

## 4. スポーツ関連脳振盪 (SRC : Sports-related concussion) の 最新の知見

中山晴雄\*<sup>1,2,4</sup>, 平元 侑\*<sup>1</sup>, 浮須杏奈\*<sup>2</sup>  
岩淵 聡\*<sup>1</sup>, 荻野雅宏\*<sup>3,4</sup>

### ●はじめに

アメリカ疾病予防管理センターの報告では、米国において毎年160から380万人のスポーツ関連脳振盪 (SRC : Sports-related concussion) がレクリエーションスポーツもしくは競技スポーツに関連して発生している。訴訟社会と表されることの多い米国社会においては、プロスポーツ団体を相手取った選手達による集団訴訟の影響力も相俟って、いまやSRCは一定の社会的認知度を得ている。本邦においても、徐々にではあるが米国同様にSRCの社会的認知度は向上してきたが、海外に比較すると種々の知見の更新は円滑とは言い難い。本稿では、昨今のSRCに関する最新の知見について概説する。

### ●Sex-Differences

男性に比較して女性の方が、SRCを来たした際に症状程度が強く症状持続期間が長いことは以前から指摘されている。DolléらはSRCの病態において外傷性軸索損傷 (TAI : Traumatic axonal injury) の重要性に着目し、軸索構造とTAIに対する反応に潜在的な性差があるかを検討し報告している<sup>1)</sup>。ラットおよびヒトのニューロンを用いて、遺伝的にオスマたはメスのどちらかの軸索路を

in vitro でマイクロパターン化した。これらを微細構造解析し、メスの軸索はオスの軸索に比べて一貫して小さく、微小管の数が少ないことを初めて明らかにした。加えて、TAIの計算論的モデルにより、このような構造の違いから、メスの軸索の微小管はオスの軸索に比べて、同じ負荷をかけた場合に外傷時に損傷するリスクが高いことが示された。同様に、in vitro のTAIモデルでは、軸索路への動的伸張損傷は、オスの軸索よりもメスの軸索の方がより大きな病態生理的変化を誘発し、微小管が機械的に破壊された結果、より広範な電位変化が引き起こされ、同じレベルの損傷の直後にカルシウムの流入が大きくなることが示された。受傷後24時間目には、メスの軸索はオスの軸索よりも有意に多くの電位変化を示し、カルシウムシグナル伝達機能の低下が大きかった。この結果から、脳の軸索構造の性的二型性もまた、同じ機械的損傷を受けた男性と比較して、女性の軸索がより広範囲にSRCの病態生理に影響を及ぼしている可能性があるとしている。

### ●Prevention-Equipment

ここ数年、サッカーのヘディングに代表されるような、SCI : sub-concussive impacts を繰り返すことによる長期的な脳機能への影響についての検討が注目されている。なかでもDudleyらは、女子高校サッカー選手を対象に、シーズンを通じたSCIが脳内ネットワークに機能的および構造的に与える影響に対して頸静脈圧迫カラーを用いることで抑制できる可能性について2020年に報告し

\*1 東邦大学医療センター大橋病院脳神経外科

\*2 東邦大学医療センター大橋病院院内感染対策室

\*3 獨協医科大学脳神経外科

\*4 日本臨床スポーツ医学会脳神経外科部会

表 1 SRC の臨床的プロファイルと修飾因子およびその他の評価ツール

臨床的プロファイル
1) 不安/気分, 2) 認知/疲労, 3) 片頭痛, 4) 眼球運動機能, 5) 前庭機能
修飾因子
1) 睡眠, 2) 頸部
その他の評価ツール
1) 脳振盪後症状スケール (PCSS),
2) 前庭・眼球運動スクリーニング (VOMS),
3) コンピューターバッテリー (ImPACT)

ている<sup>2)</sup>。この報告では、競技に参加する前に、選手をカラー使用群 (N=72) とカラー非使用群 (N=56) に振り分け、練習と競技のたびに加速度計を用いて頭部の衝撃データを評価すると共に、シーズンの前後に安静時の機能的磁気共鳴画像 (rs-fMRI) と拡散テンソル画像 (DTI) の評価を行った。この結果、カラー非使用群は、カラー使用群と比較して、rs-fMRI 由来のグローバルクラスタリング係数 ( $p=0.032$ ) と DTI 由来のモジュール性 ( $p=0.042$ ) が有意に増加していた。すなわち、頸静脈圧迫カラーを使用することで SCI による脳内ネットワークの再編成 (脳の構造や機能の変化) を抑制する可能性を示したとしている。

### ●Diagnosis-Blood

SRC の客観的な血液バイオマーカーの検証には、科学的・臨床的な価値がある。NCAA-DOD Grand Alliance CARE Consortium は、全米大学体育協会 (NCAA) と国防総省 (DOD) が中心となって組成したコンソーシアムであり、性別および複数のスポーツを横断して、SRC の自然経過を研究する大規模な複数サイトによる研究を提供している。この NCAA-DOD Grand Alliance CARE Consortium から SRC の血液バイオマーカーに関する多施設共同前向き症例対照研究の興味深い結果が 2020 年に JAMA に報告された<sup>3)</sup>。SRC を発症した大学スポーツ選手、コントロールとしてのコンタクトスポーツ選手と非コンタクトスポーツ選手の合計 504 名が、プレシーズンのベースライン時、SRC 受傷直後、受傷後 24~48 時間後、症状が消失した時点、競技復帰後 7 日目に SCAT3 などの評価と採血による血液バイオマーカー (Glial fibrillary acidic protein : GFAP, ubiquitin C-terminal hydrolase-L1 : UCH-L1, ニューロフィラメント, タウ蛋白) の評価を行った。SRC を起こした 264 名、コンタクトスポーツの 138 名、および

非コンタクトスポーツの 102 名が本研究に含まれ、SRC を起こした選手は、GFAP, UCH-L1 が有意に上昇していた。これらは受傷から 6 時間以内に急速な上昇が確認された。加えて GFAP の上昇は 24 時間維持されていた。両者は、意識消失を伴った SRC を受傷した選手において意識消失を伴わなかった SRC を受傷した選手と比較して有意に上昇していた。また、ニューロフィラメントについては、意識消失を伴った SRC を受傷した選手において競技復帰後 7 日目の時点でも有意に上昇していた。今回の結果は、血液バイオマーカーが SRC の病態生理学的機序を解明するための研究ツールとして利用できることを示唆している。

### ●Concussion Clinical Profiles / Subtypes

現在の SRC に対する臨床的評価は、SCAT の自覚症状スコアに代表されるように症状の総数や重症度を重視しており、精神疾患などの他の状態と重複しているため、その特異性や臨床的有用性が制限されている点が問題とされている。このため、近年では新しい SRC 臨床プロファイルスクリーニングツール (CP Screen) に関する検討が盛んに行われている。Kontos らは、29 項目の自己申告式の CP Screen に基づいた 5 つの SRC の臨床プロファイルの有効性について検討し (表 1), Neurosurgery 誌に報告している<sup>4)</sup>。この検討では、2018 年から 2019 年の間に登録された 248 名のアスリート (121 名の SRC 群, 127 名のコントロール群) が評価された。この結果、CP Screen は、強い信頼性、一般的に使用されている SRC 評価 (PCSS, VOMS, ImPACT) との同時妥当性、および SRC を識別するための予測妥当性が示された。今回の結果は、CP Screen が、臨床プロファイルを反映する可能性のある、より具体的な症状を評価することで、より良い治療介入方法の提供

に寄与する可能性を示している。

## ●Ongoing Research

現在、東邦大学医療センター大橋病院脳神経外科スポーツ頭部外傷外来では、SRCの評価に関する種々の検討を行っている。脳神経外科領域では以前から膜下出血における脳血管攣縮の評価に用いられてきたTCD：transcranial dopplerを用いたSRC後の脳血流や脳血管抵抗に関する評価<sup>5)</sup>、Virtual Realityの有効性に着目したSRC後のめまいに関する評価など<sup>6)</sup>、SRCの診断からリハビリテーションに至るまでの総合的な検討を行っており今後の発展に期待している。

## ●終わりに

本稿投稿時点では、人類がCOVID-19に打ち勝った証として東京オリンピック2020の開催が予定されている本邦において、これまで以上に本学会員が率先してスポーツ関連脳振盪の管理や対応に貢献出来ることを切望する。

### 謝 辞

本稿の内容の一部は、JSPS 科研費 JP20K11398 の助成を受けたものです。

本稿の要旨は第31回日本臨床スポーツ医学会学術集会（於：Web開催2020年11月）にて発表した。

## 文 献

- 1) Dollé J, Jaye A, Anderson SA, et al. Newfound sex differences in axonal structure underlie differential outcomes from in vitro traumatic axonal injury. *Experimental neurology*. 2018; 300: 121-134.
- 2) Dudley J, Yuan W, Diekfuss J, et al. Altered Functional and Structural Connectomes in Female High School Soccer Athletes After a Season of Head Impact Exposure and the Effect of a Novel Collar. *Brain Connectivity*. 2020; 10: 292-301.
- 3) McCrea M, Broglio SP, McAllister TW, et al. Association of blood biomarkers with acute sport-related concussion in collegiate athletes: findings from the NCAA and Department of Defense CARE Consortium. *JAMA network open*. 2020; 3: e1919771.
- 4) Kontos AP, Elbin RJ, Trbovich A, et al. Concussion clinical profiles screening (CP screen) tool: preliminary evidence to inform a multidisciplinary approach. *Neurosurgery*. 2020; 87: 348-356.
- 5) 平元 侑, 中山晴雄, 岩渕 聡. スポーツ関連脳振盪における脳血流の経時的変化の検討. *日脳神外傷会抄集*. 2019; 42: 160.
- 6) 中山晴雄, 平元 侑, 岩渕 聡, 他. 仮想現実を用いたスポーツ関連脳振盪における“めまい”に対する新規評価法の有用性に関する検討. *日臨スポーツ医会誌*. 2019; 27: S212.