

4. 小児のスポーツ脳振盪 —Child SCAT5 が目指す方向性について—

荒木 尚*

●はじめに

小児のスポーツ脳振盪に関する課題は少なくない。まず、小児の脳振盪は、症状の過小評価や未報告などが存在し、正確な発生数の把握が困難という根本的な問題がある。また、選手本人や指導者が脳振盪に関する意識が低い場合、より過小評価されやすくなる。選手が休養を拒否する、症状を押し切り出場する等の例は後を絶たず、実際には50%程度しか報告されていない可能性もある。現在、脳振盪が小児の成長過程に与える急性または慢性の影響について基礎・臨床の両面から知見がまとめられているが、脳振盪の評価法や初期対応の理解は極めて重要であり、その実践も浸透しつつある。早すぎる競技復帰により致命的な病態に陥った児童の報告もあり、より長い休養と観察期間が推奨されている。

脳振盪は、脳機能や意識状態が「一過性に変容を来す」ことが特徴であり、身体的症状や感情・認知・睡眠の障害として表れる。急性症状は7-10日以内に回復するが、混迷、見当識障害、不穏、めまい、頭痛、記憶力障害、視力障害等の症状が遷延することもある。狭義の脳振盪患者では、CT・MRI画像上器質的異常が描出されることはない。近年MRIによる代謝異常や微小出血を描出するシークエンスが開発され、急性期異常の描出がより精微に進化しつつある。成長途上にある脳損傷の影響や、回復過程は、成人とは異なり、その相違を踏まえた診療が重要である。また小児では、脳振盪後症候群や高次脳機能障害が長期に遷延する傾向にあり、学校生活や社会活動を円滑に

行う上で大きな支障となる。集中力や記憶力の障害は正常な発育の獲得を阻害し、認知機能障害へ進展することもある。

●脳振盪の病態生理

脳に衝撃が加えられた後、細胞外グルタミン酸濃度は50倍にまで上昇するといわれるが、グルタミン酸や他の興奮性神経伝達物質はN-methyl-D-aspartate (NMDA) receptor や 2-amino-3-(5-methyl-3-oxo-1,2-oxazol-4-yl) propanoic acid (AMPA) receptor を活性化し、神経細胞内や周囲のグリア細胞内に膨大な量のカルシウムイオンやナトリウムイオンが流入する。細胞内へのイオン流入は、神経細胞の静止膜電位が正常化する際、ナトリウム・カリウムポンプの上向き調節 (upregulation) を起こす。膜電位における電解質イオン平衡の異常は、軸索変性や軸索機能異常を遷延させる原因と考えられ、急性の軸索伸展・捻転は細胞内カルシウムイオン濃度を上昇させ、神経軸索の二次的損傷の原因になる。細胞内カルシウムイオン濃度の上昇は細胞膜電位の正常化の過程においてミトコンドリア分離を生じ、ミトコンドリアの機能低下は酸化的リン酸化障害、細胞膜脱分極から透過性亢進を誘発する。最終的に細胞内グルコースが枯渇、ATP 過剰消費により細胞膜は脆弱化し、細胞障害が進行する。脳振盪の場合、これらの傷害は一過性であるが、発達過程にある幼弱な脳においては、障害が影響しエネルギー障害あるいは脳可塑性障害に強く影響する。

臨床的には、脳振盪後早期の神経細胞の脆弱性とセカンドインパクト症候群との関係が注目されている。小児の脳振盪では、自己申告による症状改善の確認が難しく、競技復帰の可否の判断が尚

* 埼玉医科大学総合医療センター高度救命救急センター

早な傾向にあるが、1回目の脳振盪が完全に回復しないうちに2回目の脳振盪を受け、致死的な脳腫脹を呈した症例を「セカンドインパクト症候群」と呼称することがある。この病態は、繰り返す脳振盪による脳血流自動調節能の破綻が重篤な脳充血を惹起し、びまん性脳腫脹を来すと推測されている。この症候群の死亡率は50%、後遺症発生率は100%とされ極めて重篤であり、過去の報告例は全例が20歳未満の若年者である。このように、小児の脳振盪は極めて重大な問題であり、診断基準となる指標の使用により発生状況の正確な把握は必須である。現在、スポーツ競技中に発生した脳振盪の評価を目的として、受傷直後現場で用いられる標準的指標として Sports Concussion Assessment Tool (SCAT) が知られる。このうち5-12歳の小児患者に対しては Child-SCAT5、13歳以上では成人用 SCAT5 が推奨されている。Child-SCAT5 は、医師および認定医療従事者による使用が前提とされ、評価者が医療従事者でない場合には Pocket CRT (Sport Concussion Recognition Tool) が推奨される。Child-SCAT5 を用い、子どもの平常の脳機能を評価しておくことにより、不幸にも脳振盪を受傷した際ベースラインとの比較が有用と提言されている。一方、Child-SCAT5 は脳振盪の確定診断や、脳振盪からの回復の評価、また競技復帰の判断のために単独で使用するべきではない。脳振盪は臨床的情報の総合的判断に基づいて診断がなされなくてはならないことを銘記すべきであろう。逆に SCAT5 が正常であっても脳振盪の可能性があることも念頭に置く必要がある。

Child-SCAT5 の Key point として①脳振盪が疑われた選手は即時競技から退出し、症状の増悪について判断と観察を要する、②脳振盪の診断が為された場合、その選手は競技に復帰してはならない、③脳振盪が疑われるが医療従事者の評価が即時可能ではない場合、医療機関へ救急受診させる、④脳振盪の有無の判断は繰り返し評価を重ねることから確実な診断に至るため一回の評価で判断しない、等が付記されている。

小児の主観的症状の評価は容易ではなく、患者本人の申告と親の申告を合わせて勘案する必要がある。一方、重篤な損傷の合併を予見させる症状については Red Flag として別記され、より慎重な評価が求められている。以上の通り、入院や外科的治療介入を要する損傷を効率よく除外し、脳

振盪の可能性を検出する機能が求められた指標であると言える。脳振盪による高次脳機能障害の予防は、小児脳振盪の診療上最も重要な課題である。

●脳振盪の症状

脳振盪は患者ごとに症状や経過が異なるが、受傷に伴う因子（エネルギー、受傷部位、脳振盪の既往、危険因子、遺伝因子）や環境（学校、家族、社会的背景）に影響を受ける。また脳振盪の既往は症状の遷延に大きく影響すると考えられている。偏頭痛、AD/HD、抑うつ、学習障害、神経症、鬱などの精神疾患の既往がある場合、脳振盪について認識が遅れる傾向もある。脳振盪が与える学業活動への影響は、長文解釈、短期・長期記憶、宿題提出率等において成績低下が指摘されている。脳振盪の症状は学業活動の最中に悪化するため、学業活動を再開するか休息を取らせるかの判断は容易ではない。しかし学校活動から子どもを不必要に隔離することは行わない方が良いと考えられる。友人関係の維持や社会からの疎外感、不安や心配等の感情は、脳振盪の症状と鑑別が困難になりやすい。

肉体的・精神的な休息は最も大切である。学生の場合は、運動の練習や試合を控えることに加え、日常生活で脳振盪を起こす可能性のある全活動から距離をおく。症候が残存する小児の場合は、定期的に外来を予約することにより運動への参加をしにくくすることも出来る。テレビ視聴、読書、PC使用、ゲーム、課題、音楽鑑賞、メール、携帯電話での通話などは可能な限り避け、自動車・バイクの運転も禁止とする。脳振盪で入院した小児のうち28%が退院後の経過観察の必要性について指導を受けていなかった、また退院後の運動や学業の休養について指導が不足していたという調査結果がある。このため、退院時には本人及び家族に対し、脳振盪の際に良く見られる症状、回復過程、脳振盪の具体的治療等について十分説明を行うことも重要である。

●競技復帰について

脳振盪を疑う選手は受傷当日に競技復帰させてはならない。小児の競技復帰に関する標準的指針は存在しないが、成人の指針が流用されることが多い。年齢に応じて、運動や認知の負荷に対して子どもがどう反応するか入念に観察し、症状増悪

が全くないことが競技復帰への条件である。症状が残存したまま復帰を許可し、脳振盪の再発や急性増悪する症例も後を絶たない。40% 程度が指針を順守せず競技に復帰したという報告もある。

脳振盪の予防を目的とした教育プログラムを設けることは喫緊の課題であろう。米国には教育者・指導者・競技者・父兄・医療従事者に対する脳振盪啓発のためのプログラムが多数見受けられる。マルチメディア教材もあり、極めて有用と考えられている。脳振盪予防の環境整備や予防の手法が説かれ、外来再診の推奨や予約の確定、受診の際両親や本人に対し脳振盪に関する教育についても具体的助言が盛り込まれている。地道な啓発により、競技者自身が脳振盪の症状を報告できるよう、競技者の意識を高めることが可能となるであろう。

文 献

- 1) National Center for Injury Prevention and Control. Report to Congress on mild traumatic brain injury in the United States, 2003: Steps to prevent a serious public health problem.
- 2) Gessel, LM, Fields, SK, Collins, CL, Dick, RW, Comstock, RD. Concussions among United States high school and collegiate athletes. *J Athl Train.* 2007; 42: 495-503.
- 3) Kirkwood, MW, Yeats, KO, Wilson, PE. Pediatric sports-related concussions: A review of the clinical management of an oft-neglected population. *Pediatrics.* 2006; 117: 1359-1371.
- 4) McCrea, M, Hammake, T, Olsen, G, Leo, P, Guskiewicz, K. Unreported concussion in high school football players: Implications for prevention. *Clin J Sport Med.* 2004; 14: 13-17.
- 5) McCrea, M, Guskiewicz, KM, Narshall, SW, Barr, W, Randolph, C, Cantu, RC, Onate, JA, Yang, J, Kelly, JP. Acute effects and recovery time following concussion in collegiate football players: the NCAA Concussion Study. *JAMA.* 2003; 290: 2556-2563.
- 6) Vagnozzi, R, Signoretti, S, Cristofori, L, Alessandrini, F, Floris, R, Isgrò, E, Ria, A, Marziali, S, Zoccatelli, G, Tavazzi, B, Del Bolgia, F, Sorge, R, Broglio, SP, McIntosh, TK, Lazzarino, G. Assessment of metabolic brain damage and recovery following mild traumatic brain injury: a multicentre, proton magnetic resonance spectroscopic study in concussed patients. *Brain.* 2010; 133: 3232-3242.
- 7) Wilde, EA, McCauley, SR, Hunter, JV, Bigler, ED, Chu, Z, Wang, ZJ, Hanten, GR, Troyanskaya, M, Yallampalli, R, Li, X, Chia, J, Levin, HS. Diffusion tensor imaging of acute mild traumatic brain injury in adolescents. *Neurology.* 2008; 70: 948-955.
- 8) Choe, MC, Babikian, T, DiFiori, J, Hovda, DA, Giza, CC. A pediatric perspective on concussion pathophysiology. *Curr Opin Pediatr.* 2012; 24: 689-695.
- 9) Giza, CC, Hovda, DA. The neurometabolic cascade of concussion. *J Athl Train.* 2001; 36: 228-235.
- 10) Child SCAT3. *Br J Sports Med.* 2013; 47: 263 <http://bjsm.bmj.com/content/47/5/263.full.pdf#search='SCAT3+child'>
- 11) Eisenberg, MA, Meehan, WP III, Mannix, R. Duration and course of post-concussive symptoms. *Pediatrics.* 2014; 133: 999-1006.
- 12) Giza, CC, Kutcher, JS, Ashwal, S, Barth, J, Getchius, TS, Gioia, GA, Gronseth, GS, Guskiewicz, K, Mandel, S, Manley, G, McKeag, DB, Thurman, DJ, Zafonte, R. Summary of evidence-based guideline update: evaluation and management of concussion in sports: report of the Guideline Development Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology.* 2013; 80: 2250-2257.
- 13) McCrory, P, Meeuwisse, WH, Aubry, M, Cantu, B, Dvořák, J, Echemendia, R, Engebretsen, L, Johnston, K, Kutcher, J, Raftery, M, Sills, A, Benson, B, Davis, G, Ellenbogen, R, Guskiewicz, K, Herring, SA, Iverson, G, Jordan, B, Kissick, J, McCrea, M, McIntosh, A, Maddocks, D, Makdissi, M, Purcell, L, Putukian, M, Schneider, K, Tator, C, Turner, M. Consensus statement on concussion in sport: the 4th International Conference on Concussion in Sport held in Zurich, November 2012. *Br J Sports Med.* 2013; 47: 250-258.
- 14) Klassen, TP, Reed, MH, Stiell, IG, Nijssen-Jordan, C, Tenenbein, M, Joubert, G, Jarvis, A, Baldwin, G, St-Vil, D, Pitters, C, Belanger, F, McConnell, D, Vandemheen, K, Hamilton, MG, Sutcliffe, T, Colbourne, M. Variation in utilization of computed tomography scanning for the investigation of minor head trauma in children: a Canadian experience. *Acad*

- Emerg Med. 2000; 7: 739-744.
- 15) Cantu, RC, Register-Mihalik, JK. Consideration for return-to-play and retirement decisions after concussion. *PM R*. 2011; 3(10 Suppl 2): S440-444.
 - 16) Lovell, MR, Fazio, V. Concussion management in the child and adolescent athlete. *Curr Sports Med Rep*. 2008; 7: 12-15.
 - 17) Shultz, SR, Bao, F, Omana, V, Chiu, C, Brown, A, Cain, DP. Repeated mild lateral fluid percussion brain injury in the rat causes cumulative long-term behavioral impairments, neuroinflammation, and cortical loss in an animal model of repeated concussion. *J Neurotrauma*. 2012; 29: 281-294.
 - 18) Gagnon, I, Carlo, G, Friedman, D, Iverson, GL. Active rehabilitation for children who are slow to recover following sports-related concussion. *Brain Inj*. 2009; 23: 956-964.
 - 19) Sarmiento, K, Mitchko, J, Klein, C, Wong, S. Evaluation of the Centers for Disease Control and Prevention's concussion initiative for high school coaches: "Heads Up: Concussion in High School Sports". *J School Health*. 2010; 80: 112-118.
 - 20) Wilkins, SA, Shannon, CN, Brown, ST, Vance, EH, Ferguson, D, Gran, K, Crowther, M, Wellons, JC 3rd, Johnston, JM Jr. Establishment of a multidisciplinary concussion program: impact of standardization on patient care and resource utilization. *J Neurosurg: Pediatrics*. 2013; 15: 1-8.
 - 21) 永廣信治, 谷 論, 荻野雅弘, 川又達朗, 前田剛, 野地雅人, 成相 直, 中山晴雄, 福田 修, 阿部俊昭, 鈴木倫保, 山田和雄, 片山容一. スポーツ頭部外傷における脳神経外科医の対応. *神経外傷*. 2013; 36: 119-128.
 - 22) 頭部外傷 10 か条の提言第 2 版 日本臨床スポーツ学会 http://www.rinspo.jp/pdf/Protect_Your_Brain_2.pdf