

## 論文審査の結果の要旨

|      |                                  |    |      |
|------|----------------------------------|----|------|
| 報告番号 | 甲医第 <b>1570</b> 号                | 氏名 | 青村 茂 |
| 審査委員 | 主査 高木 康志<br>副査 勢井 宏義<br>副査 西良 浩一 |    |      |

題目 A study on the diagnostic support system of the repetitive brain concussion based on the reconstruction analysis of the accident

-The accident cases of Judo and American football-

(事故の再現と解析による繰り返し脳震盪の診断支援システムの検討 -柔道とアメリカンフットボールにおける事故を例として-)

著者 Shigeru Aomura, Hironichi Nakadate, Zhang Yuelin, Takahiro Ueno, Akiyoshi Nishimura

2023年2月13日発行 The Journal of Medical Investigation  
第70巻第1, 2号に掲載予定

(主任教授 西村 明儒)

要旨 脳震盪は、コンタクトスポーツを始め日常生活でも見られるが、有効な診断法がなく軽視されがちである。昨今、脳震盪を繰り返し重症化する second impact syndrome (SIS) が報告されている。軽度でも繰り返すことで高次脳機能障害の可能性が指摘されている。CT や MRI でも損傷は観察できず、1 度目の損傷が 2 度目の受傷に与える影響の評価方法、力学的に反映させる方法論が確立されていない。

申請者らは、多体動力学と有限要素法を用い SIS 診断支援システムを開発した。SIS 解析では、全身マルチボディ解析ソフトウェア (MADYMO, Ver. 7.6) を用い、多体動力学により全身挙動を再現、衝突時の頭部の衝突角度と衝突速度を求めた。この角度や速

度を初期条件として3次元ヒト頭部有限要素モデルに与え、脳各部の応力や歪み等の負荷を求め脳震盪発症を判定した。1度目の解析結果に応じて大脳および脳幹の剪断係数を低下させ2度目の解析を行う方法、ならびに1度目と2度目を独立して解析し、両者の損傷を加算する方法を検証した。検証例は、アメリカンフットボール(アメフト)の試合中の2件および柔道全日本選手権の2件の事故を対象とし、衝撃の繰返しによる重症化を検証した。脳震盪発症の評価指標のパラメータとしては、脳各部の最大歪みおよび損傷割合を用いた。ビデオ記録を基に画像解析を行い、結果をMADYMOに与え、事故を再現した。得られた結果は以下の通りである。

- 1) 2つの方法ともに脳の最大歪みおよび損傷割合にて、脳震盪の繰返しによる重症化の結果が得られた。
- 2) 柔道では、大脳の剪断係数の低下が脳の最大歪みの増加に影響を与え、アメフトでは、脳幹の剪断係数の低下が最大歪みの増加に影響を与えていた。この傾向は脳損傷割合の増加でも観察された。柔道では頭部が直接畳から衝撃を受けるが、アメフトではヘルメットが介在することに起因する可能性が考えられた。

以上の様にビデオ記録を基にSIS事故の再現と脳損傷の重症化がシミュレーション可能であると示した。事故の再現画像を含め、コンタクトスポーツ等への注意喚起にも有効であると考えられた。本研究はこれまで不明確であったSISの発生機序を多体動力学と有限要素解析で明確化し、実例の損傷を予測することが出来た。死亡事故の鑑定を行う法医学的意義のみならず、重症化予測や予防啓発など臨床的意義も大きく、学位授与に値すると判定した。