

サッカーのヘディングが脳に及ぼす影響について

The effects of heading on the brain in soccer

本 多 悠 人（金沢星稜大学人間科学部スポーツ学科卒業生）

Yuto HONDA (Faculty of Human Science, Department of Sports Science, Graduate)

奥 田 鉄 人（金沢星稜大学人間科学部スポーツ学科教授）

Tetsuhito OKUDA (Faculty of Human Science, Department of Sports Science, Professor)

〈要旨〉

Zhangらはヘディングを数回行った女子サッカー選手において反応時間が有意に低下すると報告した。これを受けて米国サッカー協会は、頸部の発達が不十分な少年少女がヘディングを繰り返し行う事により脳に悪影響を及ぼすとし、11歳未満のサッカー選手のヘディングを禁止すると発表した。そこで本研究では、ヘディング直後に脳はどのような影響を受けるか評価した。金沢星稜大学サッカー部のフィールドプレーヤー6名を対象とし、実際のコーナーキックを想定し、連続10本のジャンピングヘッドを行った。評価は、Reaction Time TestとCogniFit（日本版）を使用し、ヘディング前後で評価した。結果、Reaction Time Testは有意に低下し、CogniFitでは、全16項目中、記憶力、短記憶力、短期聴覚記憶、短期視覚記憶、作業記憶、文脈記憶、応答時間が有意に低下した。

これらのことから、度重なるヘディングは脳内軸索の軽微な損傷により神経伝導の遅延を引き起こし、脳の種々の機能を低下させることが示された。

〈キーワード〉

サッカー、脳震盪、ヘディング、びまん性軸索損傷

1 はじめに

コンタクトスポーツという接触を伴うスポーツでよく知られているのは、アメリカンフットボールやラグビー、アイスホッケーなどのスポーツである。競技人口が約2億5千万人と世界で最も人気の高いスポーツであるサッカーも、接触を伴うコンタクトスポーツであり、サッカー選手では頭部同士による接触や、体と頭部の接触により脳震盪がしばしば発生する。Zhangら（2013）はヘディングを数回行った女子サッカー選手において反応時間が有意に低下すると報告し⁽¹⁾、これを受けて米国サッカー協会は、頸部の発達が不十分な少年少女の繰り返しによるヘディングが脳に悪影響を及ぼす可能性があるとして、2015年11月、11歳未満のサッカー選手のヘディングを禁止すると発表した⁽²⁾。さらにStewartらは、アマチュアサッカークラブの成人男女約200名にアンケート調査を行ったところ、日常的にヘディングを行う選手とあまり行わない選手とでは、日常的にヘディングを行っている選手の方が脳震盪とみられる眩暈や立ちくらみといった症状の発生リスクが3倍以

上であったと報告している⁽³⁾。そのため、このヘディングが脳震盪や他の頭部外傷に直接的な関係があるのかを検討する必要がある。

サッカーのヘディングは重要なスキルの一つであり試合において重要なプレーを担っているが、Liptonらはサッカーのヘディングを試合や練習の中で年間1800回以上行う事で脳への傷害のリスクが有意に高くなることを報告している⁽⁴⁾。Omaluらは、激しいコンタクトプレーにより脳に反復した衝撃が加わることで脳症をきたす慢性外傷性脳症（Chronic traumatic encephalopathy: CTE）という傷害を初めて報告した⁽⁵⁾。このCTEの発見は、アメリカンフットボール選手であったマイク・ウェブスターが、引退後に記憶障害や認知症と思われる症状を患い死亡し、死因を突き止めるため脳の解剖をおこなったところ、コンタクトプレーにより繰り返された脳傷害が原因とみられる病変が観察されたことがきっかけとなった。アメリカンフットボールなどの頭部への衝撃が大きいコンタクトプレーを伴うスポーツでは、脳震盪が引き起こされることが度々あるが、

同様に頭部への衝撃を伴うサッカーのヘディングが直接的な原因で脳震盪が生じるという結果は未だ研究が続けられている段階である。

そこで本研究では、実際にヘディングをした直後は脳にどのような影響が生じているのかを評価した。

2 対象と方法

2-1 対象

全日本学生選手権に出場するレベルの金沢星稜大学サッカー部のフィールドプレイヤー6名を対象とした。

被験者6名の平均年齢は21.3歳で、平均身長は175.8cm、平均体重は67.8kgである。

2-2 方法

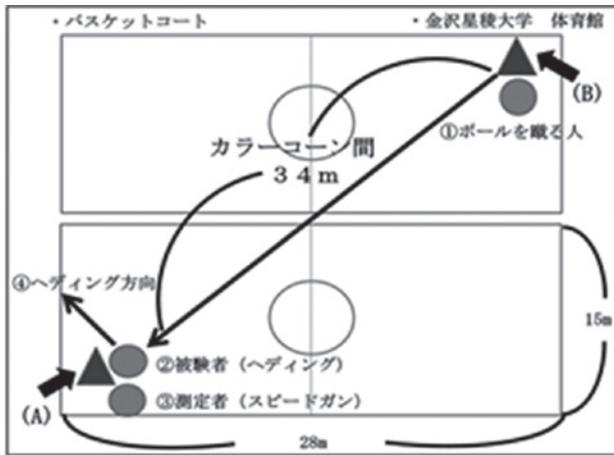


図1. 金沢星稜大学体育館の平面図

被験者6名にコーナーキックを想定して図1のBから実際に試合で蹴られるようなキックを10本蹴り、図1のA地点でジャンピングヘッドをしてもらう。その際のヘディングは図1で示した方向にシュートする。10本に設定した理由は、FIFAワールドカップ2018でのコーナーキックからのヘディングシュートの平均回数が、1試合平均で9.6±2.8本（10試合分）であり、かつSpiottaらの論文に報告されている1試合あたりのヘディング回数が6本～12本であったためである⁽⁶⁾。

実験場所は金沢星稜大学の体育館を使用した。芝の摩擦係数は0.91μであるのに対し、体育館の床のウレタンの摩擦係数は0.76μである。距離はサッカーコートのゴールライン68mの半分の34mに設定した（図1）。

2-3 評価法

評価法は、Fong⁽⁷⁾とRossiら⁽⁸⁾の論文で行われていたReaction Time TestとBloom⁽⁹⁾らの論文で行われていたCogniFit (Brain Tech) の日本版をヘディング前とヘディ

ング直後で1回ずつ行い評価した。

Reaction Time Testは30cmの定規を使用し、被験者の親指を0cmに合わせ、指示や合図無く落下させ、掴んだ部分が0cmからどのくらいの距離であるのかヘディングの前後で3回ずつ測定し、その中央値を採用した（図2）。オリジナルは時間（sec）であるが、この研究では時間には換算せず、そのまま測定した距離（cm）を使用した。



図2. Reaction Time Test

CogniFitとは認知機能を評価するアプリであり、処理速度、認知的柔軟性、記憶力、短記憶力、短期聴覚記憶、短期視覚記憶、作業記憶、文脈記憶、注意力、阻害力、焦点、応答時間、視覚と手の照準、聴覚認知力、空間認知、識別の16項目の認知機能を評価することができる。例えば、認知的柔軟性は、形の大きさに惑わされずに表示される言葉に一致する数字の物を早押ししていく（図3）。



図3. 認知的柔軟性

また短記憶は、画面上に表示されている数個の物体がランダムで光っていき、光った順番を記憶し、その順番通りに物体を選択して回答する（図4）。

2-4 統計学的解析

本研究で得られた数値は、Excel2010（日本マイクロソフト株式会社）を用いて解析し、Reaction Time Testの反応時間、CogniFitの16項目におけるヘディング前後の数値

比較をStudentのT検定で行い、有意水準5%未満を有意とした。



図4. 短記憶

3 結果

3-1 Reaction Time Test (表1)

Reaction Time Testは、6人全員が、ヘディングをする前よりも、ヘディングをした後の方が反応時間が有意に低下した。

表1.リアクションタイムテスト

(n=6)	ヘディング前	P値	ヘディング後
Reaction Time	12.9±2.6cm	0.008	20.5±5.2cm

3-2 CogniFit

CogniFitは、6人の平均において処理速度、注意力は有意に上昇し、記憶力、短記憶力、短期聴覚記憶、短期記憶、作業記憶、文脈記憶、応答時間は有意に低下していた(図5)。

4 考察

脳震盪とは頭部に強制的な回転速度が加わり、脳が急激に揺さぶられることが原因で脳細胞が一時的に機能停止、または一部が損傷を受ける事で発症するものであり、損傷

部位が特定できないびまん性軸索損傷である⁽¹⁰⁾。

Wallaceらの論文では、脳震盪において軸索由来のタンパクであるニューロフィラメントライトが有意に増加していることから、脳震盪の主病変は脳内の軸索損傷であると述べてられている⁽¹¹⁾。

4-1 Reaction Time Test

Reaction Time Testでは6人全員がヘディング後に有意な反応時間の低下が見られた。脳におけるびまん性軸索損傷によって反応時間が低下すると、反応時間が遅れ、スポーツのプレーに影響を与えることになる。サッカーの試合では反応時間が低下する事により、周囲の選手の動きを認知し、迅速かつ正確なプレーを引き出す事ができないということにも繋がる可能性がある。上田らは、びまん性軸索損傷を起こしている患者には処理速度の低下が見られ、日常生活などにおける物事の取り掛かりや作業効率が非常に悪くなっていると報告している⁽¹²⁾。

サッカーの試合中にヘディングをした選手が瞬時に立てなくなる光景をよく見かける。これはヘディングによる

頭部への衝撃が軽度な軸索の機能障害を発症させている事が推察される。またRossiの研究では、脳震盪後の高校生アスリートに定規を落下させて掴ませ、日を追うごとに反応時間の回復を評価してゆくという調査がなされた。その結果、14日目でようやく反応時間が脳震盪前のベースラインに戻った⁽⁸⁾。これだけ脳震盪の症状は長く続く。本研究では、ヘディングを行った直後の結果しかないので、時間が経過するにつれて反応時間の低下がいつ改善するのかは不明である。

4-2 CogniFit

処理速度 (P<0.01)、注意力 (P=0.02) は有意な上昇が見られた。その原因は、設問内容の記憶が原因であると考ええる。CogniFitは全て同じ設問内容をヘディング前後で行

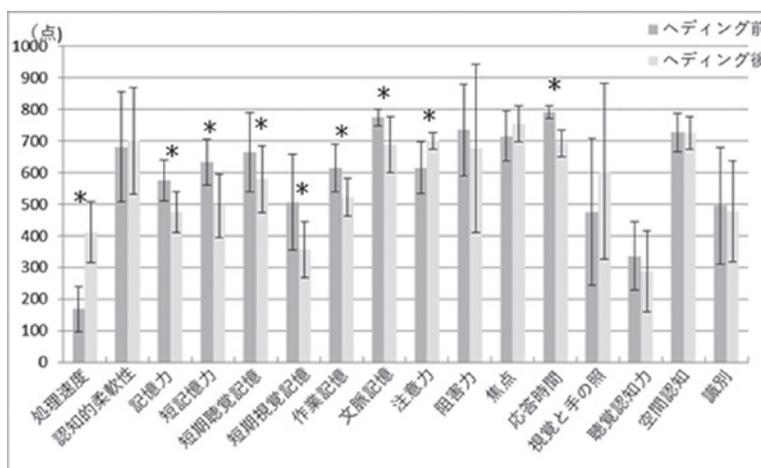


図5. CogniFit

*p > 0.01

ったためヘディング前に行った設問内容を被験者が記憶していたことにより、ヘディング直後に行った注意力と処理速度の数値に有意な上昇が見られたと考えられる。

短記憶力、短期視覚記憶、作業記憶、記憶力、短期聴覚記憶、文脈記憶の6項目の記憶力の項目と応答時間の7項目では全員に有意な低下が見られた。記憶力は脳において側頭葉に存在する海馬がその役割を担っている。この側頭葉の海馬が衝撃などによって損傷する事により、記憶力や学習能力が低下する⁽³⁾。これらは、脳に大きな衝撃が加わったときに生じるミーズス応力による一時的な軸索の機能障害 (Neurapraxia) が原因とされており、脳震盪はこの軸索の損傷の中でも最も軽度な症状で、一時的な Neurapraxia として時間の経過と共に回復していく。Thomasらの研究では、平均年齢22歳のアマチュア女子選手5人に20回のヘディングをしてもらい、記憶力や認知機能の変化調べたところ、ヘディング後のサッカー選手の記憶力は67%低下した⁽³⁾。その影響は24時間続き、それを超えると徐々に変化が消えていった。本研究でも、ヘディング直後に記憶力の低下を示した。

本研究や先行研究で得られた結果や可能性を受けて、サッカーのヘディングが脳に及ぼす影響は有ると考える。Lingらは元サッカー選手14名(平均年齢73.9歳)に調査を

行ったところ、6名が認知機能の低下や記憶力の低下といったCTEの兆候が見られたという⁽⁴⁾。さらに被験者14名の平均の認知症発症年齢は63.6歳と若年性認知症(65歳以下の認知症)の基準を満たすため、ヘディングは認知症の発症年齢を早めていると推察している。さらにこの論文では6つの頭部外傷における認知症を患い死亡した患者12名のサッカー選手のうち、6名の脳を解剖した。それらの脳には海馬の硬化やタンパクの蓄積といったアルツハイマー型認知症に類似した所見がみられ、これはヘディングが原因であると考察している。これらのことから、度重なるヘディングは軸索損傷を引き起こし、記憶力の低下や認知症の発生率を上げる可能性があるほどの衝撃が脳に加わると推察される。

4 まとめ

本研究では、全日本学生選手権に出場するレベルのサッカー部を対象にヘディングにおける影響を統計的に解析した。ヘディング後にはリアクションタイムテストにおける反応時間の低下、およびCogniFitにおける評価では記憶力項目と応答時間が有意に低下し、脳においては軽度ながら、軸索の損傷が起きている事が推察された。

引用文献

- (1) Zhang MR・Red SD・Lin AH・et al (2013) Evidence of Cognitive Dysfunction after Soccer Playing with Ball Heading Using a Novel Tablet-Based Approach. PLOS ONE,8 (2): 1-4
- (2) Koerte IK・Nichols E・Tripodis Y・et al (2017) Impaired Cognitive Performance in Youth Athletes Exposed to Repetitive Head Impacts. Journal of Neurotrauma, 34 (16) : 2389-2395
- (3) Thomas GD・Hunter A・Wilson L・et al (2016) Evidence for Acute Electrophysiological and Cognitive Changes Following Routine Soccer Heading. EBioMedicine, 13 : 66-71
- (4) Lipton ML・Kim N・Zimmerman ME・et al (2013) Soccer Heading Is Associated with White Matter Microstructural and Cognitive Abnormalities. Radiology, 268(3): 850-857
- (5) Omalu B・Small GW・Bailes J・et al (2017) Postmortem Autopsy-Confirmation of Antemortem [F-18] FDDNP-PET Scans in a Football Player With Chronic Traumatic Encephalopathy. Neurosurgery, Vol.82(2) p237-246
- (6) Spiotta AM・Bartsch AJ・Benzel EC (2012) Heading in soccer: Dangerous play? Neurosurgery, 70 : 1-11
- (7) Fong SM・Shamay SM・Chung MY (2013) Health through martial arts training : physical fitness and reaction time in adolescent Taekwondo practitioners. Health,5 (6): 1-5
- (8) Rossi GD (2017) Evaluating the Recovery Curve for Clinically Assessed Reaction Time After Concussion. Journal of Athletic Training, 52(8): 766-770
- (9) Bloom R・Beerli MS・Springer RR・et al (2017) Computerized cognitive training for older diabetic adults at risk of dementia: Study protocol for a randomized controlled trial. Translational Research&Clinical Interventions,3: 636-650
- (10) 青村 茂 (2012) 頭部外傷メカニズムの解明—頭を強打すると何が起きるのか— バイオメカニズム学会誌, 36(4): 212-218
- (11) Wallace C・Smirl JD・Zetterberg H・et al (2018) Heading in soccer increases serum neurofilament light protein and SCAT3 symptom metrics. Ebiomedicine, 13 : 66-71
- (12) 上田 敬太 (2015) 頭部外傷後の社会行動障害 高次機能研究, 35(3): 283-290
- (13) 山鳥 重 (2003) ヒトの記憶機能における海馬・海馬傍回の役割 脳と発達, 35(2): 105-112
- (14) Ling H・Morris HR・Neal JW・et al (2017) Mixed pathologies including chronic traumatic encephalopathy account for dementia in retired association Football (soccer) players. Acta Neuropathol,133 : 337-352