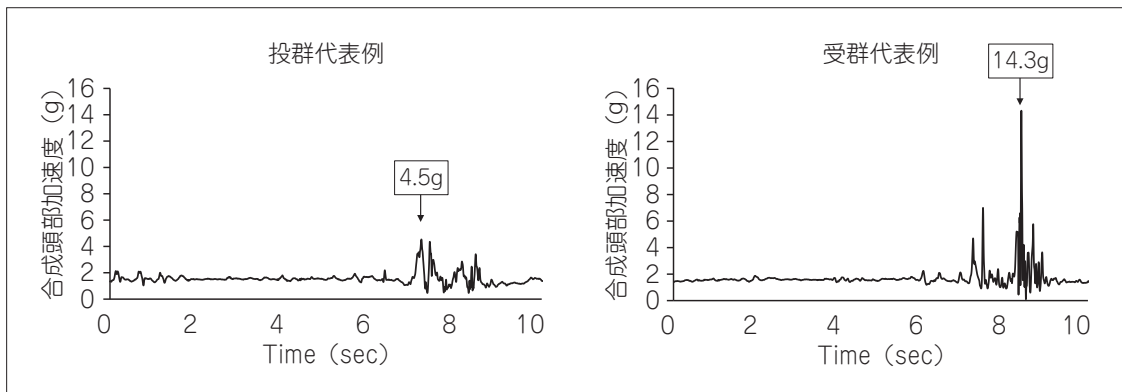


図3 合成頭部加速度の代表例 (左; 投群, 右; 受群)

スト姿勢が崩れるとして、それぞれエラー対象とした。本研究では、ビデオ撮影を行い、1名の日本スポーツ協会公認アスレティックトレーナーが介入の有無を盲検化された状態で評価した。全ての課題のエラー数の合計を統計解析に使用した。

②NPC

先行研究による測定方法を参考に^{6,7)}、輻輳の測定に使用される Near Point Rule (Guldean Ophthalmics 社)を用いて(図4左)、測定を実施した。測定対象者の姿勢は座位とし、Near Point Rule

を対象者の上唇に置き、視標であるスネレン視力表を目の高さと同水平となるように調節した(図4右)。対象者には、視標の中央の14ポイントの「T」の文字を見続けてもらい、検者は視標を対象者の目に向かって約2cm/秒の速さで動かした。対象者の複視が起こった時点で合図をしてもらい、その時点で検者は視標を動かすのを止め、対象者と視標の間の距離を記録した。測定は2回行い、2回の平均値を統計解析に使用した。また、測定は介入を盲検化して行った。



図4 輻輳近点の測定の様子

研究実施前に NPC の評価者間信頼性を 2 名の検者が 9 名の健常大学生に対して検討したところ、2 名の検者には高い関係性が見られた (Pearson $r=0.861$, $p<0.003$)。また、本研究における各測定時点での評価者間信頼性も高い関係が見られた (投込前 $r=0.801$; 投込後 $r=0.926$; 投込翌日 $r=0.912$; すべての時点において危険率 1% 未満の水準で有意であった)。

統計方法

統計解析は、SPSS Statistics for Windows (Version 23.0 ; IBM, Armonk, NY) を使用した。投群と受群における基本情報 (年齢, 身長, 体重, 柔道歴, 脳振盪の既往歴) の群間差を明らかにするために、対応のない t 検定を用いた。本研究中における mBESS と NPC の変化を明らかにするために反復測定 2 要因分散分析を用いて検討した。有意な交互作用が認められた場合は Bonferroni 法を用いて事後検定を行った。有意水準は危険率 5% 未満とした。

結果

基礎情報, 頭部加速度

投群と受群の基本情報と頭部加速度の結果を表 1 に示した (平均 \pm SE)。両群の間における年齢, 身長, 体重, 脳振盪の既往歴, 柔道歴の基本情報に有意差は認められなかった。

頭部加速度は投込み中に得られた三軸加速度のデータを合成し, 投群と受群の最大値を算出した。投群の頭部加速度が $3.9 \pm 0.2g$, 受群が $9.5 \pm 1.0g$ であり, 群間に有意差が認められた ($p<0.01$, 表 1)。最大値は投群が $6.4g$ であり, 受群が $14.3g$ であった。最小値は投群が $2.6g$ であり, 受群が $4.1g$ であった。

mBESS

mBESS の合計エラー数 (平均 \pm SE) は, 投群において投込前は 4.4 ± 1.6 点, 投込後は 3.7 ± 1.2 点, 投込翌日は 4.6 ± 2.0 点であった。受群において投込前は 3.0 ± 0.9 点, 投込後は 4.4 点 ± 1.0 点, 投込翌日は 3.6 点 ± 1.2 点であった。反復測定 2 要因分散分析の結果, 有意な交互作用と群と時間による主効果は認められなかった (図 5)。

NPC

NPC (平均 \pm SE) は, 投群において投込前は $7.6 \pm 0.5cm$, 投込後は $9.2 \pm 0.9cm$, 投込翌日は $10.0 \pm 0.9cm$ であった。受群において投込前は $8.8 \pm 1.2cm$, 投込後は $9.2 \pm 1.0cm$, 投込翌日は $9.9 \pm 1.1cm$ であった。反復測定 2 要因分散分析の結果, 有意な交互作用は認められなかったが, 時間による有意な主効果が認められた。投込前と投込後 ($p=0.02$), 投込前と投込翌日 ($p=0.001$), 投込後と投込翌日 ($p=0.03$) で, それぞれ有意に NPC が延長していた (図 6)。

考察

本研究は, 柔道の繰り返される太外刈りの投込みを受けることが前庭機能を評価する mBESS, 眼球運動機能を評価する NPC に影響を及ぼすかを投込前, 投込後, 投込翌日に測定することによって明らかにしようとした。本研究の mBESS の結果では受群において一時的な前庭機能の低下は認められず, NPC の結果では投群と受群の両群において時間とともに眼球運動の機能低下が認められた。この結果は, 5 回の太外刈りの投込みによる頭部衝撃の影響は低い可能性があり, NPC は投込みを行った場合においても延長することが示唆された。

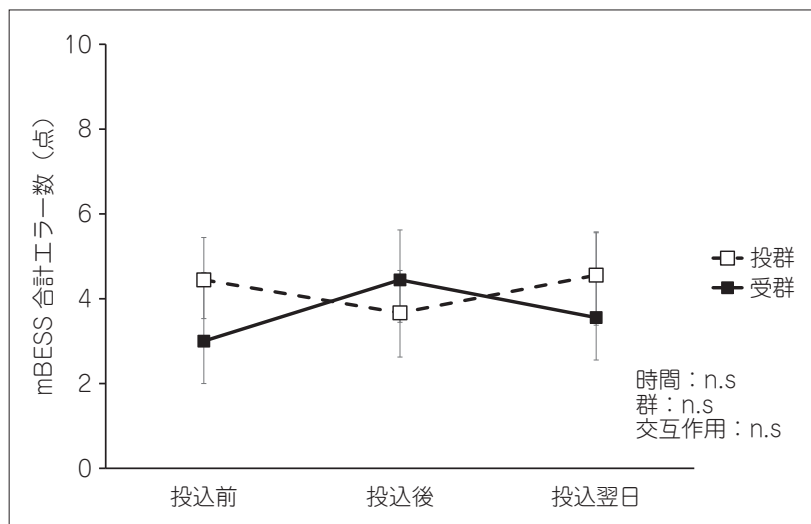


図5 mBESS 合計エラー数の結果

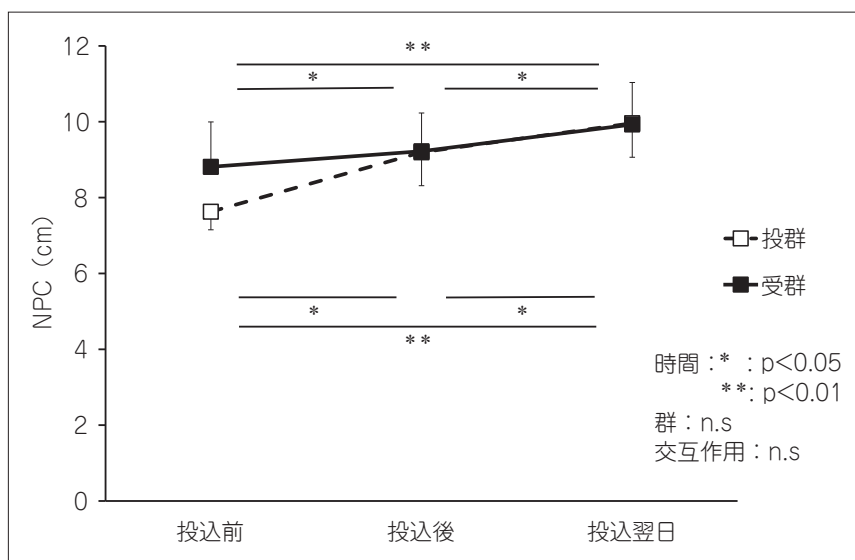


図6 NPCの結果

投群と受群の両群において、投込みの介入による異常を訴える者がいなかったことから、脳損傷や中枢神経系を混乱させる脳振盪は引き起こしていないことが考えられる。一方、投込み時における受群の頭部加速度 ($9.5 \pm 1.0g$) を投群 ($3.9 \pm 0.2g$) と比較した際、SHIに相当する $10g$ に近い頭部衝撃を受けていた。そのため、大外刈りの投込みは、脳細胞にダメージを与えるとされる頭部衝撃を受けていたことが考えられるが、サッカーのヘディングによる直達外力を介入した先行研究で認められた一時的な前庭機能の低下や眼球運動の機能低下は、柔道の投込みでは認められなかった。この結果はサッカーのヘディングによる介入を

行った先行研究と比較をすると、回数 (10回) が少ないことや平均の頭部加速度 ($14.5g$) が低いことが影響している可能性がある^{5,6)}。しかし、測定デバイスの装着位置が先行研究と異なる点や直達外力と介達外力が頭部加速度に及ぼす影響、さらには外力の違いによって脳にもたらすダメージが異なる可能性などを踏まえると、頭部加速度の結果のみから脳に与える影響を解釈することは注意が必要であると考えられる。今後は受身動作時において、胸鎖乳突筋が頭部の固定に重要であると報告されていることから¹³⁾、頸部筋力などの身体的特徴と投技によるSHIの影響について明らかにする必要がある。

mBESSの結果において、Hwangら(2017)はヘディングによる介入を用いたランダム化比較試験において、ヘディングを行わなかったコントロール群のmBESSの合計エラー数はヘディング前、後、翌日の順で時間とともに減少し、学習効果が認められていたが、ヘディングを行った群のヘディング後に学習効果が認められなかったと報告している⁵⁾。さらにMiyashitaら(2017)は大学ラグロスにおける1シーズンの観察研究において頭部衝撃の曝露と関連してシーズン前後のBESSのエラー数が増加すると報告がしている¹⁰⁾。しかしながら、本研究の結果では太外刈りの投込みを受けた受群にこのような現象は認められなかった。今後はフォースプレートなどの測定を加えることで頭部衝撃の影響をより詳細に行い明らかにすることが必要である。

NPCの結果において、両群ともに投込前と比べて投込後と投込翌日に有意な延長が認められたが、群間に有意差は認められなかった。ヘディングによる介入を用いたランダム化比較試験において、コントロール群と比較してサッカーのヘディングを行った群は、NPCが時間とともに有意に延長していること⁶⁾や大学アメリカンフットボールの練習における観察研究で頭部衝撃の頻度や大きさとNPCの上昇が関連していたと報告がされている⁷⁾。しかし、これらの先行研究では検者に対して盲検化を行っていない。本研究では検者の盲検化を行い、バイアスをできるだけ最小限にして研究を実施した。その結果、受群は投込前と投込後、投込前と投込翌日、投込後と投込翌日でNPCの時間における有意な延長が認められたが、コントロール群であると想定していた投群も同様な傾向が認められた。この結果は繰り返される頭部衝撃とNPCの研究において新しい観点をもたらしたと考える。Kawataら(2016)によれば、繰り返されるヘディングがNPCに及ぼす影響を調査し、ヘディング後とヘディング翌日にNPCの延長を報告している⁶⁾。しかし、コントロール群への介入は座位安静を行っており運動は行なわせていない。本研究の結果から投込みという運動を行ったことによるNPCの延長が示唆されるが、頭部衝撃のない運動介入とNPCとの関連を調査した研究はないため明らかでない。今後は運動によるNPCへの影響を明らかにしていく必要性や妥当性を調査していく必要がある。

アメリカンフットボールやサッカーといったコンタクトスポーツを行う多くのアスリートは、数百から千回を超えるSHIを毎年スポーツ活動中に受けていると報告されている^{1,3,4)}。相手を畳に投げるといった柔道の競技的な特徴から、柔道を行うアスリートにも同様な頭部衝撃が多く起こっている可能性がある。柔道を長年行うことによる脳への影響を明らかにしていくための調査は、柔道を行うアスリートの安全を確保するために今後も重要である。しかしながら、頭部衝撃の長期的な影響とされる慢性外傷性脳症(Chronic Traumatic Encephalopathy, 以下CTE)の診断は、患者が死亡した後に脳の検死解剖を行い、脳を染色することでしか診断が下せないのが現状であり、本邦におけるCTEの症例報告はない。そのため、スポーツ中における頭部衝撃のダメージを客観的にモニタリングすることがCTEとの関連を明らかにするためにも重要な手段である。柔道とCTEの発症に関する症例報告は世界的にもなく、柔道の投技が脳に及ぼす影響を明らかにしようとした研究は、本研究が初めてである。今後は、太外刈り以外の投技による影響、柔道中における頭部衝撃の頻度や大きさの観察調査、さらには血液バイオマーカー^{8,9)}や神経画像検査(MRI)^{4,15)}など検討項目を増やすことで、柔道による頭部衝撃の影響を詳細に明らかにできることが期待される。

本研究の限界は、サンプルサイズが小さいこと、頭部衝撃の回数が先行研究より少ないこと、除外基準として研究実施の6ヵ月以内に頭部や頸部の傷害があった者を除外しているため、投技による衝撃の耐性が低下していないというバイアスがかかった集団に対して調査をした可能性が挙げられる。本研究は先行研究¹¹⁾に基づき10gをSHIの閾値として研究を実施し、先行研究の結果から太外刈りが10gを超える曝露をもたらす試技であることを前提に介入した。しかしながら、実際に10gを超えた太外刈りの投込みを受けた対象者は5名であり個人差が認められた。各測定項目への影響の検討について10gを超えていない群と比較するには対象者が少なくその違いを明らかにできなかった。したがって、今後は対象者を増やすことでさらなる研究を行う必要がある。また、サッカーのヘディングで介入をした先行研究^{5,6,9)}は、機械を用いることによってボールを一定の速度と軌道で出せていたが、柔道の投技は人で投込みを行う必要

がある。そのため、投込む者を一定にして介入を行い、先行研究同様の回数や柔道における実際の状況から想定される投込みを行うことによって及ぼされる影響を研究する必要がある。

結 論

本研究は大学柔道選手を対象に、大外刈りの投込みを5回受けることによって、脳へのダメージを客観的に評価できるとされる前庭機能のmBESSと眼球運動機能の輻輳近点に影響を及ぼすかを検証した。大外刈りの投込みを行った投群の頭部加速度の平均は3.9gであり、投込みを受けた受群は9.5gであった。両群において一時的な前庭機能の低下はmBESSからは認められず、輻輳近点は投込後と投込翌日に投込前からの延長が認められ、柔道の5回の大外刈りの頭部衝撃との関連性は得られなかった。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

文 献

- 1) Bailes JE, Petraglia AL, Omalu BI, et al. Role of subconcussion in repetitive mild traumatic brain injury. *J Neurosurg.* 2013; 119: 1235-1245.
- 2) Mez J, Daneshvar DH, Kiernan PT, et al. Clinicopathological Evaluation of Chronic Traumatic Encephalopathy in Players of American Football. *JAMA.* 2017; 318: 360-370.
- 3) Beckwith JG, Greenwald RM, Chu JJ, et al. Timing of concussion diagnosis is related to head impact exposure prior to injury. *Med Sci Sports Exerc.* 2013; 45: 747-754.
- 4) Lipton ML, Kim N, Zimmerman ME, et al. Soccer heading is associated with white matter microstructural and cognitive abnormalities. *Radiology.* 2013; 268: 850-857.
- 5) Hwang S, Ma L, Kawata K, et al. Vestibular Dysfunction after Subconcussive Head Impact. *J Neurotrauma.* 2017; 34: 8-15.
- 6) Kawata K, Tierney R, Phillips J, et al. Effect of Repetitive Sub-concussive Head Impacts on Ocular Near Point of Convergence. *Int J Sports Med.* 2016; 37: 405-410.
- 7) Kawata K, Rubin LH, Lee JH, et al. Association of Football Subconcussive Head Impacts With Ocular Near Point of Convergence. *JAMA Ophthalmol.* 2016; 134: 763-769.
- 8) Kawata K, Rubin LH, Takahagi M, et al. Subconcussive Impact-Dependent Increase in Plasma S100 β Levels in Collegiate Football Players. *J Neurotrauma.* 2017; 34: 2254-2260.
- 9) Wirsching A, Chen Z, Bevilacqua ZW, et al. Association of Acute Increase in Plasma Neurofilament Light with Repetitive Subconcussive Head Impacts: A Pilot Randomized Control Trial. *J Neurotrauma.* 2019; 36: 548-553.
- 10) Ishikawa Y, Anata K, Hayashi H, et al. Effects of Different Throwing Techniques in Judo on Rotational Acceleration of Uke's Head. *International Journal of Sport and Health Science.* 2018; 16: 173-179.
- 11) King D, Hume P, Gissane C, et al. The Influence of Head Impact Threshold for Reporting Data in Contact and Collision Sports: Systematic Review and Original Data Analysis. *Sports Med.* 2016; 46: 151-169.
- 12) McCrory P, Meeuwisse WH, Aubry M, et al. Consensus statement on concussion in sport: the 4th International Conference on Concussion in Sport, Zurich, November 2012. *J Athl Train.* 2013; 48: 554-575.
- 13) 藤田英二, 濱田初幸, 中村 勇. 柔道受け身での頭部に加わる加速度と頸部筋活動: 頭部外傷の予防に向けて (特集 格闘技の科学). *バイオメカニクス研究=Japanese journal of biomechanics in sports & exercise: 日本バイオメカニクス学会機関誌.* 2015; 19: 89-93.
- 14) Miyashita TL, Diakogeorgiou E, Marrie K. Correlation of Head Impacts to Change in Balance Error Scoring System Scores in Division I Men's Lacrosse Players. *Sports Health.* 2017; 9: 318-323.
- 15) Singh R, Meier TB, Kuplicki R, et al. Relationship of collegiate football experience and concussion with hippocampal volume and cognitive outcomes. *JAMA.* 2014; 311: 1883-1888.

(受付: 2019年5月30日, 受理: 2020年3月4日)

Effect of Osoto-Gari Throwing Technique in Judo on Vestibular Function and the Near Point of Convergence

Hakozaki, T.^{*1}, Koto, Y.^{*1}, Nakano, T.^{*1}
Sakihama, S.^{*2}, Simizu, T.^{*2}, Kuramochi, R.^{*2}

^{*1} Graduate School of Health and Sport Sciences, Chukyo University

^{*2} School of Health and Sport Sciences, Chukyo University

Key words: subconcussive head impact, judo, nagewaza

[Abstract] Investigation into the effect of cumulative subconcussive head impact has yielded various results during research and there are many supporting links to neurological deficits. However, little research has focused on head impact from throwing techniques in judo. This study examined the effects of repetitive osoto-gari throws in judo on the modified Balance Error Scoring System (mBESS) and ocular near point of convergence (NPC). Eighteen collegiate judo athletes were assigned to either an uke group (n=9) or a nage group (n=9). The nage subjects threw the uke subjects on tatami mats. Uke subjects completed osoto-gari 5 times. Linear head acceleration was measured with a triaxial accelerometer. The mBESS and NPC assessments were performed at pre-, 0h post-, and 24 post-nagekomi.

Osoto-gari induced mean nage group head acceleration of 3.9 ± 0.7 g, and mean Uke group head acceleration of 9.5 ± 3.0 g ($p < 0.01$). Osoto-gari did not lead to worsening of mBESS scores. However, it led to an increased NPC distance, which was supported by a significant time interaction. In the nage and uke groups, 0h and 24h post-nagekomi NPC scores were significantly increased compared to the baseline. Findings indicate that the five times osoto-gari throwing technique in judo did not affect mBESS or the NPC score.