

軽度外傷性脳損傷の実際 学際的アプローチと 多重的脳画像診断学

ひらの亀戸ひまわり診療所整形外科／石橋徹 MD

川崎市立川崎病院耳鼻咽喉科／相馬啓子 MD

安田泌尿器クリニック神経泌尿器科／安田耕作 MD

木沢記念病院脳神経外科／篠田淳 MD

Keywords : Mild traumatic brain injury
Multidisciplinary approach
Neuroimaging techniques
Traumatic axonal injury

■概要 Abstract

◆目的 Objective: 軽度外傷性脳損傷 MTBI は軽度の意識障害で発症するが、多彩な臨床症状を呈する。そこで MTBI の多彩な臨床症状の詳細を明らかにするために、MTBI に対して、神経眼科、神経耳科、神経泌尿器科、整形外科、脳神経外科、リハビリテーション科、精神科の見地から学際的アプローチ multidisciplinary approach を行い、MTBI の臨床症状の詳細を明らかにした。さらに画像診断学の見地から、これらの学際的アプローチを受けた MTBI 例に対して、6 種類の構造的 / 機能的脳画像法を同時に実施して、個々の脳画像法 neuroimaging technique の器質的脳損傷の画像陽性

率とそれらを複合した多重的脳画像法 multiple neuroimaging techniques による MTBI の画像診断率を検討した。

◆方法 Methods: 世界保健機関 WHO が 2004 年に MTBI の作業的定義 operational definition を発表して以来⁵、2014 年までの 10 年間に、この定義に準拠して筆者らが MTBI と診断した患者数は 1600 名を越える。その中で筆者らが 2008 年に脳画像診断に多重的脳画像法を導入して以来、2013 年までに、学際的アプローチと多重的脳画像法の両方の検査を受け、これらの検査を完了した MTBI 患者は 106 名であり、今回は上記の目的のために、これらの MTBI 患者 106 名を調査対象とした。

◆結果 Results: MTBI患者は、上記の各診療科が行った客観的な検査で各診療科に特有の多岐多様な臨床症状を有することが明らかとなった。また多重的脳画像法は、おおむね早期ほどMTBIの画像診断率が高かった。

◆結論: 学際的アプローチと多重的脳画像法は、MTBIの確定診断に有用であった。

1. はじめに Introduction:

外傷性脳損傷の第一の原因は交通事故である。その交通事故が世界的に増加の傾向にある。WHOは、2007年に自らの著作の中で、2020年には交通事故 road traffic crashes による疾病が世界で第三位、開発途上国では第二位の頻度を占めると予測している²⁹。同じ著作の中で、WHOは、外傷性脳損傷を静かな無視された流行病 silent and neglected epidemic と名付け、世界の医療関係者が一致協力してこれに立ち向かうように勧告している²⁹。MTBIの発生頻度 TBI incidence は、国により差異が見られるが、大部分は10万人当たり年150-300人と報告されている²³。MTBIはこの外傷性脳損傷 traumatic brain injury (TBI) の90%を占める多発外傷である。

MTBIに対して、アメリカは1990年代から、独自の診断基準を作成し、関連法の整備を行ってきた^{1,14,25,26}。ヨーロッパの神経学会も独自の治療指針を

用意している²⁷。日本でも、2013年に、東京都議会が日本政府に対して、MTBI対策の強化を求める意見書を提出する決議案を採択している。このように内外において、MTBIへの関心が高くなっているが、それでもMTBIでは診断率の低さ underdiagnosis が問題となる¹⁵。そこで、この度はMTBIの早期診断に資するために学際的アプローチを応用してMTBIの臨床症状の詳細を明らかにし、同時にそれらの症状が脳の器質的損傷に起因するとの観点から、多重的脳画像法を導入して、脳の器質的損傷であるMTBIにおける画像診断の有効性を検討した。

2. 対象と方法

2008年から2013年の5年間に、筆者らの外来でMTBIと診断されて、学際的アプローチと多重的脳画像法の両方を受けたMTBI例は106例である。MTBI例は神経学的異常所見に応じて一人平均4.3ヶ所の診療科を受診している。また、106例全例が6項目の多重的脳画像法の検査を受けている。

MTBIの原因疾患は、交通事故100例、頭上落下物2例、暴力行為2例、スポーツ外傷1例、路上転倒1例である。年齢は22才から76才に分布し、平均45才、男女比は男性46名、女性60名である。

MTBIの診断は、2004年のWHOの作業的定義に準拠した⁵。106例の患

者は、はじめに整形外科の外来で脳、脊髄、末梢神経を含めた包括的な神経診断学を受け、そこで神経学的異常所見を認めた時には、それぞれの神経学的異常所見に該当する神経眼科、神経耳科、神経泌尿器科、脳神経外科、リハビリテーション科、精神科の専門医の精査を受けた。各診療科の受診率は、神経眼科 87 例 82%、神経耳科 102 名 96%、神経泌尿器科 85 例 80%、脳神経外科 106 例 100%、リハビリテーション科 71 例 67%、精神科 3 例 3% である。

眼科領域では、視力、視野、調節、輻輳、眼球運動、前眼部、中間透光体、眼底に対する各種の検査を行った。

神経耳科では、聴力検査、重心動揺検査、嗅覚検査、味覚検査を行った。

神経泌尿器科領域では尿流動態検査 urodynamic study(UDS): 尿流測定 uroflowmetry、膀胱内圧測定 cystometry、尿道内圧測定 urethral pressure studies、多機能排尿検査 multifunction micturition studies、括約筋筋電図 sphincter electromyography 等を行った。

脳神経外科では、MTBIの認知能力障害 cognitive consequences を調べる神経心理学的テストと各種の構造的／機能的脳画像検査を行った。

リハビリテーション科では、MTBIの認知能力障害 cognitive consequences を調べる神経心理学的検査、喉頭造影検査、筋電図を行った。

精神科では、脳波検査を行い、てんかん発作に対処した。

3. 結果

■意識障害：受傷時の意識障害は、30分以内の意識喪失：49名、24時間未満の外傷後健忘：61名、昏蒙・失見当識：93名である。

■受傷機転：路上転倒 1 例、頭上落下物 2 例、暴力行為 2 例、歩行者対自動車の衝突事故 4 例、自転車対自動車の衝突事故 8 例、オートバイ対自動車の衝突事故 15 例、他は自動車対自動車の衝突事故で、追突事故 42 例、側面衝突事故 20 例、正面衝突事故 11 例である。スポーツ外傷はスノーボーダーの 1 例である。23 例は、事故に遭遇して即日入院した。他は外来で加療した。この度の事故前後に 1 回以上の多重交通事故経験者は 8 例いた。

この度の事故で脳実質 brain parenchyma 以外の部位に多重損傷を受けた例は 10 例いた。この中に頭蓋骨骨折 1 例、歯槽骨骨折 1 例、鼻骨骨折 1 例、硝子体出血 1 例、腰椎横突起骨折 2 例、胸骨・肋骨骨折 2 例、四肢の骨折 5 例が含まれる。

■グラスゴー昏睡尺度 Glasgow Coma Scale(GCS)²⁴：受傷後 30 分、または受傷後初めて医療機関を受診した時の GCS13：2 例、GCS14:10 例、GCS15：94 例である。個々の GCS は、問診、受傷時の救急車搬送報告書、受

傷時に受診した医療機関の診療録で確認した。

■グラスゴー結果尺度 Glasgow Outcome Scale(GOS)¹²: GOS: 重度障害 SD (severe disability) 14 例、GOS: 中等度障害 MD(moderate disability)48 例、GOS: 回復良好 GR(good recovery)44 例である。GOS: 重度障害 SD の 14 例中 2 例は、受傷後車椅子移動となった。

GOS は、学際的アプローチにより各診療科の精査の結果から、個々の症例が M T B I であると確定診断された時点で評価した。

■運動麻痺・知覚麻痺：運動麻痺・知覚麻痺が認められた 99 例は、単麻痺(左下肢)1 例 (MMT:3)、片麻痺 59 例 (平均徒手筋力テスト MMT manual muscle testing:4)、四肢麻痺 39 例 (平均 MMT : 4) であった。初診を担当した整形外科受診時に、運動麻痺・知覚麻痺を認めなかった例は 7 例である。

■神経眼科：106 名の内 87 例が神経眼科の検査を受けた。その検査で異常が認められた例は 58 例 /87 例 67% であった。検査結果を Table 1. に示す。

Table 1. 個別的障害頻度 (総数 87 例)

視力低下	10 例	11%
両側求心性視野狭窄	15 例	17%
部分的視野狭窄	7 例	8%
外眼筋麻痺	2 例	2%
輻輳不全	9 例	10%
滑動性眼球運動障害	28 例	32%

衝動性眼球運動障害	5 例	6%
注視麻痺	8 例	9%
調節緊張	12 例	14%
半側空間無視	3 例	3%

視力低下を示した 10 例は、全例で視力低下を説明できる器質的障害は認められず、そのうち 8 例は、視覚誘発電位 visually evoked potential、VEP の結果が良好であり、心因性視覚障害の可能性が疑われた。2 名は原因不明であった。

両眼性求心性視野狭窄を示した 15 例に対して、両側の後頭葉内側の障害と心因性視覚障害とを鑑別するために全例に VEP を行った。15 例のうち 9 例は、VEP の結果が良好であり、残りの 6 例のうち 1 例は VEP の結果から両眼の視神経症が疑われた。5 例は振幅の低下や潜時の遅れが認められたものの眼底所見において視神経萎縮や対光反応の異常は認められなかった。その後の脳画像検査において、後頭葉に明らかな異常を認めた症例はなかった。

部分的視野欠損例は、同名半盲 1 例、両眼の上方視野狭窄 2 例、両眼の鼻側狭窄 1 例、右眼のみ耳側半盲 1 例、左眼のみ上鼻側欠損 1 例、右眼の鼻側欠損と左の求心性視野狭窄 1 例であった。以上の症例において視神経萎縮が認められた症例はなかった。

外眼筋麻痺は、外転神経麻痺 1 例と滑車神経麻痺 1 例である。

滑動性眼球運動障害を示した 28 例では、全例、電気眼位図 electrooculogram、EOG で階段状パターンの存在が確認された。この内 2 例は、初回の検査から 6 ヶ月後に施行した EOG 再検査で階段状パターンの改善が認められた。

滑動性眼球運動障害と衝動性眼球運動障害を呈した例は、脳幹部から小脳における障害が示唆された。

眼前の指標を追視できないといういわゆる注視障害と思われる 8 例は、脳幹部または中枢における障害が示唆された。

調節の異常、特に調節緊張による焦点が合わないと訴えた 12 例は、自律神経の障害が示唆された。

脳神経外科の神経心理学的テストで 3 名 3% が半側空間無視と診断された。

■神経耳科：106 例中、検査を受けたのは 102 例、受けなかったのは 4 例である。

検査結果を Table 2. に示す。難聴、嗅覚障害、味覚障害、重心動揺異常が高頻度に見られた。

Table 2. 個別的障害頻度 (総数 102 例)

感音性難聴	51 例	50%
片側性難聴	23 例	23%
両側性難聴	28 例	27%
嗅覚低下または嗅覚喪失	71 例	70%
味覚低下または味覚喪失	86 例	84%
重心動揺異常	69 例	68%
半規管麻痺	14 例	14%
眼振	5 例	5%

聴覚検査で聴性脳幹反応 auditory brainstem response、ABR が正常の感音性難聴は 16 例であり、これらは機能性難聴と診断された。

嗅覚検査はアリナミン・テストと嗅素テストを行った。嗅覚障害を認めた 71 例の内、16 例は、アリナミン・テストが正常で、嗅素テストが異常を示し、嗅覚の乖離を示した。

味覚検査は電気味覚計検査と濾紙ディスク法 taste disc test を行った。片側味覚障害は 8 例、両側味覚障害は 78 例である。

味覚障害を認めた 86 例の内、21 例は、電気味覚計検査が正常で、濾紙ディスク法が異常を示し、味覚乖離を示した。味覚の乖離を認めた 21 例の内訳は、片麻痺例は 11 例、四肢麻痺例は 10 例であり、1 例を除き他はすべて両側性味覚障害を示した。

■神経泌尿器科：85 例が神経泌尿器科の検査を受けた。

各愁訴の頻度を Table 3. に示す。頻尿 pollakisuria、尿失禁 urinary incontinence、尿意切迫感 urinary urgency の頻度が高かった。

Table 3. 神経泌尿器科的愁訴 (総数 85 名)

頻尿 pollakisuria	63 例	74%
夜間尿 nocturia	21 例	25%
尿失禁 urinary incontinence	52 例	61%

終末時滴下 terminal dribbling	26例	31%
尿意切迫感 urinary urgency	46例	54%
性欲低下 diminished sex drive	12例	14%
便秘 constipation	33例	39%
下痢 diarrhea	16例	19%
便秘/下痢の繰り返し alternating constipation and diarrhea	16例	19%
便失禁 feces incontinence	12例	14%

84例/85例 99%は、神経泌尿器科の尿流動態検査 urodynamic study UDS で神経因性膀胱 neurogenic bladder NB と診断された。残り1例は神経泌尿器科の検査でNBの存在を否定された。

本報告では、MTBIにおける核上型神経因性膀胱 supranuclear neurogenic bladder、SNBの問題を、UDSを行い詳細に検討した結果、MTBIのSNBでは、膀胱感覚の亢進または低下、排尿筋活動の異常、すなわち排尿筋過反射 detrusor hyperreflexia や排尿筋活動低下 weak detrusor や排尿後排尿筋収縮 detrusor contraction after urination、外尿道括約筋の異常、すなわち括約筋無抑制弛緩 uninhibited sphincter relaxation (UIR) や開大の収縮 sphincter activity to accelerate flow や排尿筋括約筋協調不全 detrusor sphincter dyssynergia (DSD)、排尿筋膀胱頸部機能不全 detrusor-bladder neck dyssynergia (DBND) などの、膀

胱感覚、排尿筋機能、外尿道括約筋機能に多彩な異常所見の存在が確認されており、同時にMTBIのSNBでは排尿反射を改善する工夫が作動していることが観察された。

NBの1例は水腎症が合併していた。自己導尿はNBの1例だけであり、他は自力排尿が可能であった。薬物療法が必要な例もあった。

尿流動態検査では、13例が脳損傷に脊髄損傷の合併が示唆された。他の3例は泌尿器科以外の主要な臨床症状は脳損傷に由来するが、神経因性膀胱の原因は脊髄損傷であり、その責任病巣は、上位頸髄損傷2例、仙髄損傷1例であった。神経因性膀胱の責任病巣が仙髄損傷であると診断した1例は、重度の顔面・四肢麻痺 pentaplegia を呈し、仙髄節 sacral dermatome に著明な知覚鈍麻を認めた。ところが、他の15例では、臨床症状の上では脳損傷と脊髄損傷の重複 overlapping が明らかではなかった。

■脳神経外科：106例全員に対して、神経心理学的テストと一連の多重的脳画像検査を行った。

神経心理学的テストの結果をTable 4. に示す。MTBIでは、記憶・記憶力障害、注意・集中力障害が高頻度に見られた。

認知力低下	14例	13%
知的能力低下	32例	30%

記憶・記銘力障害	85例	80%
注意集中力障害	82例	77%
見当識障害	41例	39%
遂行機能障害	46例	43%
物事処理能力低下	55例	52%
換語障害	34例	32%
異常所見なし	1例	1%

次に、Table 5. は、多重的脳画像検査を構成する個々の脳画像法の撮像時期によらない個別的画像陽性率を示す。MR tensor tractography、FA - SPM imaging、FDG-PET が比較的高い個別的画像陽性率を示していた。

多重的脳画像検査で有意な所見が認められなかったのは1例のみである。

Table 5. 撮像時期によらない個別的画像陽性率 (総数 106 例)

画像法	症例数	所見
MRI(3.0Tesla)	7例	びまん性脳萎縮
	7%	脳主幹動脈の外傷性変化
MR angiography	0例	
MR tensor tractography	61例	局所軸索線維の減少
	58%	
FA - SPM imaging	60例	局所 FA 値の有意な低下
	57%	
FDG-PET	65例	びまん性脳損傷を示唆する局所糖代謝低下
	61%	
ECD-SPECT : 外傷	8例	びまん性脳損傷を示唆する局所血流低下
	8%	

ECD-SPECT: うつ状態	61例 58%	うつ状態を示唆する局所血流低下
-----------------	------------	-----------------

また、脳の器質的損傷が、受傷から時間が経過すると修復される可能性があることを考慮して、本報告では脳画像撮像が受傷から3年以内に施行された35例と3年を越えて施行された71例の二群に分けて、両者間で個々の脳画像法の画像陽性率を比較した。その結果を Table 6. に示す。

Table 6. 撮像時期による個別的画像陽性率 (総数 106 例)

画像法	3年以下の陽性率 (35例)	3年を越える陽性率 (71例)
MRI(3.0Tesla)	3%	8%
MR angiography	0%	0%
MR tensor tractography	66%	54%
FA - SPM imaging	54%	58%
FDG-PET	71%	56%
ECD-SPECT : 外傷	6%	8%
ECD-SPECT: うつ状態	69%	52%

これによれば、撮像時期によって個々の脳画像法の個別的画像陽性率が異なっている。通常のMRIでは、経時的に脳萎縮が進行することが示唆された。MR tensor tractography と FDG-PET と ECD-SPECT:depression では、経時

的に画像陽性率の低下が見られた。

ECD-SPECT: うつ状態の頻度が高いことから、MTBIの臨床経過の長期化例では、MTBIの病苦がもたらす心理的な負荷が大きいことが示唆された。

なお、筆者らの多重的脳画像法の診断基準は以下のとおりである。この度の報告で使われた多重的脳画像法によるMTBIの画像診断学では、MRI (3.0Tesla) で異常がない場合には、他の二つ以上の脳画像検査でびまん性脳損傷を示唆する異常所見を認めた場合に器質的脳損傷が存在すると診断した。この基準に拠れば、106例の内49例が器質的脳損傷が存在すると診断された。MTBI患者の器質的脳損傷の診断率は、受傷後3年以内に撮像されたグループでは57%[20 / 35例、95%信頼区間(CI)39% - 74%]、受傷後3年を越えて撮像されたグループでは41%[29 / 71例、95%信頼区間(CI)29% - 53%]であったが、両グループ間には統計学的に有意の差がなかった ($p = 0.114$ 、 χ^2 検定両側性)。

■リハビリテーション科：リハビリテーション科は、症状に応じて71例に喉頭造影検査、筋電図、神経心理学的テストを行った。喉頭造影検査では23例32%に嚥下反射惹起遅延が見られた。喉頭挙上遅延、喉頭侵入が9例13%に見られた。筋電図では、3例が頸椎神経根疾患 cervical nerve root lesion と、

1例が腰部神経根疾患 lumbar nerve root lesion と診断された。他に1例が左腕神経叢損傷、1例が両手根管症候群と診断された。

神経心理学的テストは、66例が受け、64名97%に認知能力障害を認めた。

■精神科：本報告では、106名中、2名2%に全身痙攣発作を認めた。この2名の大発作 Grand mal 例は、1例は歩行者対自動車の衝突例、1例はオートバイ対自動車の衝突例であり、2例とも受傷時意識を喪失している。大発作は、2例の内、1例は2年3ヵ月後に、他の1例は2年10ヵ月後に発症している。1名の側頭葉てんかん例は、自動車対自動車の追突事故の被害者で、受傷時短時間の意識喪失が始まり、受傷後早期から一過性意識障害発作を繰り返していた。脳波 EEG で側頭葉てんかんと診断されたのは、受傷後3年経ってからである。

4. 考察

この度の報告では、受傷から確定診断に至る期間が長い。最短例が1.5ヶ月、最長例は16.5年で、平均が3.5年である。確定診断が遅れた理由はいろいろ挙げられる。MTBIは受傷時の意識障害が軽微 mild であるために、患者サイドに脳損傷が起きたという病識が希薄である。そのために医療機関への受診が遅れる¹⁴。また、たとえ受傷後早期に医療機関を受診しても、MTBIの臨

床症状がまだ発現していないことがある。MTBIの神経病理は外傷性軸索損傷であるが、MTBIでは被災した個々の軸索の多様な変性過程と再生過程 heterogeneity が時間とともに進行するために臨床症状が出揃うのに時間がかかる。そのため、初診医が神経診断学を実践しても、まだ表在化していないMTBIの隠れた臨床症状 subclinical signs and symptoms を把握できないことがしばしば起こる^{4,7,18}。そこでMTBI患者は、しばしば頸椎捻挫、外傷性頸部症候群、頸髄損傷、脳脊髄液減少症、線維筋痛症、慢性疲労症候群、外傷後ストレス障害 posttraumatic stress disorder (PTSD)、心因反応という病名が付与され、多くのMTBI患者はこれらの診断名に基づく治療では治療効果が得られず、10軒、20軒の医療機関を訪れて医者探し doctor shopping を繰り返している。

一方、整形外科医は、鞭打ち損傷では脳損傷よりも頸椎疾患の方に関心が高い²²。ところが、頭部の回転性の加速度運動 rotational acceleration である鞭打ち損傷のメカニズムは、実験動物の猿に脳損傷を惹起することが知られている¹⁶。

ところで、本報告で筆者らが実践した学際的アプローチは、多大な時間と費用と労力を要するというデメリットはあるが、多機能を有する脳の損傷では症状が多岐にわたると考えら

れることから、MTBIの全体像を把握してMTBIを早期に診断するためには学際的アプローチが有用である。その際、MTBIを正しく診断するためにMTBI患者に対する問診を丁寧に行い、受傷後から医療機関受診に至るまでの意識障害の実態を正確に把握することが肝腎である。何故ならば、グラスゴー昏睡尺度 GCS はMTBI患者が医療機関を受診した時の意識障害を評価したものであり、GCSには受傷直後の意識障害が反映されていない。そのため、医療機関を受診した時に受傷直後の意識障害が回復して意識清明になっている場合には、問診を十分に注意深く行わないとMTBIが見逃されることがある。さらにMTBI患者が外傷後健忘 posttraumatic amnesia、PTAに陥っている場合、受傷直後の意識障害がMTBI患者に正確に想起されずに、医師に申告されないことがある¹⁹。

■受傷機転：わが国では、交通事故弱者と呼ばれる歩行者、自転車、そしてオートバイが関連する事故が自動車の追突事故に次いで多い。グラスゴー結果尺度 GOS の評価では歩行者が関係する事故はGOS 平均値：4.5、自転車が関係する事故はGOS 平均値：4.4、オートバイが関係する事故はGOS 平均値：4.1であり、オートバイの関係する事故は106例のGOS 平均値：4.3よりも遺残障害度 disability が高い。

スポーツ障害が1例だけであったが、潜在している可能性が高い。海外では各種のスポーツ活動でMTBIの発症が報告されており²、今後、わが国でもMTBIに対する一般の認知が進めば医療機関を受診するスポーツ障害例が増えると予想される。

■運動麻痺に関連する合併症：運動麻痺に合併して求心路遮断痛 deafferentation pain 例が1例（左片麻痺に合併した左下肢痛）である。MTBIの事故前に複合性局所疼痛症候群 complex regional pain syndrome、CRPS に罹っていた1例は、事故後にCRPSが増悪し、thumb in palmとなり手の機能が廃絶していた。

■神経眼科：本報告では、10名の視力低下例に対して、現在の神経眼科的検査と脳画像検査の結果を踏まえて、心因性8例、原因不明2例と診断したが、最近、欧州を中心に成人の心因性視機能障害に対して、「医学的に説明できない視機能異常」medically unexplained visual loss という概念が生まれており、視力低下の原因究明は今後の課題と考える⁸。

求心性視野狭窄の病態は、神経学的にも、脳神経外科学的にも、「長期間に及ぶ頭蓋内圧亢進状態」であり、後頭葉のみの病変では求心性視野狭窄は起り得ないという立場から、求心性視野狭窄を呈した15例の脳画像を調査したところ、これら15例には「頭蓋内圧

亢進状態」を示唆する所見は認められず、MRI,SPECT,PETでも後頭葉の病変を認めなかった。

本報告では、滑動性眼球運動障害を28例に、衝動性眼球運動障害を5名に認めた。これらの所見は脳幹部から小脳における障害を示唆すると診断したが、滑動性眼球運動障害や衝動性眼球運動障害に関しては、鞭打ち損傷では中等度の眼球運動障害では頸部から頭部にかけての固有受容器系の障害が示唆され、重度の眼球運動障害では脳幹と小脳が傷害されているとの報告がある⁹。本報告においても、神経泌尿器科の検査で16例に脊髄損傷の合併を認めており、頭頸部外傷における滑動性・衝動性眼球運動障害は、脳・脊髄と頸椎軟部組織の損傷の観点から、幅広く検討されるべき課題と言える。

■神経耳科：外傷性嗅覚障害は画像上前頭葉の挫傷などに随伴する例や意識障害の強い重症度の高い頭部外傷例に多いとの報告がある。また、一方ではMRIで異常がなくとも嗅覚の高度障害や嗅覚の脱失例が多いとの報告がある。本報告では頭蓋骨骨折を合併した例では乖離のない嗅覚障害を認めたが、齒槽骨骨折例は嗅覚障害を認めていない。本報告では、GCS13-15の意識障害の重症度が低いMTBIにおいて、71例/106例67%の高い頻度で嗅覚障害を認めた。

外傷性味覚障害は、従来頻度の高い

嗅覚障害に比べてまれであると考えられてきたが、本報告では外傷性味覚障害が86例/106例81%に高頻度で起きていた。そして片側性味覚障害8例/86例9%に対して、78例/86例91%が両側性味覚障害を呈しており、その内21例/86例24%が味覚の乖離を示していた。

外傷性嗅覚障害と外傷性味覚障害との両者の関係については、両者合併損傷例が65例/106例61%であり、外傷性嗅覚障害単独例8例/106例8%、外傷性味覚障害単独例22例21%を遥かに凌いでいた。この嗅覚・味覚合併損傷例に対して、嗅覚と味覚の神経伝導路がそれぞれ単独損傷を起こし、それらが共存したとする考え方がある一方で、眼窩前頭野に嗅覚や味覚をはじめとして、視覚、聴覚、体性感覚などの感覚入力共通して収束し、そこで情報の統合が行われる高次中枢を想定して、その部位の損傷で嗅覚と味覚の合併損傷は起こるという考え方がある²¹。

なお、嗅覚、味覚障害で見られた嗅覚や味覚の乖離現象は、大脳の皮質嗅覚中枢や皮質味覚中枢のそれぞれの嗅覚や味覚の同定機能障害が考えられる。因みに、以前から海外では嗅覚の同定機能障害をアルツハイマー病の初期症状とするスクリーニング検査が行われていることはよく知られている。

聴音性難聴でABR正常の機能性難聴は、詐病というよりも心因性または注

意機能障害が関与して起きていると考えられた。

■神経泌尿器科：海外でMTBIに於ける神経泌尿器科的な問題を、性的能力sexualityの問題として性欲の喪失・減退loss of libido / diminished sexual driveの視点から捉えた報告がある⁶。本報告では性欲低下以外に排尿筋や外尿道括約筋に多くの異常所見が見られた。そして、これらの異常所見は神経泌尿器科的な愁訴と関連していた。

たとえば、排尿筋活動低下は残尿増加の一因となる。排尿筋過反射は、自律収縮様に膀胱内圧上昇を招き、水腎症を起こす。排尿筋無抑制収縮UICは切迫性尿失禁を招く。

排尿後排尿筋収縮は、残尿感や終末時滴下を招く。

括約筋無抑制弛緩UIRは、突然の尿失禁の原因となる。排尿筋の収縮中に排尿筋括約筋協調不全が起こると、排尿の開始時では自覚的な排尿困難を起こし、排尿途中では尿線の中断を起こす。

突然の無抑制排尿筋収縮UICと突然の括約筋無抑制弛緩UIRは、膀胱の感覚過敏を招く。

脳損傷と脊髄損傷の合併については、交通事故では、生理的な限界を越えて頸椎が後屈位を強制されると橋・延髄の脳幹部や上位頸髄が離断・離開されると法医学者や病理学者が解剖結果を報告している^{10,20}。また、頸椎が前屈位

を強制されると頸椎が5 cmも伸張されるとの報告がある¹⁷。これらの報告から、運動生理学的に頭部に対して前後方向に過度の加速・減速のエネルギーが負荷されると、脳幹部や頸髄の離断・離開による突然死を起こしたり、脳や脊髄の外傷性軸索損傷を起こしたり、また脊髄損傷を起こさない例では脊髄硬膜の損傷や頸部から頭部にかけての固有受容器系の損傷が起こりうると考えられる。

■脳神経外科：MTBIの脳画像法に関する過去の報告では、画像陽性率は必ずしも高くはない³。この問題に関連して、MTBIの脳画像法の診断率を高めるために、本報告は、MRIのような脳形態画像法と^{13,28}FDG-PETのような脳機能画像法とを組み合わせ実施した。

また、脳組織の自己修復力を考えると、一部を除きおおむね個々の脳画像法の画像陽性率は早期ほど高くなると思われる。その結果、MTBIにおける器質的脳損傷の診断率は、本報告では受傷から3年以内の診断率が57%、3年を越える例の診断率が41%であり、早期ほどMTBIの画像診断率が高いが、両者の差は統計学的に有意なものではなかった ($p=0.114$)。

脳画像診断学の分野では、本報告で選択した各種の構造的／機能的脳画像診断法がMTBIの診断に応用されるが、個々の脳画像診断法は外傷による

全ての脳損傷を描出するに至っておらず、このような状況下では学際的アプローチはMTBIの確定診断に資する¹¹と考える¹¹。

謝辞

慶応義塾大学病院眼科大出尚郎先生、慶応義塾大学病院リハビリテーション科諸先生には専門の検査を担当していただき、ここに厚く御礼申し上げます。

文献

1. American Congress of Rehabilitation Medicine. Definition of mild traumatic brain injury. J Head Trauma Rehabil.8:86-87,1993.
2. Bailes JE, Cantu RC: Head injury in athletes. Neurosurg 48:26-46,2001.
3. Belanger HG, Vanderploeg RD, Curtiss G, Warden DL: Recent neuroimaging techniques in mild traumatic brain injury. J Neuropsychiatry Clin Neurosci 19;1:5-20,2007.
4. Blumberg P, et al : Greenfield's Neuropathology (Love S, Louis DN, Ellison DW ed) Hodder Arnold;London ,741-745, 2008.
5. Carroll LJ, Cassidy JD, Holm L, Kraus J, Coronado VG: Methodological issues and research recommendations for mild traumatic brain injury : the WHO collaborating centre task force on mild traumatic brain injury. J Rehabil Med Suppl 43:113-125, 2004.
6. Diane Roberts Stoler, Ed.D., and Barbara Albers Hill : Sexuality

- 79-87, Coping with Mild Traumatic Brain Injury, Avery a member of Penguin Group(USA) Inc. New York. 2002.
7. Gaetz M: The neurophysiology of brain injury. Clin Neurophysiol 115:4-18 2004.
 8. Griffiths PG, Ali N: Medically unexplained visual loss in adult patients. Curr Opin Neurol 22:41-45, 2009.
 9. Hildingsson C, Wenngren BI, Bring G, Toolanen G: Oculomotor problems after cervical spine injury. Acta Orthop Scand 60 [5]: 513-516, 1989.
 10. 平岩幸一、佐藤拓、佐々木達也、児玉南海雄: 外傷性椎骨脳底動脈損傷の法医学 脳神経外科速報 14(8):793-800, 2004.
 11. 石橋徹: 軽度外傷性脳損傷、SCOM 035、金原出版、東京、2009.
 12. Jennett B, Bond M.: Assessment of outcome after severe brain damage A practical scale. Lancet、480-484, 1975.
 13. Nakayama N, Okumura A, Shinoda J, Yasokawa Y, Miwa K, Yoshimura S, Iwama T: Evidence for white matter disruption in traumatic brain injury without macroscopic lesions. J Neurol Neurosurg Psychiatry 77: 850-855, 2006.
 14. National Center for Injury Prevention and Control : Report to Congress on Mild Traumatic Brain Injury in the United States : steps to prevent a serious public health problem. Pp 1-45(Centers for Disease Control and Prevention . Atlanta , USA, 2003)
 15. National Institutes of Health. Rehabilitation of persons with traumatic brain injury. NIH Consensus Statement Online. 1998;16(1):1-41.
 16. Ommaya AK, Faas F, Yarnell P. Whiplash injury and brain damage: an experimental study. JAMA 204:285-289. 1968.
 17. Oosterveld WJ, Kortschot HW, Kingma GG, de Jong HAA, Saatc MR: Electronystagmographic findings following cervical whiplash injuries. Acta Otolaryngol 111:201-205, 1991.
 18. Povlishock J. T., Coburn T.H.: Morphopathological change associated with mild head injury. Mild Head Injury: 37-53, 1987.
 19. Ruff R: Sequelae of Traumatic Brain Injury. Youmans Neurological Surgery 5th ed. Chapter 329 Saunders, Philadelphia, 2004
 20. Simpson D.A., Blumberg P.C., Cooter R.D., et al: Pontomedullary tears and other gross brainstem injuries after vehicular accidents, J Trauma, 29(11):1519-1525, 1989.
 21. 相馬啓子、国弘幸伸: 交通外傷後の嗅覚・味覚障害、耳鼻臨床 105: 11; 1091-1100, 2012.
 22. Spitzer WO, Skovron ML, Salmi LR, Cassidy JD, Duranceau J, Suissa S, Zeiss E: Scientific monograph of the Quebec Task Force on Whiplash-Associated Disorders: redefining “whiplash” and its management. Spine 20: 1S- 73S, 1995.
 23. Tagliaferri F., Compagnone C., Korsic M., Servadei F., Kraus D.: A systemic review of brain injury epidemiology in Europe. Acta Neuroc

- hir(Wien),148(3):255-268,2006.
24. Teasdale GM, Jennett B: Assessment of coma and impaired consciousness: a practical scale. Lancet 2:81-84,1974.
25. Traumatic Brain Injury ACT of 1996 : http://www.tbihelp.org/tbi_act_of_1996htm
26. Traumatic Brain Injury ACT of 2008 Overview: http://www.nashia.org/pdf/tbiactof_2008_history_08.pdf#search='Traumatic%20Brain%20Injury%20Act'
27. Vos PE, Battistin L, Birbarner G, Gerstenbrand F, Potapov A, Prevec T, Stepan CHA, Traubner P, Twijnstra A, Vecsei L, von Wild K; European Federation of Neurological Societies: EFNS guideline on mild traumatic brain injury: report of an EFNS task force. Euro J Neurol 9: 207-219,2002
28. Wada T, Asano Y, Shinoda J: Decreased fractional anisotropy evaluated using tract-based spatial statistics and correlated with cognitive dysfunction in patients with mild traumatic brain injury in the chronic stage. AJNR Am J Neuroradiol 33: 2117-2122, 2012.
29. WHO: Traumatic Brain Injury, Neurological Disorders; public health challenges:164-175,2007.