

総 説

軽症頭部外傷・軽症頭部爆傷

戸村 哲

防医大誌 (2023) 48 (3) : 73-82

要旨：軽症頭部外傷は日常的に遭遇する機会の多い傷病である。ほとんどの軽症頭部外傷症例は短期間に軽快するが、一部に重症化するケースがあるため注意を要する。また約半数はのちに脳振盪後症候群を来し、昨今注目される外傷後の高次脳機能障害など、多くの社会問題の要因にもなっている。本稿では、日常診療で遭遇する機会の多い軽症頭部外傷について、頭部外傷ガイドラインの執筆メンバーでもある筆者が、2019年に改訂された「頭部外傷治療・管理のガイドライン第4版」の内容を中心に、診療において重要な項目について要点をまとめた。さらに防衛医学、戦傷病学において非常に重要視されている軽症頭部爆傷についてもあわせて解説した。

軽症頭部外傷の診療においては、重症化の危険因子を念頭に置き、適切に頭部CTの適応を判断し、帰宅や入院経過観察の判断を行う。脳振盪後症候群や外傷後の高次脳機能障害の可能性も考慮し、初療において詳細に診療録を記載することがきわめて重要である。

索引用語： 軽症頭部外傷 / 脳振盪後症候群 / 高次脳機能障害 / 慢性外傷性脳症 / 軽症頭部爆傷

緒 言

日本外傷データバンク2022¹⁾によれば、わが国の救急診療における外傷患者の受傷部位のうち、頭部外傷の占める割合は33.0%であり、外傷患者のおよそ3人に1人が頭部に何らかの受傷を来して来院していることがわかる。頭部外傷は軽症、中等症、重症の3段階の重症度で分類されるが、特に軽症頭部外傷は頭部外傷の90~95%を占めるとされ²⁻⁴⁾、救急診療で日常的に遭遇する傷病といえる。ほとんどの場合、軽症頭部外傷に伴う諸症状は短期間で軽快し後遺症もなく回復する一方で、重症化してしまうケースも決して少なくない。また、軽症頭部外傷の約半数に脳振盪後症候群が認められるとされ⁵⁾、昨今注目される外傷後の高次脳機能障害など、多くの社会問題の要因となっている。

わが国の頭部外傷診療ガイドラインとして、2019年に現行の「頭部外傷治療・管理のガイドライン第4版」が出版されたが、第3版までの

「重症頭部外傷治療・管理のガイドライン」から「重症」の文字が削除され、軽症・中等症を含む頭部外傷全般のガイドラインとしての位置づけがより明確になった。本稿では、日常診療で遭遇する機会の多い軽症頭部外傷について、頭部外傷ガイドラインの執筆メンバーでもある筆者が、「頭部外傷治療・管理のガイドライン第4版」の内容を中心に、診療における重要項目についてまとめる。さらに、防衛医学、戦傷病学において非常に重要な疾病のひとつである軽症頭部爆傷についてもあわせて解説する。

頭部外傷ガイドライン

頭部外傷のガイドラインは、特に重症頭部外傷患者の治療と管理に関して、米国では1995年⁶⁾、ヨーロッパでは1997年⁷⁾にそれぞれ初めて作成された。これを受けてわが国では、日本神経外傷学会のガイドライン作成委員会により1998年から作成作業が開始され、2000年に初版の

「重症頭部外傷治療・管理のガイドライン」が上梓された。その後は、診療システムや診療体制、社会情勢やエビデンスの蓄積等、頭部外傷診療を取り巻く環境の変化に対応しながら、2007年に第2版、2013年に第3版と改訂を重ね、2019年に第4版の改訂が行われた。

第4版では、わが国における頭部外傷診療において救急および外傷初期診療の標準化が広く浸透し、初期診療における救急医・研修医の役割が重要となっている背景を考慮して、画像診断の項目を充実させ、凝固線溶障害と多発外傷の項目を追加することで、初期診療から頭部外傷専門診療への連携がはかられた。さらに、専門診療後の後療法や社会復帰支援との連携にも注目し、リハビリテーションの項目が追加され、高次脳機能障害の項目が充実された。また近年では、重症頭部外傷症例が減少し、軽症・中等症例が増加していることから、第3版までの「重症頭部外傷治療・管理のガイドライン」から「重症」の文字を削除し、軽症・中等症への対処の項目の充実がはかられた。現在2025年頃の出版を目標に第5版の改訂作業が開始されたところである。

軽症頭部外傷：診断

頭部外傷の重症度は受傷後の意識障害の程度

によって表され、軽症、中等症、重症の3段階に分類される。一般的に軽症頭部外傷は受診時のGlasgow Coma Scale (GCS) 13~15点と定義されている⁸⁾。ただしスカンジナビア神経外傷学会によるガイドライン⁹⁾では、GCS13点は中等症頭部外傷に分類される。本邦の外傷初期診療ガイドライン¹⁰⁾でも軽症頭部外傷をGCS14~15点と定義し、安全を優先したオーバートリアージ対応を行っている⁴⁾。

診断には意識レベルのほかに、外傷直後の意識消失と外傷性健忘の期間を加えた基準が用いられることが多く、American Congress of Rehabilitation Medicineや世界保健機関 (World Health Organization ; WHO) 研究センターの診断基準^{11,12)}では、軽症頭部外傷は『GCS13~15点、30分以内の意識消失、24時間以内の外傷性健忘』と定義される。またヨーロッパ脳神経外科学会 (European Federation of Neurological Societies ; EFNS) の特別委員会による新分類¹³⁾では、13項目の危険因子 (表1) の有無によってカテゴリー0~3の4段階に分類されている (表2)。

診断名として「頭部打撲」や「脳振盪」と記載されることが多いが、「頭部打撲」は一般的に、非穿通性軽症頭部外傷に対する病名として用いられる。「脳振盪」の語源はラテン語の

表1. 軽症頭部外傷で頭蓋内病変を合併する危険因子¹³⁾

- ① 受傷歴が不明
- ② 外傷後 (前向き) 健忘の持続 (前向き健忘の持続は、GCSにおけるV: 4点の混乱した会話と判断することがある)
- ③ 30分以上の逆行性健忘
- ④ 頭蓋骨 (陥没または頭蓋底) 骨折の臨床徴候を含む肋骨より上の外傷
- ⑤ 激しい頭痛
- ⑥ 嘔吐
- ⑦ 局所神経症状
- ⑧ 痙攣
- ⑨ 2歳未満
- ⑩ 60歳以上 (カナダのガイドラインでは65歳以上)
- ⑪ 凝固障害
- ⑫ 高エネルギー事故 (64 km/h以上の自動車事故、車の大破・横転、運転席の30 cm以上の圧縮、車内からの救出に20分以上かかる、6 m以上の転落、車と歩行者の事故、32 km/h以上の二輪車事故)
- ⑬ アルコールまたは薬物中毒

表2. 軽症頭部外傷の分類¹³⁾

分類	GCS	意識消失	外傷性健忘	危険因子	CT検査
カテゴリー0	15	-	-	-	-
カテゴリー1	15	30分未満	60分未満	-	推奨
カテゴリー2	15	-	-	+	必須
カテゴリー3	14, 13	30分未満	60分未満	+/-	

concussus（揺り動かす）であり、本来は脳全体が揺り動かされた状態を意味する。厳密には「脳振盪」と「軽症頭部外傷」の定義は異なり、「脳振盪」は脳全体が揺り動かされたことにより生ずる意識消失、健忘や、頭痛、めまい、不安定感などの身体的自覚症状を主とする一過性の脳機能障害であり¹⁴⁾、「軽症頭部外傷」は機能障害に形態変化としての脳損傷が加わった状態を意味する。

軽症頭部外傷：病態

脳組織全体に強い回転加速度が加わり、剪力によってびまん性に神経繊維が断裂する病理学的概念をびまん性軸索損傷（diffuse axonal injury；DAI）と呼ぶ。軽症頭部外傷の主な病態はごく軽度のDAIと考えられている。重度のDAIをきたしたケースでは高度の意識障害を伴う重症頭部外傷（GCS 8点以下）と診断されるが、これらの違いはDAIの程度の差によるものであり、どちらもびまん性脳損傷（diffuse brain injury；DBI）として一元的にとらえられている¹⁵⁾。

脳振盪でもごく軽度の軸索損傷のほか、微小レベルでの血液脳関門の破綻や神経炎症、アルツハイマー病でみられるようなリン酸化タウ蛋白の蓄積などの変化が起こっていることが確認されている^{16,17)}。そしてGCSスコア、意識消失、外傷性健忘の程度で表される意識レベルの変化は、たとえ軽微な変化でもDAIに伴う神経機能障害の結果すなわち機能予後を反映しているとされる¹⁵⁾。

軽症頭部外傷：症状

軽症頭部外傷では、外傷直後に一過性の意識消失や記憶障害（外傷性健忘）などがみられるが、ほとんどの場合これらの症状は数分程度で軽快する。外傷性健忘には逆行性健忘（retrograde amnesia）と順行性健忘（anterograde amnesia）があり¹⁸⁾、逆行性健忘では受傷直前の出来事を思い出せず、順行性健忘では外傷後の出来事を記憶できなくなる。通常は、逆行性健忘の時間は順行性より短時間で次第に減少するが、順行性健忘は時間が経っても変わらずに継続することが多い。

その後、身体症状（頭痛、めまい、疲労感など）、認知症状（記憶や注意力の障害など）、精神症状（情緒障害、無関心など）が認められることがあり、これらの症状をまとめて脳振盪後症候群と総称する¹⁹⁾。脳振盪後症候群は外傷性健忘と同様に頭部外傷後の回復過程であり、軽症頭部外傷後の約半数に認められる⁵⁾。

これまでに脳振盪に対する明確な他覚的診断法は確立されていない¹⁴⁾。したがって脳振盪に特異的な症状はないものの、臨床症状を2つの国際的診断基準²⁰⁾（表3）に照らし合わせて診断するのが一般的である。これらの診断基準ではいずれも意識消失を伴う頭部外傷歴が前提条件とされているが、後述する国際スポーツ脳振盪会議の声明^{21,22)}では、スポーツ脳振盪（sports related concussion；SRC）の過半数は意識消失を伴わないとしており、脳振盪の診断に意識消失の有無は必ずしも必要ではない。

脳振盪症状からの回復には7～10日を要する

表3. 脳振盪後症候群の診断基準²⁰⁾

	国際疾患分類第10版 (ICD-10)	精神障害の診断と統計の手引第4版 (DSM-IV)
前提条件	意識消失を伴う頭部外傷歴	意識消失、健忘症または痙攣を伴う頭部外傷歴
症状	8症候のうち3症候以上 ①頭痛 ②めまい ③疲労感 ④過敏 ⑤睡眠障害 ⑥集中障害 ⑦記憶障害 ⑧ストレス・感情・アルコールの許容障害	1) 注意力や記憶の認知障害 2) 8症候のうち3症候以上が3か月以上続く ①頭痛 ②めまい ③疲労感 ④過敏 ⑤睡眠障害 ⑥情緒障害 ⑦人格障害 ⑧無関心 3) 症状が受傷後に発症か悪化 4) 社会的な役割を果たす機能の障害 5) 頭部外傷などに起因する認知症は除外

と言われ、若年者ではより長期間必要な傾向がある^{23, 24)}。多くは受傷後3か月以内にほぼ消失するが、受傷後1年でも15~25%の患者に症状が残存し^{25, 26)}、約半数の患者では認知機能の障害が1年以上持続するとの報告もある²⁷⁾。

軽症頭部外傷：後遺症

軽症頭部外傷に高次脳機能障害が後遺する可能性があり、受傷6か月後の患者の44%に神経心理障害が認められたとの報告もある²⁸⁾。高次脳機能障害とは、脳損傷が原因で起こる神経心理、神経精神医学的症状のことで、責任病巣がはっきりとした巣症状としての失語、失行、失認、地誌的障害、視空間認知障害と、広範囲の脳損傷によって発症する記憶障害、注意障害、遂行機能障害、社会的行動障害、感情障害、性格変化などの認知機能障害や精神機能障害が含まれるが、外傷に伴う高次脳機能障害では主に後者が問題となる^{29, 30)}。「言われたことをすぐ忘れる」「誰かが指示して促さないと何もできない、しようとしなさい」「突然人が変わったかのように怒る、暴力をふるう」などの症状がみられるが、軽症頭部外傷では特に身体症状が軽いことが多いために、このような外見からはわかりにくい症状は診察室ではとらえにくく、社会復帰を試みて初めて問題が顕在化することが少なくない²⁹⁾。

高次脳機能障害の診断基準（表4）は、2001年から行われた厚生労働省の高次脳機能障害支援モデル事業による国立リハビリテーションセンターと全国12地方拠点病院で集積された調査

結果に基づいて2004年に作成された³¹⁾。この診断基準によれば、身体障害があっても認知障害を認めないケースでは高次脳機能障害とは診断されない。また脳の器質的病変を確認するためのCT、MRIなどの画像診断が必須条件となっている。

慢性外傷性脳症

(chronic traumatic encephalopathy ; CTE)

「頭部外傷治療・管理のガイドライン第4版」では、スポーツ頭部外傷の章に「慢性外傷性脳症（chronic traumatic encephalopathy ; CTE）」の項目が新たに追加された¹⁴⁾。CTEは、脳振盪を繰り返すことによって、のちに認知機能障害やうつ状態を呈し、自殺、事故、薬物あるいはアルコールの過剰摂取などで死亡することもある神経変性疾患である。古くからパンチドランカーと呼ばれ知られてきた疾患であるが、最近では米国のプロアメリカンフットボール選手の中にこの疾患に罹患していた者が少なくないことをOmaluら³²⁾が報告している。病理学的には、脳内にタウ蛋白が蓄積し、神経原線維変化やamyloid- β の沈着をきたすことが多いとの報告がみられるが、これらの所見は単回の頭部外傷や他の神経変性疾患でもみられることがあり、未だに不明な点の多い疾患である³³⁻³⁵⁾。繰り返しの脳振盪が必ずしもCTEを引き起こすとは限らないが、CTEと診断された例では必ず繰り返しの頭部外傷が証明されており³⁶⁾、ボクシング、アメリカンフットボール、レスリングのようなコンタクトスポーツをはじめ、脳振盪を繰

表4. 高次脳機能障害診断基準³¹⁾

I. 主要症状等
1 脳の器質的病変の原因となる事故による受傷や疾病の発症の事実が確認されている。
2 現在、日常生活または社会生活に制約があり、その主たる原因が記憶障害、注意障害、遂行機能障害、社会的行動障害などの認知障害である。
II. 検査所見
MRI, CT, 脳波などにより認知障害の原因と考えられる脳の器質的病変が確認されているか、あるいは診断書により脳の器質的病変が存在したと確認できる。
III. 除外項目
1 脳の器質的病変に基づく認知障害のうち、身体障害として認定可能である症状を有するが上記主要症状（I-2）を欠く者は除外する。
2 診断にあたり、受傷または発症以前から有する症状と検査所見は除外する。
3 先天性疾患、周産期における脳損傷、発達障害、進行性疾患を原因とする者は除外する。
IV. 診断
1 I~IIIをすべて満たした場合に高次脳機能障害と診断する。
2 高次脳機能障害の診断は脳の器質的病変の原因となった外傷や疾病の急性期症状を脱した後において行う。
3 神経心理学的検査の所見を参考にすることができる。

り返すリスクのある競技では注意が必要である。

軽症頭部外傷：基本的診療指針

軽症頭部外傷患者の診療は、ここまでに紹介した内容を念頭に置いた上で、軽症頭部外傷の分類（表2）を参考に行うことが勧められる。すなわちGCSを用いた意識レベルの評価と意識消失や外傷性健忘の有無の確認、危険因子（表1）の評価をおこなった上で頭部CTの必要性を判断する。この際、のちに脳振盪後症候群や高次脳機能障害の診断の必要性が生じる可能性も考慮し、搬送時のGCS以外にも、受傷機転の詳細、意識消失の有無や持続時間、外傷性健忘の有無、危険因子の有無等について詳細に診療録に記載しておくことが重要である。

頭部CTは、GCS14点以下または危険因子を認めるケースでは必須の検査である。GCS15点で危険因子を認めないケースでも、意識消失または外傷性健忘のエピソードを認めた場合は基本的に頭部CTを施行した方がよい。ただし全例にやみくもに頭部CTを施行することは、頭部CTによる放射線被曝の影響や医療経済的側面も考慮すると避けるべきである。数回の頭部CT撮影によって脳腫瘍や白血病のリスクが高まることが報告されており³⁷⁾ 注意が必要である。なお、急性期の軽症頭部外傷診療において、CTよりもMRIが有用だとする報告はこれまでに見当たらない^{8, 38)}。外傷性頭蓋内出血のみならず頭蓋骨骨折を同時に評価できる点や、検査

時間、ペースメーカーなどのデバイス確認が不要なことなどからも、急性期の頭部外傷診療における画像検査の第一選択は頭部CTである。ただし、CTで正常像の軽症頭部外傷の約30%にMRIで軸索損傷の所見を認めるとされ³⁹⁾、急性期以降の予後評価には頭部MRIは有用と考えられる。

「頭部CTで異常所見を認めた」、「頭部CTで異常所見を認めないが危険因子を伴う」、「GCS14点以下」のいずれかに当てはまる場合は少なくとも24時間の入院経過観察が望ましいとされる⁸⁾。緊急の外科的治療が必要となるような外傷性頭蓋内血腫を見逃さないためにも、最初の数時間は繰り返し神経症状をチェックし、神経学的悪化を認めた場合はただちにCTを再検する。外傷性頭蓋内血腫の増大は通常6時間以内に終了するため、最初の数時間の観察が特に重要である。軽症頭部外傷でも、7.6%の割合で重症化し外科的治療が必要になったとの報告⁴⁾があり、決して軽視せずに慎重に対応すべきである。特にGCS13点のケースでは、CTの異常所見や開頭術が必要になる頻度が高いことから中等症に分類されることもある。中等症頭部外傷患者の10~20%は昏睡に陥り¹⁰⁾、15%に外科的治療が必要になる⁴⁾といわれていることから注意が必要である。

GCS15点で意識消失、外傷性健忘、危険因子のいずれも認めない場合は、頭部外傷後の注意事項（表5）を渡して帰宅させてよいとされる⁸⁾。

表5. 頭部外傷後の注意事項⁸⁾

受傷後24時間（とくに6時間）は、下記の事項に気を付けてください。

1 帰宅後の注意

- 運動など控え、安静を心がけてください。
- 入浴や飲酒は控えてください。

2 次のような症状が現れた場合には、病院に連絡してください。

- 繰り返す嘔吐
- 頭痛がだんだん強くなる
- けいれん（ひきつけ）
- 手足に力が入らない
- 意識がぼんやりして、はっきりしない

3 小児の場合

- 症状を上手く表現できないことがあります。視線や顔色、嘔吐や意識の有無に注意してください。いつもと様子が違うと思ったら、連絡してください。
- 外傷後に数回嘔吐することもあります。嘔吐の後も元気で顔色も悪くない場合は様子を観察してください。

4 高齢者の場合

- 頭部外傷後、1~3か月かけて頭の中に血が溜まってくる（慢性硬膜下血腫）があります。この場合、頭重感や頭痛、手足に力が入らない（つまずき易くなる）、急に物忘れが多くなる（認知機能の低下）、などが出現します。この様な症状が現れたら、脳神経外科を受診してください。

表6. 段階的復帰プログラム²²⁾

段階	目的	活動/運動	各段階の目標
1	症状を増悪させない範囲での活動	症状を誘発しない範囲の日常動作	就業や学校生活の段階的な再開
2	軽い有酸素運動	ウォーキングやエアロバイクを用いた 緩徐から中等度の運動 筋力トレーニングは避ける	心拍数の増加
3	スポーツの特性に合わせた運動	ランニングやスケートなど、頭部への 衝撃や回転を伴わない運動	運動（負荷）の追加
4	接触プレーのない運動	より負荷の高い練習（パス練習など） より高負荷の筋力トレーニングの開始	練習，調整，思考力の増加
5	接触プレーを含む練習	メディカルチェックを受けたあとに通 常練習	自信の回復，コーチによる競技上 の技術の評価
6	スポーツ活動復帰	競技（試合）復帰	

補足：段階的競技復帰を開始する前に、24～48時間の身体的かつ心理的な休息が薦められる。各段階には、それぞれ最低24時間（かそれ以上）をかけるべきで、筋力トレーニングは、後半の段階（最短でも段階3または4）まで待つ。症状が遷延する（成人では10～14日以上、小児では1か月以上続く）際には、脳振盪管理に精通した医師や専門の医療従事者にその後について相談すべきである。

その際に、特に高齢者の場合は、慢性硬膜下血腫の可能性を説明しておくことが望ましい。職場や学校への復帰については、症状が残っている間は無理をせず、しっかりと休息をとることを勧めるのがよい⁸⁾。スポーツによる脳振盪後のケースでは、症状消失まで十分に休息をとり、1日ずつ運動強度をあげながら現場に復帰する段階的復帰が推奨されている。ヨーロッパでは、国際オリンピック連盟が国際サッカー連盟、国際アイスホッケー連盟、ワールドラグビー（旧・国際ラグビー評議会）などとともに、数年ごとに「国際スポーツ脳振盪会議」を開催しており2016年にベルリンで第5回会議が開かれた。スポーツによる脳振盪のケースでは、この会議での共同声明^{21,22)}における段階的復帰プログラム（表6）に沿った内容を説明しておくことが望ましい。

軽症頭部爆傷

米国国防総省の最新データ⁴⁰⁾によれば、2000年から2022年3/四半期までに468,424名の米兵が頭部外傷と診断され、うち82.3%にあたる385,391名が軽症と報告されている。頭部外傷は従来、受傷機転により鈍的頭部外傷（頭部に物がぶつかることによる外傷）と穿通性頭部外傷（頭部に物が刺入することなどによる外傷）の2つに大きく分類されてきたが、事態対処における頭部外傷に特異的なものとして、特に今世紀以降あらたに頭部爆傷（blast-induced traumatic brain injury；bTBI）（爆発に伴って発

生する衝撃波や爆風による頭部外傷）が注目を集めている。アフガニスタン紛争・イラク戦争において、反米武装勢力による爆弾攻撃を受けた米兵が、爆発による衝撃波等によって脳内に特異な損傷を負い、のちに高次脳機能障害や心的外傷後ストレス障害（post-traumatic stress disorder；PTSD）などの症状を呈するケースが多発したためである。受傷時点ではごく軽症の頭部外傷であるにも関わらず、慢性期にこのような症状を呈するのが軽症頭部爆傷（mild bTBI）の特徴であり、潜在的な患者が非常に多いことから社会的問題となっている。

米国ではNDAA（National Defense Authorization Act；米国国防権限法）に基づいて国防総省の年間予算や国防政策が決定されているが、2018年度のNDAA第734条項において、「国防総省は、爆風圧が兵士の脳の健康に与える影響についての理解を深め、リスク緩和、部隊の準備、医療判断の方針に資する情報を発信する」ことが定められ、現在もさまざまな分野から盛んに研究が進められている。

わが国は米国との爆傷研究の情報交換の場として、2016年よりJUFBI（Japan-US Technical Information Exchange Forum on Blast Injury；日米爆傷フォーラム）を開催し、最新の知見の収集に努めている。JUFBIは日米以外からの参加国（オーストラリア、イタリア、カナダ、ドイツ、韓国、イギリス）も増えたことから2019年にIFBIC（International Forum on Blast Injury Countermeasures；国際爆傷フォーラム）と名

称を変え、2023年5月には東京で第7回国際爆傷フォーラムが開催され、世界各国から爆傷研究に関する最新の知見が発表された。

軽症頭部爆傷の病理学的所見としてShively SBら⁴¹⁾は、兵士や一般市民の剖検脳の比較から、慢性的に爆風圧に曝露された経験のある兵士の脳にのみ特徴的なパターンのグリア瘢痕(中枢神経系の損傷部周辺に反応性アストロサイトと呼ばれる細胞が集積して形成される組織)がみられることを報告している。大脳の軟膜直下や皮髄境界、脳室壁に沿ってグリア瘢痕がみられ、従来の脳卒中などによる脳損傷におけるパターンとは異なるとされる。爆風圧がどのような機序でこういった変化をもたらすのかはまだ不明であるが、頭部爆傷の病態解明につながる有用な所見である可能性があり、さらなる解析が待たれる。

Agostonら⁴²⁾は、米軍で重火器の訓練に従事する兵士や教官の採血データの解析から、低レベルの衝撃波に繰り返し曝露されることで脳微小循環調節ユニットが障害され、神経炎症が惹起され、自己免疫反応が引き起こされることを報告し、この一連の流れに関与するUCH-L1 (ubiquitin carboxy-terminal hydrolase L1; ニューロン障害の指標となる酵素蛋白)、GFAP (glial fibrillary acidic protein; アストログリア障害の指標となる細胞骨格蛋白)、CHRNA7 (neuronal acetylcholine receptor subunit alpha-7; 神経性アセチルコリン受容体サブユニット)、CLDN5 (Claudin-5; 細胞同士の結合に関わる膜蛋白の1種)、OCLN (Occludin; 細胞同士の結合に関わる膜蛋白の1種)などが将来的に頭部爆傷のバイオマーカーとして有用となる可能性について示唆している。ただし、これらのマーカーは頭部爆傷以外による脳損傷でも変動することが知られており、頭部爆傷の程度を特異的に反映するものではない点には注意が必要であろう。

軽症頭部爆傷の臨床症状として従来頭痛やPTSDなどの症状が知られているが、Englert RMら⁴³⁾は米海兵隊員を対象にした調査結果から、頭部爆傷と鈍的頭部外傷を比較すると、頭部爆傷では耳鳴、難聴、頭痛、記憶障害、平衡障害、易怒性などの神経症状がみられやすいこ

とを報告している。一方でMac Donald CLら⁴⁴⁾はイラク・アフガニスタンからの帰還兵における頭痛、PTSD、うつ症状の発症に関して、頭部爆傷患者と爆風圧に曝露された経験のない脳振盪患者の間に有意差がなかったと報告している。頭部爆傷では、爆発による衝撃波の影響(一次爆傷)のみならず、飛来する破片による穿通性外傷(二次爆傷)や、爆風により地面などにたたきつけられることによる鈍的外傷(三次爆傷)、さらに負傷兵が搬送される際にも頭部を壁や地面にぶつけていることがありうるなど、多くの要因が複雑に関与していることが考えられ、その分析、解釈をより困難なものにしている。このように、軽症頭部爆傷や脳振盪という疾病が抱える問題のひとつは、これらが本人にさえそれとわかりにくい受傷機転や症状であることなどから、十分な診療記録やレポートの作成を困難にしているために、疫学調査に支障をきたしていることである。今後、より正確な診療データの確立を実現することにより、爆風圧と臨床症状の関連についてより有益な知見が得られることが期待される。

軽症頭部爆傷の治療としては、今のところさまざまな臨床症状それぞれに対する対症療法が行われているのが一般的である。そもそも従来の頭部外傷治療についてもこれまでに数多くの研究が行われてきたが、基礎研究レベルで有効と思われた薬剤や治療法が臨床的にも有効性を示すことのできた例は皆無であり、頭部外傷という病態がきわめて複雑で、画一的な方法で治療できるものではないことを示している。しかしDeGrabaら⁴⁵⁾によれば、このような状況を打破するための取り組みとして、ウォルター・リード米軍医療センター(Walter Reed National Military Medical Center)内にあるNational Intrepid Center of Excellence (NICoE)において、兵役により受傷した軽症頭部爆傷を含む軽症頭部外傷の後遺症あるいは精神症状を有する多数の患者に対して、4週間にわたる集中的な外来治療プログラムが行われ、有意な症状改善効果がみられているとのことである。ここでは内科医、神経科医、精神科医、臨床心理士、ソーシャルワーカー、看護師らが、患者および患者家族を中心としたチームとなって治療に取り組んでおり、

その具体的内容は、マスク(仮面)の製作活動、楽器演奏、絵画制作、瞑想、ヨガ、イメージ療法、太極拳、食事療法、鍼治療、アニマルセラピーなどである。非常に斬新な取り組みであると思われるが、患者の自律神経系の障害を緩和することが症状改善の一因であると考えられており、科学的な検証作業が進められている。

おわりに

軽症頭部外傷について、2019年に改訂された「頭部外傷治療・管理のガイドライン第4版」の内容を中心に、診療におけるポイントを概説した。軽症頭部外傷のほとんどのケースは短期間に軽快し回復するが、一部に重症化してしまう症例があり注意を要する。また約半数はのちに脳振盪後症候群をきたし、高次脳機能障害を呈する可能性もあることから、特に初療における詳細な診療録の記載がきわめて重要である。

さらに、防衛医学、戦傷病学において非常に重要な課題のひとつである軽症頭部爆傷について、2023年5月に行われた第7回国際爆傷フォーラムの内容も踏まえて最新の知見を紹介した。軽症頭部爆傷についてはまだまだ未解明なことが多い状況ではあるが、少なくとも言えることは、それが爆発に特異的な衝撃波のみの影響かどうかはともかく、爆風圧に繰り返し曝露されるだけでも脳がなんらかの機序でダメージを受け、頭痛やPTSDなどの症状をきたしているという事実である。現在もさまざまな角度から世界規模で精力的に研究が進められている状況であり、今後もその最新の動向に注視していく必要があるだろう。

利益相反

本論文に関し開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) Japan Trauma Care and Research : Japan Trauma Data Bank Report 2022. <https://jtcr-jatec.org/traumabank/dataroom/data/JTDB2022.pdf>, (accessed 2023-05-10)
- 2) 島 克司: 軽症頭部外傷の診療指針. *No Shinkei Geka*. 37: 95-104, 2009.
- 3) 荒木 尚: 中等症・軽症頭部外傷への対応. *救急医学*. 38: 822-826, 2014.
- 4) 末廣栄一, 藤山雄一, 杉本至健, 他: 軽症・中等症頭部外傷への対応. *脳外誌*. 26: 178-184, 2017.
- 5) Chambers J, Cohen SS, Hemminger L, et al.: Mild traumatic brain injuries in low-risk trauma patients. *J Trauma*. 41: 976-980, 1996.
- 6) Bullock R, Chesnut RM, Clifton G, et al.: Guidelines for the management of severe head injury. *J Neurotrauma*. 13: 641-734, 1996.
- 7) Maas AI, Dearden M, Teasdale GM, et al.: EBIC-Guidelines for the management of severe head injury in adults. *Acta Neurochir (Wien)*. 139: 286-294, 1997.
- 8) 戸村 哲: 軽症・中等症頭部外傷への対処 基本的な治療指針. 頭部外傷治療・管理のガイドライン作成委員会編. 頭部外傷治療・管理のガイドライン. 第4版. 医学書院, 東京, 2019, pp181-188.
- 9) Undén J, Ingebrigtsen T, Romner B.: Scandinavian Neurotrauma Committee (SNC): Scandinavian guidelines for initial management of minimal, mild and moderate head injuries in adults: an evidence and consensus-based update. *BMC Med*. 11: 50, 2013.
- 10) 日本外傷学会外傷初期診療ガイドライン改訂第5版編集委員会編: 外傷初期診療ガイドライン JATEC. 改訂第5版. へるす出版, 東京, 2016.
- 11) Mild Traumatic Brain Injury Committee of the Head Injury Interdisciplinary Special Interest Group of the American Congress of Rehabilitation Medicine : Definition of mild traumatic brain injury. *J Head Trauma Rehabil*. 8: 86-87, 1993.
- 12) Carroll LJ, Cassidy JD, Holm L, et al.: Methodological issues and research recommendations for mild traumatic brain injury: The WHO collaborating centre task force on mild traumatic brain injury. *J Rehabil Med*. 43: 113-125, 2004.
- 13) Vos PE, Battistin L, Birbamer G, et al.: European Federation of Neurological Societies : EFNS guideline on mild traumatic brain injury : report of an EFNS task force. *Eur J Neurol*. 9: 207-219, 2002.
- 14) 谷 論: スポーツ頭部外傷. 頭部外傷治療・管理のガイドライン作成委員会編. 頭部外傷治療・管理のガイドライン. 第4版. 医学書院, 東京, 2019, pp193-197.
- 15) Gennarelli TA.: Mechanisms of brain injury. *J Emerg Med*. 11: 5-11, 1993.
- 16) Blennow K, Brody DL, Kochanek PM, et al.: Traumatic brain injuries. *Nat Rev Dis Primers*. 17: 16084. 2016.
- 17) Tagge CA, Fisher AM, Minaeva OV, et al.: Concussion, microvascular injury, and early tauopathy in young athletes after impact head injury and an impact concussion mouse model. *Brain*. 141: 422-458, 2018.
- 18) Cantu RC.: Posttraumatic retrograde and anterograde amnesia : pathophysiology and implications in grading and safe return to play. *J Athl Train*. 36: 244-248, 2001.
- 19) Hall RC, Hall RC, Chapman MJ.: Definition, diagnosis, and forensic implications of postconcussional syndrome. *Psychosomatics*. 46: 195-202, 2005.
- 20) Boake C, McCauley SR, Levin HS, et al.: Diagnostic criteria for postconcussional syndrome after mild to moderate traumatic brain injury. *J Neuropsychiatry*

- Clin Neurosci.* 17: 350-356, 2005.
- 21) McCrory P, Meeuwisse W, Dvořák J, et al.: Consensus statement on concussion in sport-the 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016. *Br J Sports Med.* 51: 838-847, 2017.
 - 22) 萩野雅宏, 中山晴雄, 重森 裕, 他: スポーツにおける脳震盪に関する共同声明—第5回国際スポーツ脳震盪会議(ベルリン, 2016)—解説と翻訳. *神経外傷* 42: 1-34, 2019.
 - 23) Moser RS, Schatz P, Glenn M, et al.: Examining prescribed rest as treatment for adolescents who are slow to recover from concussion. *Brain Inj.* 29: 58-63, 2015.
 - 24) Williams RM, Puetz TW, Giza CC, et al.: Concussion recovery time among high school and collegiate athletes: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 45: 893-903, 2015.
 - 25) Bazarian JJ, Blyth B, Mookerjee S, et al.: Sex differences in outcome after mild traumatic brain injury. *J Neurotrauma.* 27: 527-539, 2010.
 - 26) Giebel S, Kothari R, Koestner A, et al.: Factors influencing emergency medicine physicians' management of sports-related concussions: a community-wide study. *J Emerg Med.* 41: 649-654, 2011.
 - 27) McInnes K, Friesen CL, MacKenzie DE, et al.: Mild Traumatic Brain Injury (mTBI) and chronic cognitive impairment: A scoping review. *PLoS One.* 12: e0174847, 2017.
 - 28) van der Naalt J, Timmerman ME, de Koning ME, et al.: Early predictors of outcome after mild traumatic brain injury (UPFRONT) : an observational cohort study. *Lancet Neurol.* 16: 532-540, 2017.
 - 29) 河井信行, 畠山哲宗, 田宮 隆: 脳神経外科医が知っておくべき脳外傷後高次脳機能障害の特徴と診断. *脳外誌* 26: 185-194, 2017.
 - 30) 河井信行: 外傷に伴う高次脳機能障害. 頭部外傷治療・管理のガイドライン作成委員会編. 頭部外傷治療・管理のガイドライン. 第4版. 医学書院, 東京, 2019, pp198-211.
 - 31) 厚生労働省社会・援護局障害福祉部, 国立障害者リハビリテーションセンター: 高次脳機能障害者支援の手引き. 改訂第2版. http://www.rehab.go.jp/brain_fukyu/data/, (参照 2023-05-10)
 - 32) Omalu BI, DeKosky ST, Minster RL, et al.: Chronic traumatic encephalopathy in a National Football League player. *Neurosurgery.* 57: 128-134, 2005.
 - 33) Levin B, Bhardwaj A.: Chronic traumatic encephalopathy : a critical appraisal. *Neurocrit Care.* 20: 334-344, 2014.
 - 34) Ling H, Hardy J, Zetterberg H.: Neurological consequences of traumatic brain injuries in sports. *Mol Cell Neurosci.* 66: 114-122, 2015.
 - 35) Smith DH, Johnson VE, Trojanowski JQ, et al.: Chronic traumatic encephalopathy - confusion and controversies. *Nat Rev Neurol.* 15: 179-183, 2019.
 - 36) Koerte IK, Lin AP, Willems A, et al.: A review of neuroimaging findings in repetitive brain trauma. *Brain Pathol.* 25: 318-349, 2015.
 - 37) Pearce MS, Salotti JA, Little MP, et al.: Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumors : a retrospective cohort study. *Lancet.* 380: 499-505, 2012.
 - 38) Centers for Disease Control and Prevention (CDC) : Updated mild traumatic brain injury guideline for adults. https://www.cdc.gov/traumaticbraininjury/mtbi_guideline.html, (accessed 2023-05-10)
 - 39) Mittl RL, Grossman RI, Hiehle JF, et al.: Prevalence of MR evidence of diffuse axonal injury in patients with mild head injury and normal CT findings. *AJNR.* 15: 1583-1589, 1994.
 - 40) The official website of the Military Health System and Defense Health Agency : DoD TBI Worldwide Numbers. <https://health.mil/Military-Health-Topics/Centers-of-Excellence/Traumatic-Brain-Injury-Center-of-Excellence/DOD-TBI-Worldwide-Numbers>, (accessed 2023-05-10)
 - 41) Shively SB, Horkayne-Szakaly I, Jones RV et al.: Characterisation of interface astroglial scarring in the human brain after blast exposure: a post-mortem case series. *Lancet Neurol.* 15: 944-953, 2016.
 - 42) Agoston DV, McCullough J, Aniceto R, et al.: Blood-Based Biomarkers of Repetitive, Subconcussive Blast Overpressure Exposure in the Training Environment: A pilot Study. *Neurotrauma Rep.* 3: 479-490, 2022.
 - 43) Englert RM, Belding JN, Thomsen CJ.: Self-Reported Symptoms in U.S. Marines Following Blast- and Impact-Related Concussion. *Mil Med.* Feb 15;usad26, 2023.
 - 44) Mac Donald CL, Johnson AM, Wierzechowski L, et al.: Prospectively assessed clinical outcomes in concussive blast vs nonblast traumatic brain injury among evacuated US military personnel. *JAMA Neurol.* 71: 994-1002, 2014.
 - 45) DeGraba TJ, Williams K, Koffman R, et al.: Efficacy of an Interdisciplinary Intensive Outpatient Program in Treating Combat-Related Traumatic Brain Injury and Psychological Health Conditions. *Front Neurol.* Jan 18; 11: 580182, 2021.

Mild traumatic brain injury and mild blast-induced traumatic brain injury

Satoshi TOMURA

J. Natl. Def. Med. Coll. (2023) 48 (3) : 73–82

Abstract: Mild traumatic brain injury (mTBI) is a common pathological condition in medical care. Although most of the mTBI cases resolve in a few days, some cases aggravate to serious state that may lead to a poor outcome. Social problems, such as postconcussional syndrome and higher brain dysfunction, also accompany neurotrauma. In this paper, as a guideline member, the author interprets the important topics of the clinical management of mTBI while referring to the guideline for the treatment and management of traumatic brain injury (4th edition, published in 2019). Also, mild blast-induced traumatic brain injury (bTBI) which is very important issue in the field of military medicine is commented.

In case of the clinical management of mTBI, it is important to consider the risk factor of aggravation, to judge the suitable indication of CT scan, and to decide whether hospitalization is needed or not. And the detailed medical record is very important for future reference for the diagnosis of postconcussional syndrome or higher brain dysfunction.

Key words: mild traumatic brain injury / postconcussional syndrome /
higher brain dysfunction / chronic traumatic encephalopathy / mild blast-
induced traumatic brain injury