



Title	脳外傷後患者における早期復職と神経心理学的検査の関連
Author(s)	飯田, 有紀
Description	配架番号 : 2594
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(医学)
Dissertation Number	甲第14512号
Issue Date	2021-03-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k14512
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/84581
Type	doctoral thesis
File Information	Yuki_Iida.pdf



学 位 論 文

脳外傷後患者における早期復職と神経心理学的検査の関連
(Association between the neuropsychological examination and
early return to work after traumatic brain injury)

2021年3月

北 海 道 大 学

飯 田 有 紀

学 位 論 文

脳外傷後患者における早期復職と神経心理学的検査の関連
(Association between the neuropsychological examination and
early return to work after traumatic brain injury)

2021年3月

北 海 道 大 学

飯 田 有 紀

目 次

発表論文目録および学会発表目録	1 頁
要旨	2 頁
略語表	5 頁
緒言	6 頁
方法と対象	14 頁
結果	16 頁
考察	28 頁
結論	36 頁
謝辞	37 頁
利益相反	37 頁
引用文献	38 頁

発表論文目録および学会発表目録

本研究の一部は以下の論文に発表予定である。

1. Yuki Iida, Haruko Chiba, Satoshi Ikeda, Harukazu Tohyama & Katsunori Ikoma
Association between the Wechsler Adult Intelligence Scale III and early
return to work after traumatic brain injury.
WORK : A Journal of Prevention, Assessment, and Rehabilitation.

本研究の一部は以下の学会に発表した。

- 1, 飯田有紀 井口 大暢 大森 紅己子 安彦 かがり 千葉 春子
磯山 浩孝 松尾 雄一郎 遠山 晴一 池田 聡 生駒 一憲
脳外傷による高次脳機能障害の就労と神経心理学的検査
第52回日本リハビリテーション医学会学術集会
朱鷺メッセ新潟市 2015年5月29日(金)

要旨

【背景と目的】 本邦での高次脳機能障害の発症率は重軽傷合わせ年間 6.4 人/人口 10 万人となると推定され、頭部外傷 (Traumatic brain injury : 以下 TBI) はその代表的な原因疾患である。近年、救急医療の向上に伴い重症の脳外傷患者の救命率が向上し、脳外傷患者の就業復帰は重要なテーマとなっている。TBI の就業リハビリテーションでは基本情報として、残存能力の神経心理学的検査によるアセスメントが重要な手がかりとなる。検査方法には代表的なものに知能検査として WAIS、記憶機能測定としてリバーミード行動記憶検査 (以下 RBMT)、言語性記銘力測定として三宅式記銘力検査、注意・遂行機能の検査として標準注意検査法・Trail-Making Test (以下 TMT) ・仮名ひろいテスト・遂行機能障害症候群の行動評価など、多様な神経心理学的検査がある。TBI 患者は神経疲労が出現しやすく、適切な神経心理学的検査の選択は各臨床場面で検査者により慎重に行われている。就業予測はリハビリテーションのゴール設定に重要であり、神経心理学的検査が就業予測に有効との報告は散見される。しかし、早期復職を反映する時間的な要素を含んだ各神経心理学的検査項目の有用性を検討した研究は見られない。

今回、脳外傷患者の介入より 3 年後の就労状況と神経心理学的検査の成績との時間的要素を含む関連性を明らかにするため、早期復職を反映し得る検査項目について解析・検討を行った。

【対象と方法】 対象は、2007 年 4 月～2012 年 3 月に北海道大学病院で脳外傷が原因で高次脳機能障害と診断され、当院診断・支援介入後 3 年間の就労実態の有無の確認が可能であり、初回評価で下記の神経心理学的検査を欠落なく行った患者を抽出し、頭部 MRI 検査にて明らかな脳挫傷所見があり、その内、就業可能な 18 歳から 65 歳であり研究協力を得られた患者を対象とした。対象のリクルートは、オプトアウト方式で行い、診療科ホームページに臨床研究審査会の書式に準じ本臨床研究内容を公表した。後方視的に初回介入より 3 年間の就労実態と初回介入時の各神経心理検査の成績を確認し、就労群と非就労群の 2 群間の各神経心理学的検査の成績を比較した。神経心理学的検査の種類は知能指数 (intelligence Quotient: 以下 IQ) を比較するために WAIS-III、記憶機能測定に RBMT、言語性記銘力測定に三宅式記銘力検査、注意・遂行機能測

定に TMT-A/B、仮名ひろいテストについて検討を行った。解析は、まず、各検査の就労・非就労群の有意差についてロジスティック回帰を行い、次に、各検査間の重要度を検討するため下位検査、WAIS 以外の各検査を一群とした重回帰を施行した。最後に、就業までの時間と検査項目の関係について各検査に Cox 回帰を用い早期復職を反映する検査を抽出した。解析は JMP8 で行い、各検査の閾値は 5%未満を有意差ありと判定した。

【結果】 期間中に頭部外傷による高次脳機能障害と診断された患者は122名であり、3年間の就業状況を確認できた患者は88名であった。そのうちMRI検査での脳外傷所見を有し就業年齢内にあり研究協力を得られた53名（男性40名、女性13名、平均年齢 41.7 ± 11.0 ）を対象とした。ロジスティック回帰では TMT-A、三宅式記銘力検査の無関係、WAIS-III の下位項目である、積み木・数唱・理解・記号・語音整列、群指数である作動記憶・処理速度、全検査IQ・言語性IQの各項目において、就業群で有意に良好な成績を認めた。重回帰では WAIS以外の検査間では、TMT-A、三宅式記銘力検査無関係が有意に就業状況を反映し、WAIS-III 下位検査では理解と語音整列が特に就業状況を反映した。最後に、早期就業に関与する項目のCox解析ではロジスティック回帰の結果より三宅式記銘力検査の無関係検査を除いた検査項目が有意差を持って早期復職との関連を示した。

【考察】 本研究で TBI 患者の就労支援における一般的な神経心理学的検査で、早期復職に影響を与える能力を反映する検査項目は、TMT-A、三宅式記銘力検査の無関係、WAIS-III の下位項目である、積み木・数唱・理解・記号・語音整列、群指数である作動記憶・処理速度、全検査 IQ・言語性 IQ の各項目であり、重回帰結果より TMT-A、語音整列、理解の3項目が特に重要であることが判明した。注意障害・遂行能力障害の検出を行う TMT 検査が就業予測に有効であることは先行研究にて示唆され、本研究結果はそれに矛盾しなかった。しかし、本研究では TMT-B は就業を反映せず、これは、一般的に TMT-A は注意の選択性を示し、TMT-B は注意の配分や連続的な注意変換性を要求され TMT-A よりも難易度が高くなるため、本研究において課題難易度が対象集団能力に対し高度であったため就業群・非就業群の課題遂行時間が総じて延長したことが予測された。早期就業には一定の注意・遂行能力の維持もしくは向上が必要とな

るが、一方で、たとえ患者が就労に至った場合においても注意能力の配分や連続的な注意の変換が困難である可能性を考慮し、環境調整や代償の工夫などの長期の就業支援を行う必要性があることが示唆された。

一方、WAIS-Ⅲの下位項目である理解は、実践的知識の言語化、過去の経験の想起と利用、慣習的な行動の基準についての知識の固有の能力を測定する。過去の学習経験（特に学校教育などによる意図的な学習）により獲得した知識やスキルなど加齢の影響を受けにくいとされる結晶化知識、社会的判断、言語理解、言語概念化、一般常識などに貢献していると報告されている。理解は非就業・就業群での比較を行う同様の先行研究で、群間の有意差を認めなかったとの報告もある。しかし、理解の得点は年齢を重ねる事で向上が得られる能力が含まれており、先行研究と比較し、対象の平均年齢が高い本研究では、過去の経験の集積からの推論、応用能力自体が向上し、得点の落差が大きくなったことで、有意差を生じた可能性が考えられた。

また、同じ下位検査である語音整列はWAISやWAIS-Rでは比較的重要視されていなかった「作動記憶」や「注意」の能力を測定する為、WAIS-Ⅲで新規に追加された項目であり、WAIS-R以前には含まれていない。具体的に作業を行うまたは考える時に必要な事柄を記憶し、活用する能力を指す作動記憶や、新規の課題を解決する際に発揮される流動的知性を反映しており、就業環境の適応にも重要となるため早期就業とより強い関連を示したと考えられた。

【結論】 本研究は脳外傷患者の就業支援において現在本邦で広く行われている神経心理検査の中で、特に早期就業を反映する検査の確認を行った。結果、TMT-A、WAIS-Ⅲの下位項目検査である理解・語音整列が早期就業復帰に寄与することが明らかとなった。このことより、注意・遂行能力、新規課題解決、短期の情報保持・処理能力と、人生経験に基づいた常識的社会的な判断能力の向上が頭部外傷患者の早期復職に有用であることが示唆された。本研究結果は、復職を目標とする脳外傷患者の就業支援において、より有効なりハビリテーションプランの作成の一助となると考えられた。

略語表

本文中および図・表中で使用した略語は以下の通りである

DAI	Diffuse axonal injury
FIM	Functional independence measure
FIQ	Full intelligence quotient
IQ	Intelligence quotient
MRI	Magnetic resonance imaging
PIQ	Performance intelligence quotient
RBMT	The Rivermead behavioral memory Test
TBI	Traumatic brain injury
TMT	Trail-making test
VIQ	Verbal intelligence quotient
WAIS	The Wechsler adult intelligence scale

緒言

頭部外傷(Traumatic brain injury:以下 TBI)は全ての外傷の中でも頻度が高く、日本外傷データベースの報告では2012年から2016年の4年間の入院を要した頭部外傷者は20,830人であり、骨折などの下肢外傷の発生率とほぼ同等と報告されており、頭部外傷研究に多くの時間と労力が費やされている(横堀, 2019)。Morrisonらの先行研究においても、全ての外傷に関連する死亡におけるTBIの関連死は約31%を占めており、TBIに起因した救急搬送件数は2001年から2010年にかけて劇的に上昇しており、重症のTBI患者のICUでの救命率は近年の救急医療の技術向上に伴い2003年から2013年にかけて上昇していると報告されている(Morrison et al., 2016)。

TBIの脳損傷の特徴は、頭蓋骨と脳実質との相対的な関係から脳の前頭葉底面(眼窩面)と側頭葉の前方から外側底面に損傷を負い、加速度的な衝撃による脳の動きが蝶形骨の大翼や前頭骨によって阻まれ脳が損傷する「蝶形損傷」と、第脳全体の皮質下、すなわち白質の神経繊維にびまん性の断裂が生じる「びまん性軸索損傷: Diffuse axonal injury」(以下DAI)に由来する。両者は合併することも多い。脳外傷の急性期に脳浮腫、低血流や低酸素により側頭葉内側部、すなわち海馬・扁桃体の損傷が加わりこれは記憶障害や情動障害と関連する。さらに打撲部位の損傷、そして打撲部位と対極にある部分の損傷と対応する局在機能の障害が見られる。また、錐体路を含む範囲に脳挫傷があれば片麻痺を、脳幹の挫傷があれば四肢麻痺を生じるが完全麻痺は少ない。びまん性軸索損傷で比較的頻度の高いものには体幹や構音の失調がある。一方で、頭頂葉や片半球にのみ限局した損傷は通常みられないため失行や半側空間無視は少ない。明らかな脳挫傷がCTやMRIで確認される蝶形損傷に比べ、びまん性軸索損傷では急性期に大脳皮質下、脳梁、基底核、脳幹などに散在している組織断裂による小さな点状出血が画像では確認しにくく、受傷後数ヶ月の内に損傷した軸索が変性、吸収され、大脳小脳にまたがる全体的な皮質下の軽度萎縮と側脳室、第Ⅲ、第Ⅳ脳室の軽度拡大が完成する(先崎, 2007)。

これらの損傷により、TBI患者の中には受傷後に下記の高次脳機能障害が出現し、日常生活や就業に影響を与えることがあり、2013年の重傷頭部外傷治療・管理のガイドライン第3版では外傷に伴う高次脳機能障害が補遺として追加されている(高里, 2014)。

TBI の脳挫傷による高次脳機能障害では前頭葉・側頭葉前方部病変による障害が目立ち、びまん性軸索損傷では注意機能、遂行機能、記憶機能などに影響を及ぼし、精神運動性緩徐を惹起する可能性が指摘されている。比較的出現頻度の高い高次脳機能障害は以下のような症状が報告されている(大東, 2009)。

- 1) 自発性低下:自分からはほとんど何もせず無関心となるものの、外からの刺激に一定の反応を示し、鬱とは異なり悲壮感を示すことは少ない。時に強迫症状や常同行動を伴う。前頭葉内側面-基底核-視床回路との関連が指摘されるが前頭葉背外側面、前頭葉内側底面でもニュアンスを異にして自発性低下が見られることもある。
- 2) 脱抑制、社会行動障害:社会的な許容の範囲を超えた逸脱行動が見られる。表現型としては易怒性、性的脱抑制、窃盗、ギャンブルなどがある。前頭葉眼窩面(内側底面)の損傷で見られることが多く、ギャンブリング課題などを行うとハイリスクの山を引き続けるためある程度検査で確認できる。
- 3) 遂行機能障害:ルーチン化した手法では解決できない課題に出会った時や、同時に複数の課題をこなさなければならない時に当惑し、強い困難を覚える。前頭葉背外側部-基底核-視床回路、あるいはびまん性軸索損傷などでしばしば認められる。Trail making test(以下 TMT)や Wisconsin card sorting testなどで成績が低下する。
- 4) 健忘症状:前脳基底部、側頭葉内側面(海馬近傍)の損傷で、体験記憶(エピソード記憶)の障害が出現しうる。自身の過去の体験が想起できない症状、有関係・無関係対語記憶課題、再認課題や Rey の複雑図形の遅延再生などで検査する。
- 5) 注意機能障害:うっかりミスが目立つ、集中ができない症状として認められる。1秒おき、2秒おきに数字を聞かせ、直前の数字と聞いたばかりの数字の和を答えていく paced auditory attention test や、ランダムな系列文字を抹消していく視覚検出抹消課題などで判定する。
- 6) 反復・滞続・常動性:同じことを何度も繰り返し行い、語る。パターン化した行動を示すことも多い。決まった場所を同じルートで歩き回ることもよく見られる。同時に、強迫的、常同的に長時間にわたって手を洗ったり、歯を磨いたり、風呂に出入りしたり、シャワーを浴び続けたりする。両側側頭葉損傷、前頭葉皮質下損傷との関連が想定されている。
- 7) 被影響性症状:個体の自律的意思が希薄になり、外界の刺激に容易に誘発さ

れて、行動が惹起される状態。使う必要がないにもかかわらず視界に櫛やコップなどのものが入ると対象に引きずられたように櫛で髪をとき、コップの水を飲んだりする使用行動や、検者の仕草を必要がないと言われても模倣してしまうような模倣行動などがある。前頭葉内側面損傷との関連が想定されている。

- 8) 意味記憶障害: 一見対象の名前が言えない(語健忘)ように見えるがその語の意味が不全化もしくは喪失していることが病態の本質であり、語を聞いても対象を指示できず、理解できない。言葉・もの自体・人に及ぶ意味記憶の障害が見られることもある。両側側頭葉(側頭極)から中側頭回を中心とする病変によって生じる可能性が高い。
- 9) 対人相互性障害、妄想性障害: TBI 後、数パーセントの症例において外傷から平均 4-5 年後に被害的幻覚妄想状態の生じることが知られ、側頭極は扁桃体や前頭葉眼窩面と強い結合があり、その損傷により相貌情動の認知や対人的な情動認知に負のバイアスがかかり、時に被害妄想的となる可能性が指摘されている。
- 10) 気づきの欠如: TBI 後、様々な症状に対し患者自身が自ら気付くことが乏しい傾向が見られる。例えば、言語的に「わかっている」と述べても、脱抑制行動を自ら静止できないことは気づかない。前頭葉内側面、前部帯状回などの病変や DAI などの関与が想定されているが、確実なことはまだわかっていない。

本邦における高次脳機能障害支援モデル事業の報告で、76%が TBI を原因疾患とする 424 名の 5 年間にわたる高次脳機能障害患者の症例データ分析では、比率の高い症状について、重複して症状を持つ症例も含め、記憶障害が 90%、注意障害が 82%、遂行機能障害が 75%、病識欠如を 60%と報告している(中島, 2006)。

実際の臨床場面では上記の様々な症状、介護する家族などの近親者の対応・家庭内の生活・社会適応・就業的生活状況に応じて、治療を行う必要があり、薬物療法と認知行動療法を併用することにより、回復が期待できるか見極めることが求められる。脱抑制的行動、易怒性、妄想性障害、強迫的行動などの社会行動障害に対してはカルバマゼピン、バルプロ酸ナトリウム、オランザピン、リスペリドン、クロチアゼパム、SSRI などが症状に応じて比較的少量試みられる。記憶障害、注意障害、遂行機能障害などに対しては認知リハビリテー

ションも積極的に試みられている。自発性の低下が中心的な症例については外からの刺激には思いの外、反応を示すこともあり、根気よく対応を継続することで社会行動面の改善を見る場合もあると報告されている(大東, 2009)。

様々な障害を有しつつも、救命率の向上に伴い、受傷後のTBI患者の治療・リハビリテーション、また、社会復帰支援の必要性は自ずと増加している。Greenspanらは、頭部外傷(Traumatic brain injury:以下TBI)を受傷した患者の63%が就労年齢である15歳～64歳であったと報告しており(Greenspan et al., 1996)、Bellらは305名の頭部外傷患者を対象とした研究で最も多数であった年齢グループ層は就労年齢となる46歳から55歳のグループであったと報告している(Bell et al., 2018)。そのため脳外傷患者の就業復帰支援・リハビリテーションは重要なテーマとなっている(Prigatano et al., 1990 ; Radford et al., 2013)。

TBI患者における復職の成功率の報告は散見されるが追跡期間の違いや、対象の重症度の違いもあり0%-84%と報告されている(van Velzen, et al., 2009)。

TBI患者の就業復帰支援には下記にあげる多くの問題点が報告されている。注意障害・遂行能力障害など、その障害は外見で判断しにくく、周囲の協力が得られにくい(岡崎, 2013)、診療では見えにくい患者の日常生活の上での行動特性の把握が必要となる(原, 2001)、また、各症状や問題点の原因の究明が重要となり(丸石ら, 2008; 富田ら, 1999)、患者の障害の自覚が重要となるが(Prigatano et al., 1990)受傷から1年後でも介護者と患者間では能力評価に差がでると報告されている(Andelic et al., 2010)。また、TBI患者では易疲労があり、注意力の低下のため過度な努力が必要であり、単語学習課題において成績が健常者と差がない場合でも、課題遂行中に脳血流量が増加する割合が健常者と比較し高く、健常者と同程度の成績を得るために健常者よりも高い認知的労力を必要とし、過度な注意の持続により疲労し破綻することが報告されている(先崎, 2007)。

一方で、感情のコントロールが困難なケースでは新規環境に適応しにくく、人間関係を円滑に行えない(丸石ら, 2008)などが報告されている。

リハビリテーション医療の提供では医療リハビリから就業リハビリへの移行時期が曖昧であること(田谷, 2005)、受傷後の心理状況の良好さを考慮しなければならない事(Felmingham et al., 2001)などが指摘されている。

このように多くの問題点を抱えるTBI患者の就業において、就業支援は不可欠であり、その有効性が報告されている(Radford et al., 2013)。

どの程度の期間就業支援が必要となるかについては下記の報告がある。Hartらは中等度から重症の頭部外傷患者は1年後でも四分の一は障害が残存しており、三分の一は社会参加に困難を有していると報告し、就業支援には時間が必要なことを示唆している(Hart et al., 2003)。また、Grauwmeijerらは3年のfollow upで就業率が向上すると報告している(Grauwmeijer et al., 2012)。より長期の支援の必要性について、BrownらがTBI患者は就業支援のみに関わらず生涯にわたる医学的リハビリテーションと地域支援サービス支援が必要となると報告している(Brown et al., 2011)。

このように長期的な支援の必要性を伝える報告の一方で、長期間のfollowを行ったWhitnallら、Keyser-Marcusらは、就業の弊害となる問題点は経時的に変化し、それに応じ支援も変更が必要となる事を報告している(Whitnall et al., 2005 ; Keyser-Marcus et al., 2002)。

就業予測は就業支援におけるゴール設定を行う上で重要となる。就業予測に影響を与える因子として、McMordieらはTBI患者の就業には受傷年齢・性別・意識不明の期間・学習ランク・運動・歩行能力の低下が関与すると報告している(McMordie et al., 1990)。また、Keyser-Marcusらは受傷前の生産性・年齢・教育・リハビリテーション期間の全てが就業に関係したと報告している(Keyser-Marcus et al., 2002)。

Shamesらは包括的で適切な就業支援アプローチは就業率を向上させると報告し(Shames et al., 2005)、適応のあるアセスメントを作成し就労リハビリテーションを行っていく事を推奨している(Wehman et al., 1993)。

そのため正確な個人の受傷後残存能力の評価を行うことは、就業予測・リハビリプログラムの作成の上で大切な役割を持つことになる。

残存能力の評価には神経心理学的検査が使用されており、各症例に合わせてその検査方法を選択し、障害へのアプローチの一助としている(Golden et al., 2002)。

The Wechsler adult intelligence scale(以下WAIS)は最も一般的に行われている神経心理学的検査であり、WAIS-R ではCattelaniら、Ip RYら(Cattelani et al., 2002 ; Ip et al., 1995)が、またWAIS-IIIではGreenらが就業予測に有用であったと報告している(Green et al., 2008)。各研究の対象

構成は年齢、重症度、グループ分けに違いがあり、評価も最終帰結評価期間も違いがあるが、WAISは就業支援の初期段階の一角を担い、重要な役割を果たしている。

一方で、WAIS以外の神経心理学的検査の有用性の報告は下記のものがある。注意障害・遂行機能障害の検出検査であるTMT検査は視覚探索や処理速度、思考柔軟性などの情報を提供し、A/Bの2つのテストから構成され、TMT-Aは、紙の上に分布する25の囲まれた数字を連続して結ぶ線を描き、TMT-Bは数字と文字を交互に行い、各スコアは、タスクの完了に必要な時間で評価を行う(Tombaugh, 2004)。このTMT検査について澤田らはTMT-A/B検査両方で就業・非就業群との成績比較の研究で有意差を持って就業群で良好な成績であったと報告している(澤田ら, 2010)。また、Leungらは受傷前の就業と並び、注意機能が就労の正否を予測する際に重要であると報告している(Leung et al., 2005)。

日常記憶の障害の検出を目的として作られたThe Rivermead Behavioral Memory Test(以下RBMT)(綿森, 2002)については、澤田らの報告ではRBMTの標準プロフィールがもっとも就業予測と関連すると報告している(澤田ら, 2010)。

新開によるTBI後の高次脳機能障害の評価における神経心理学的検査の現状報告では、複数のTBI患者における就業群と非就業群の2群を比較した研究で有意差を認めた検査はWAISとともに上記のTMT-A/B検査・RBMTの標準プロフィールと、三宅式記銘力検査、仮名ひろい検査であったと報告している(新開, 2017)。

単語を記憶・想起する聴覚言語性記憶検査の三宅式記銘力検査はTBI患者など脳損傷をきたす疾患、認知症、高次機能障害の評価として広く行われており、有関係対語(関連のある単語の組み合わせ)、無関係対語(関連のない単語の組み合わせ)というように、異なる難度の課題を行う検査である(杉谷ら, 2011)。また、仮名ひろい検査は平仮名のみで書かれた文字列の中から一定時間内に課題の文字を抹消する選択的末梢課題であり、正答率と見落とし率が得られ、単純な遂行速度と注意の程度を検討できる(石合, 1997)。

先行研究では上記の神経心理学的検査の就業予測における有用性は論じられているが、TBI患者の復職における時間的な評価も含んだ早期復職との関連の報告はない。

今回、対象をMRI検査で脳損傷所見が明らかである患者に限定し、初回介入時の神経心理学的検査が3年後の就業予測に有効か、また早期就業を反映し得

る神経心理学的検査項目と検査間の重要性を、WAIS-III、仮名ひろいテスト、三宅式記銘力検査、RBMT、TMT検査の各神経心理学的検査について比較検討を行い、特に早期就業に寄与する検査を確認した。

【本研究の意義と北海道の高次脳機能障害患者・TBI患者を取り巻く環境】

2001年から2005年に実施された厚生労働省による「高次脳機能障害支援モデル事業」やこれに続く2006年からの「高次脳機能障害支援普及事業」により、医療機関での高次脳機能障害者の診断・評価・機能回復訓練などが行われるようになり、2013年から施行された「障害者総合支援法」により障害者が就労するための取り組みが進められ、同年の改正障害者雇用促進法で法定雇用率を2.0%に引き上げた事、また2018年から雇用率の算定に精神障害者も含むとしたことが後押しとなり、企業で働く障害者が多くなっている(新開, 2017)。このような就業支援のニーズの高まりに伴い高次脳機能障害者の復職成果の向上のため医療リハビリテーションと職業リハビリテーションの連携が重要となる。

障害者の職業的自立の援助、障害者雇用する事業主に対してサービスを提供するための機関・施設には、公共職業安定所、高齢・障害者雇用支援機構、都道府県障害者雇用促進協会(全国47都道府県)、障害者雇用支援センター(全国14カ所)、障害者就業・生活支援センター、障害者職業能力開発校(19カ所)などがある。2005年の田谷による高次脳機能障害の就業リハビリテーション調査では高次脳機能障害を有する地域センターの利用人数が多い地域は北海道、南関東、中部、近畿、北九州などであり、高次脳機能障害支援モデル事業実施地域に比較的一致した結果であったと報告している(田谷, 2005)。

北海道地域において、当科は厚生労働省の「高次脳機能障害支援普及事業」地方支援拠点機関として、また、北海道高次脳機能障害者支援事業の「支援拠点医療機関」として、高次脳機能障害の診断・評価を行い認知リハビリテーション、生活訓練・就学・就労支援に取り組んでおり、独自の高次脳機能障害に対する入院評価プログラムによる遠方患者も対応可能な入院評価を行うとともに、高次脳機能障害専門外来を開設している。

北海道は、季節により降雪・積雪があり、生活リソースが点在する土地柄のため、一般的に生活の中で自動車運転の機会が多く、令和2年12月時点での人身事故件数は7396件であり、そのうち死亡事故は137件と、愛知県・東京

都に次ぐ全国3位の件数となっている(北海道警察, 2020)。交通事故件数の多さは支援の必要性を高める一因ともなり、当科に紹介される交通外傷後 TBI 受傷による高次脳機能障害患者は少なくない。

本邦では、厚生労働省によるモデル事業にて行われた実態調査で、TBI を原因疾患に含む 424 名の高次脳機能障害者のうち 76.2%が TBI を原疾患としており(中島, 2006)、また、丸石らによる高次脳機能障害の労働能力喪失率についての先行研究では、113 名の高次脳機能障害患者のうち 80 例の高次脳機能障害患者の原因疾患が TBI であり(丸石ら, 2008)、2005 年の田谷の高次脳機能障害患者の就業復帰における研究では 230 名の対象中 118 名(51.3%)の原因疾患が TBI であることから(田谷, 2005)、TBI は高次脳機能障害の代表的な原因疾患であることがわかる。同様に、当科の高次脳機能障害の 2001 年から 2012 年の評価入院患者数においても、入院評価を行った高次脳機能障害総患者数 473 名のうち、TBI を原因疾患とする高次脳機能障害患者は全体の 69.1%の 327 名と最も多い原因疾患であった。このように、高次脳機能障害患者支援における TBI 患者の支援の割合は高い。TBI 患者の就業復帰には先述のように多様な問題点が報告されており、挑戦と失敗を調整しつつ繰り返す個々の TBI 患者、またその支援家族に寄り添った長期的定期的な支援が重要となる。神経心理学的検査は、その支援の始めの手がかりとなる重要な残存能力の測定に用いられており、その知見は TBI 患者における就業支援の一助となると考えられる。

方法と対象

1. 対象

対象は、2007年4月～2012年3月の期間に北海道大学病院で脳外傷が原因で高次脳機能障害と診断され、診断・支援介入後3年間の就労実態の有無の確認が可能であり、初回評価で下記の神経心理学的検査を欠落なく行った患者を抽出し、頭部MRI検査にて明らかな脳挫傷所見があり、その内、就業可能な18歳から65歳であり研究協力を得られた患者を対象とした。なお、1) TBIを除く明らかなアルツハイマー病、パーキンソン病、脳卒中などの神経中枢疾患を合併している、2) 就労に影響する抑うつなどの精神症状を有している、3) 本研究について非協力の意思表示のあった場合は対象より除外した。

就業復帰の評価期間を3年間としたのは、Grauwmeijerらの受傷から3年間の加療継続により就業率が上昇したとの報告(Grauwmeijer et al., 2012)を根拠とし、当院で2006年から2010年に脳外傷と診断された患者108名の内、介入から5年間の記録を確認し、記録から収入を得られる就業を得た症例は47名であり、その95%が介入から3年以内に就業していたことから、この研究の社会環境における就業評価期間を介入から3年以内を妥当と判断し設定した。

2. 方法

後方視的に、対象を抽出し、3年以内の就労実態で、就労群と非就労群に分類した。すべての対象の初回介入時の神経心理学的検査の結果を2群間で比較した。神経心理学的検査は知能指数を比較するためにWAIS-III、日常記憶機能測定にRBMT、言語性記銘力測定に三宅式記銘力検査、注意・遂行機能測定にTMT-A/B検査、仮名ひろいテストを行い2群間で比較検討を行った。

3. 分析方法

就労群と非就労群の記憶、注意、遂行機能の違いを明らかにするために就労実態(就労/非就労)を目的変数として、RBMTの標準プロフィール点、三宅式記銘力検査の有関係/無関係検査の正答数、TMT-A/Bの速度、仮名ひろいテストの正答数/見落とし率をそれぞれ説明変数として2群間のロジスティック回帰を行った。TMT-A/B検査では評価点は秒数となるため、解析前に底を10とした対数変換を行った。

また、就労群と非就労群の知能指数(IQ)の違いを明らかにするために就労実態(就労/非就労)を目的変数として、WAIS-IIIの全検査IQ(FIQ)・言語性IQ(VIQ)・動作性IQ(PIQ)、下位検査(VIQ:単語・類似・算数・数唱・知識・理解・語音整列、PIQ:絵画完成・符号・積み木模様・行列推理・絵画配列・記号探し・組合せ)、各群指数(言語理解・知覚統合・作動記憶・処理速度)の評価点をそれぞれ説明変数として、ロジスティック回帰を行った。

次に、検査間の重要性の比較検討のためRBMT、三宅式記銘力検査、TMT-A/B、仮名ひろいテストについて重回帰を行い、WAIS-III下位項目間での項目重要性の比較検討のため、VIQ群とPIQ群に分けて、下位項目間での重回帰分析を行った。

最後に、早期就業に寄与する項目の解析のため各検査項目でCox回帰を行い就業に要した時間の評価を行った。

各解析はJMP8(SAS Institute, Japan)を用いて解析を行った。各検査の閾値は5%未満を有意差ありと判定した。本研究では検定の多重性については考慮しない。

倫理：本研究はヘルシンキ宣言に準じ、また「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」を遵守して施行され、北海道大学自主臨床研究審査委員会(016-0142)の承認を得て施行された。本研究に用いた個人情報には匿名化の上、管理を行った。対象のリクルートは、オプトアウト方式とし、北海道大学病院診療科ホームページにて臨床研究審査会の書式に順じて本臨床研究内容を公表した。

結果

2007年4月～2012年3月の期間にTBIが原因で高次脳機能障害と診断された患者は122名であり、診断・支援介入後3年間の就労実態の有無の確認が可能であり、初回評価で研究対象となる神経心理学的検査を欠落なく行った患者は88名であった。そのうち、頭部MRI検査にて明らかな脳挫傷所見があった患者は80名であり、就業可能な18歳から65歳であり研究協力を得られた患者は最終的に53名(男性40名、女性13名、平均年齢 41.7 ± 11.0)であった。本研究対象となった53名のうち就業群は22名(男性20名、女性2名：年齢 41 ± 10.7)で、非就業群は31名(男性20名、女性11名：年齢 42.3 ± 11.3)であった(図1)。

全ての対象患者は受傷前に就業しており、非就業群の5名は非正規雇用での就業で、その他は全て正規雇用の就業であった。

対象の教育レベルは、就業群では10-12年の教育歴者が1名おり、その他は全て12年以上の教育歴を有し、非就業者群では教育歴が不明確な患者が2名、10-12年の教育歴者が2名おり、その他の患者は全て12年以上の教育歴を有していた。本研究の対象患者は概ね高校卒業以上の教育レベルを有していた。

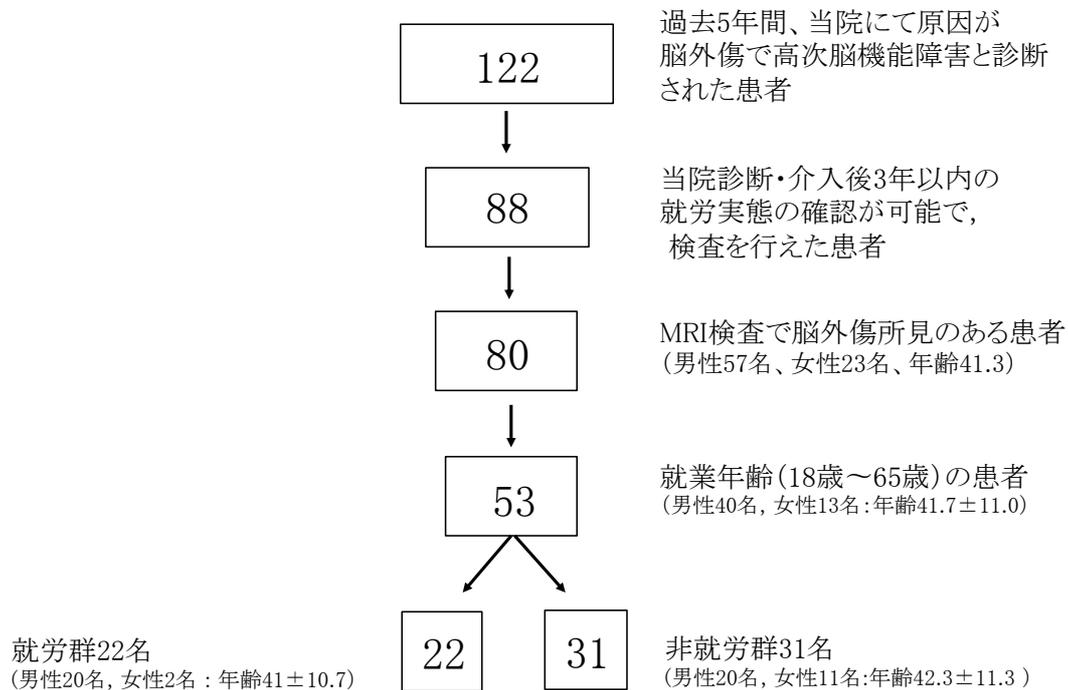


図1: 研究対象チャート

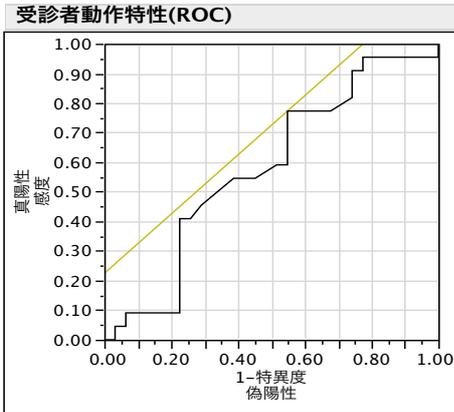
本研究では、明らかな脳外傷の記録があるもののSPECT/PETの異常所見のみの症例である8名(MRIで脳挫傷所見無し、SPECTで異常所見あり7名、SPECT/PETで異常所見あり1名)を対象から除外した。

① 最終的な就業に影響を与える因子についての各検査項目に対するロジスティック回帰の結果を表1 / 図2-22に示す。WAIS以外の各検査ではTMT-A、三宅式記銘力検査無関係の検査で、就業群で有意に良好な成績を認めた。また、WAIS-IIIではFIQ・VIQで、群指数では作動記憶・処理速度で、下位項目では、積木模様・数唱・理解・記号探し・語音整列において就業群で有意に良好な成績を認めた。

表1 ロジスティック回帰結果

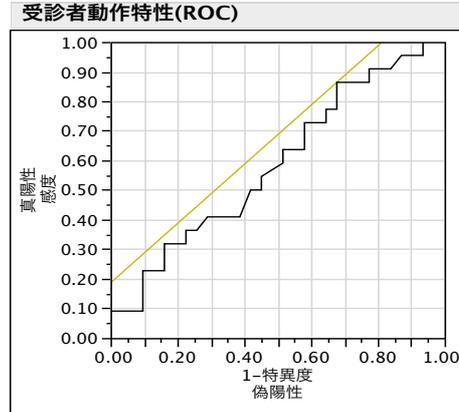
		オッズ比	下側信頼限界	上側信頼限界	P値	
仮名ひろい	正答率	1.019149	0.974497	1.068872	0.4091	
	見落とし率	0.978531	0.938913	1.014027	0.2396	
TMT	A	0.009489	4.01	0.59858	0.0279	*
	B	0.384525	0.026331	3.773071	0.4213	
RBMT	標準プロフィール	1.047085	0.953288	36.79097	0.3428	
三宅式	有	1.072622	0.871386	1.360814	0.5161	
	無	1.195406	1.01541	1.429185	0.0317	*
WAIS-III	VIQ	1.032565	1.003636	1.065936	0.0265	*
	PIQ	1.02397	0.994931	1.056384	0.1076	
	FIQ	1.195406	1.00215	1.063279	0.0344	*
群指数	言語理解	1.023819	0.99421	1.056835	0.1171	
	知覚統合	1.025972	0.997056	1.059034	0.0795	
	作動記憶	1.042468	1.010058	1.082145	0.0085	*
	処理速度	1.030396	1.000127	1.06509	0.049	*
VIQ	単語	1.165452	0.988899	1.400583	0.0682	
	類似	1.05297	0.912237	1.222047	0.4813	
	算数	1.134601	0.972883	0.8813672	0.1084	
	数唱	1.251163	1.033285	1.569406	0.0205	*
	知識	1.125682	0.955886	1.341557	0.1572	
	理解	1.186035	1.04171	1.374213	0.0092	*
	語音整列	1.31787	1.091786	1.656489	0.003	*
PIQ	絵画完成	1.176901	0.992679	1.42236	0.0611	
	符号	1.093458	0.933161	1.291383	0.2697	
	積木模様	1.17641	1.000818	1.413489	0.0488	*
	行列推理	1.063493	0.918668	1.239248	0.4104	
	絵画配列	1.077743	0.941342	1.243909	0.2794	
	記号探し	1.182242	1.018373	1.399701	0.0273	*
	組み合わせ	1.094522	0.930759	1.305245	0.2754	
						*p<.05

仮名ひろい検査・TMT検査(A/B)
ロジスティック単回帰



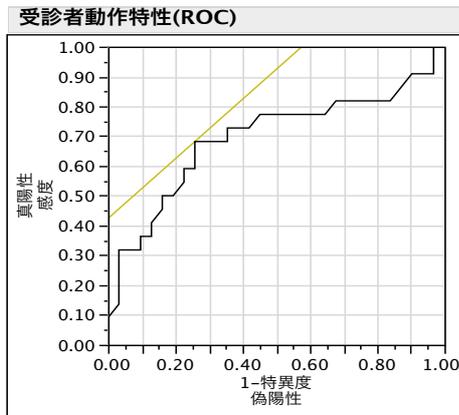
就業状況='0'を陽性としています。
曲線の下面積 = 0.57845

図2 ロジスティック単回帰
<仮名ひろい正答数>



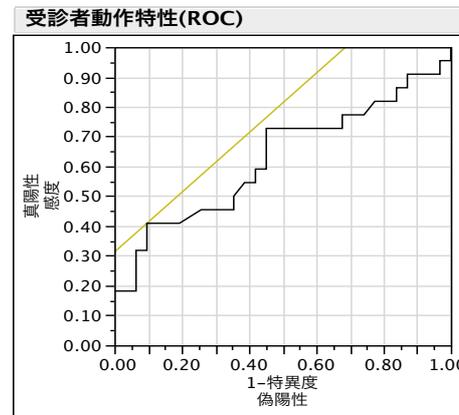
就業状況='0'を陽性としています。
曲線の下面積 = 0.58651

図3 ロジスティック単回帰
<仮名拾い見落とし>



就業状況='0'を陽性としています。
曲線の下面積 = 0.69282

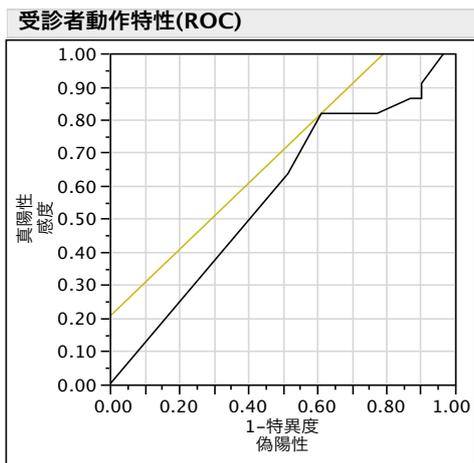
図4 ロジスティック単回帰
<TMT-A>



就業状況='0'を陽性としています。
曲線の下面積 = 0.62610

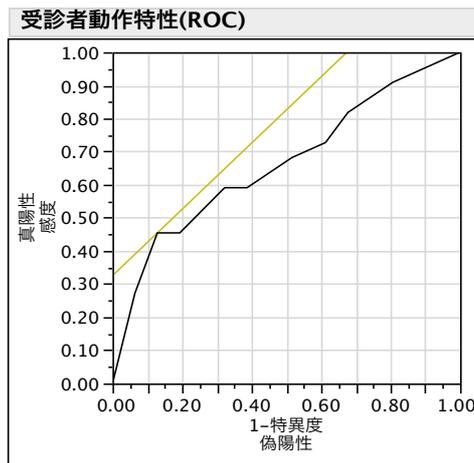
図5 ロジスティック単回帰
<TMT-B>

三宅式記憶検査(有関係・無関係)・RBMT
ロジスティック単回帰



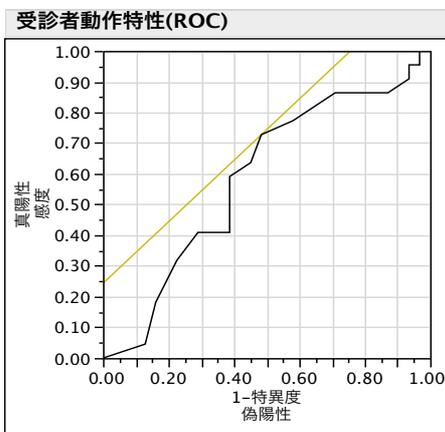
就業状況='0'を陽性としています。
曲線の下面積 = 0.56965

図6 ロジスティック単回帰
<三宅式有関係>



就業状況='0'を陽性としています。
曲線の下面積 = 0.66349

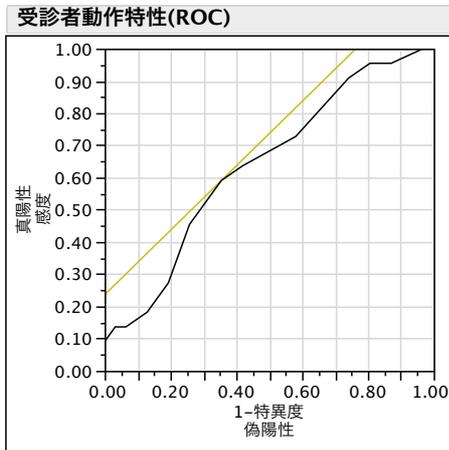
図7 ロジスティック単回帰
<三宅式無関係>



就業状況='0'を陽性としています。
曲線の下面積 = 0.58504

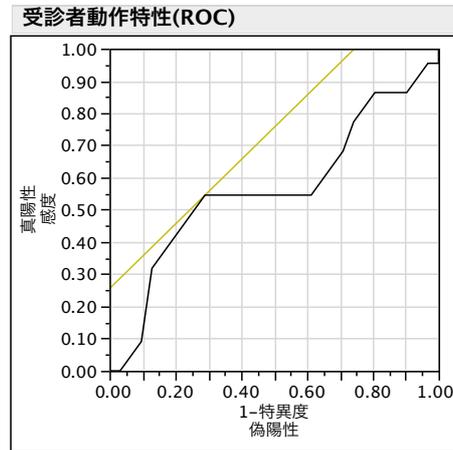
図8 ロジスティック単回帰
<RBMT>

VIQ下位項目（単語・類似・算数・数唱）
ロジスティック単回帰



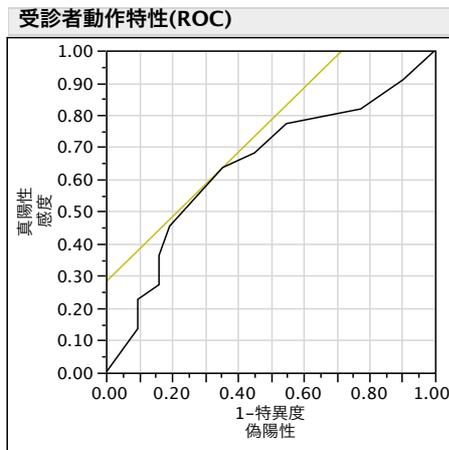
就業状況='0'を陽性としています。
曲線の下面積= 0.63710

図9 ロジスティック単回帰
<単語>



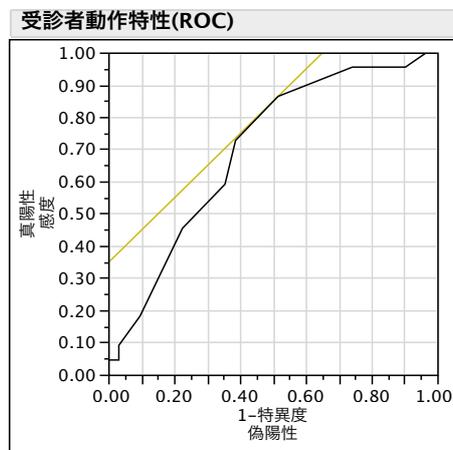
就業状況='0'を陽性としています。
曲線の下面積= 0.56378

図10 ロジスティック単回帰
<類似>



就業状況='0'を陽性としています。
曲線の下面積= 0.64150

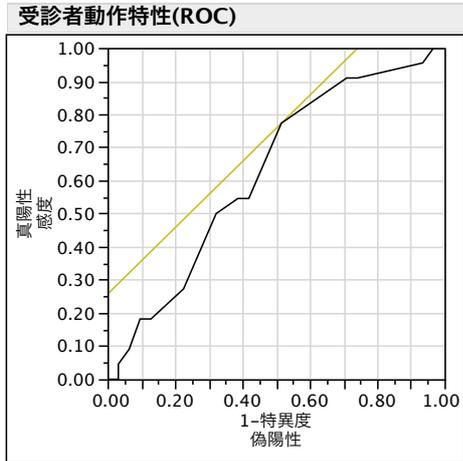
図11 ロジスティック単回帰
<算数>



就業状況='0'を陽性としています。
曲線の下面積= 0.69721

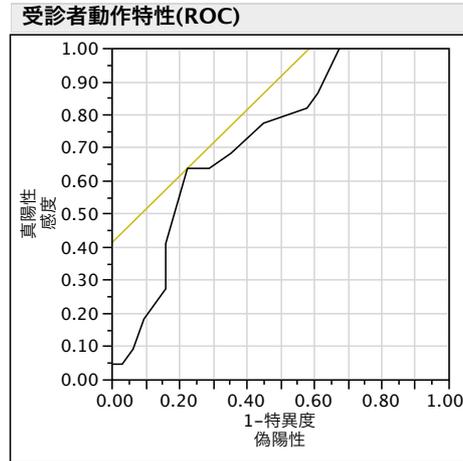
図12 ロジスティック単回帰
<数唱>

VIQ下位項目（知識・理解・語音整列）
ロジスティック単回帰



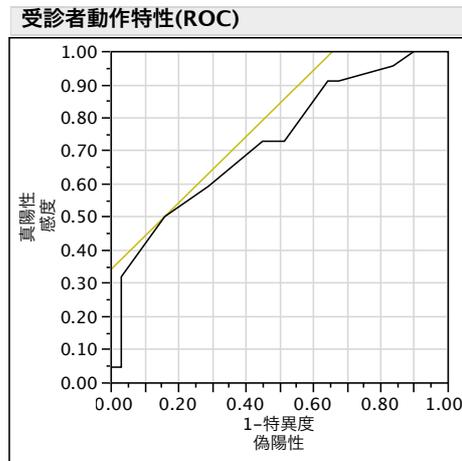
就業状況='0'を陽性としています。
曲線の下面積 = 0.62317

図13 ロジスティック単回帰
<知識>



就業状況='0'を陽性としています。
曲線の下面積 = 0.72287

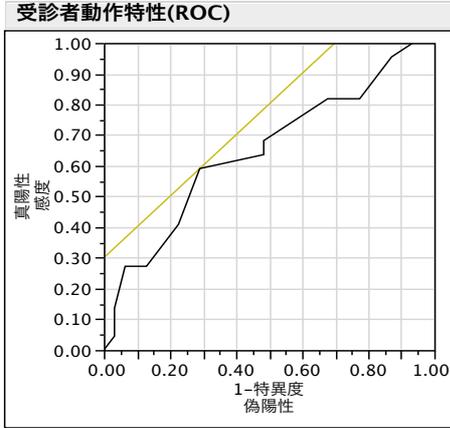
図14 ロジスティック単回帰
<理解>



就業状況='0'を陽性としています。
曲線の下面積 = 0.72287

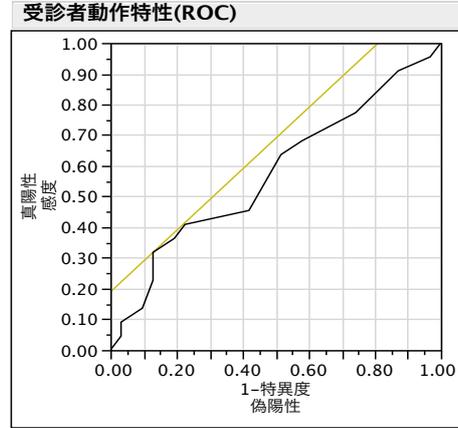
図15 ロジスティック単回帰
<語音整列>

PIQ下位項目(絵画完成・符号・積み木模様・行列推理)
ロジスティック単回帰



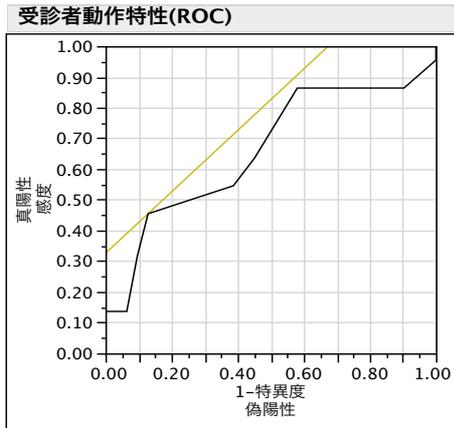
就業状況='0'を陽性としています。
曲線の下の面積= 0.64663

図16 ロジスティック単回帰
<絵画完成>



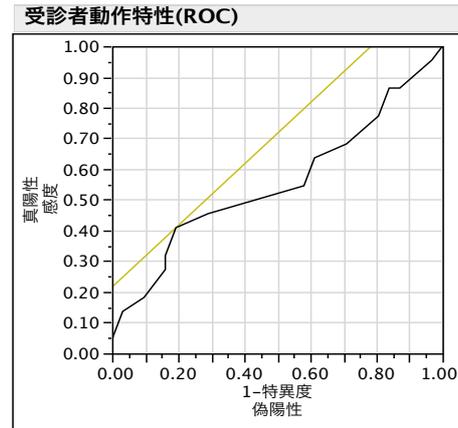
就業状況='0'を陽性としています。
曲線の下の面積= 0.57478

図17 ロジスティック単回帰
<符号>



就業状況='0'を陽性としています。
曲線の下の面積= 0.65909

図18 ロジスティック単回帰
<積み木模様>



就業状況='0'を陽性としています。
曲線の下の面積= 0.55352

図19 ロジスティック単回帰
<行列推理>

PIQ下位項目(絵画配列・記号探し・組み合わせ)
ロジスティック単回帰

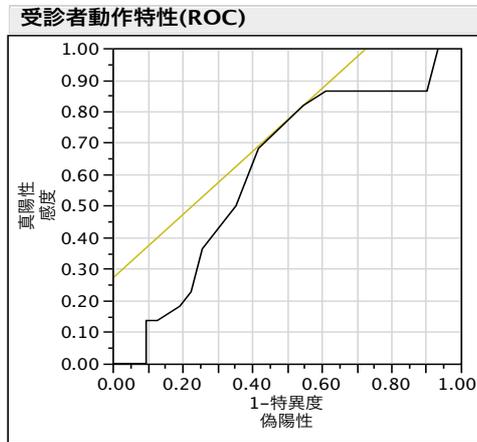


図20 ロジスティック単回帰
＜絵画配列＞

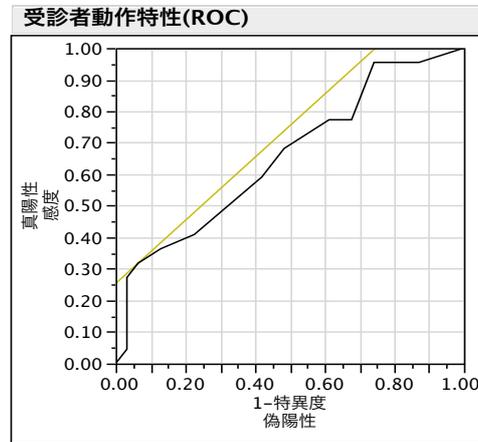


図21 ロジスティック単回帰
＜記号探し＞

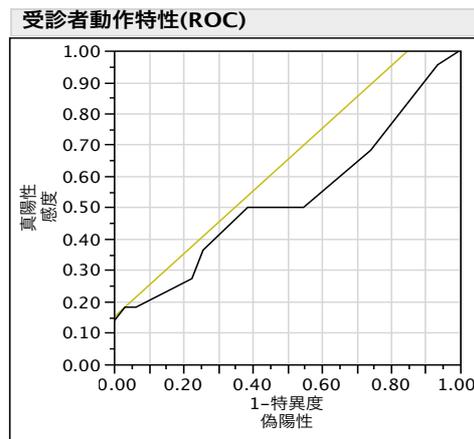


図22 ロジスティック単回帰
＜組合せ＞

② 検査間での重要性の解析のため行った重回帰結果を表2-4に示す。各検査間の重要度の解析ではTMT-A、三宅式記銘力検査無関係が有意に就業状況を反映し、WAIS-IIIの下位項目間の解析では理解と語音整列が有意に就業状況を反映した。

表2 仮名拾い検査・TMT・RBMT・三宅式検査 重回帰結果

		オッズ比	下側信頼限界	上側信頼限界	P値	
仮名ひろい	正答率	1.005124	0.928063	1.089775	0.8989	
	見落とし率	1.000404	0.938956	1.062506	0.9896	
TMT	A	0.000031	7.061	0.117396	0.0303	*
	B	66.9775	0.269509	29227.85	0.1484	
RBMT	標準プロフィール	0.921723	0.763684	1.105077	0.3768	
三宅式	有	0.89157	0.59634	1.309624	0.5591	
	無	1,343,939	1.019488	1.849003	0.0474	*
						*p<.05

表3 VIQ・PIQ 重回帰結果

下位項目		オッズ比	下側信頼限界	上側信頼限界	P値	
VIQ	単語	1.013176	0.694815	1.435356	0.9421	
	類似	0.755502	0.550395	0.99993	0.0611	
	算数	0.796421	0.532363	1.143161	0.2309	
	数唱	1.210656	0.879609	1.708488	0.2495	
	知識	0.868107	0.577062	1.282868	0.4791	
	理解	1.493856	1.0848	2.262417	0.0292	*
	語音整列	1.422736	1.03447	2.082582	0.0441	*
PIQ	絵画完成	1.19484	0.902646	1.630952	0.2295	
	符号	0.840866	0.59992	1.158213	0.2931	
	積木模様	1.186285	0.88668	1.620666	0.2569	
	行列推理	0.803069	0.585181	1.070265	0.1479	
	絵画配列	1.016089	0.815411	1.252828	0.8816	
	記号探し	1.331914	1.003947	1.840595	0.06	
	組み合わせ	0.959778	0.716542	1.275186	0.7763	
						*p<.05

表 4 WAIS-Ⅲ群指数 重回帰結果

		オッズ比	下側信頼限界	上側信頼限界	P値
群指数	言語理解	0.984801	0.935604	1.033524	0.5396
	知覚統合	0.997788	0.952071	1.044712	0.9242
	作動記憶	1.0468	0.99696	1.107064	0.0818
	処理速度	1.015805	0.974713	1.060425	0.4581
					*p<.05

③ 早期就業に影響を与える因子の解析のために行ったCox回帰の結果を表5に示す。Cox回帰の結果、各検査ではTMT-Aで就業群において有意に良好な成績を認めた。WAIS-ⅢではFIQ・VIQで就業群において有意に良好な成績を認めた。群指数では作動記憶・処理速度で就業群において良好な成績を認めた。下位項目では、積木模様・数唱・理解・記号探し・語音整列で就業群において有意に良好な成績を認めた。Cox回帰の結果はロジスティック単回帰結果から三宅式記銘力検査無関係を除いた各項目で就業群において有意に良好な成績を認めた。

表5 各検査 Cox 回帰結果

		オッズ比	下側信頼限界	上側信頼限界	P値	
仮名ひろい	正答率	1.016209	0.982658	1.052454	0.3519	
	見落とし率	0.984831	0.951628	1.012023	0.293	
TMT	A	0.019725	0.001008	0.465531	0.0146	*
	B	0.372661	0.032622	2.568479	0.3494	
RBMT	標準プロフィール	1.027567	0.957386	1.114718	0.4687	
三宅式	有	1.042906	0.895877	1.277796	0.622	
	無	1.113006	0.98512	1.264425	0.0857	
WAIS-III	VIQ	1.024047	1.003171	1.045171	0.0242	*
	PIQ	1.018719	0.995929	1.042692	0.1083	
	FIQ	1.023255	1.002104	1.04482	0.0312	*
群指数	言語理解	1.017369	0.995049	1.040322	0.1274	
	知覚統合	1.0214	0.997958	1.046105	0.074	
	作動記憶	1.031008	1.00919	1.052372	0.0057	*
	処理速度	1.023537	1.001139	1.046634	0.0395	*
VIQ	単語	1.127674	0.998026	1.270758	0.0537	
	類似	1.042611	0.929836	1.171344	0.4748	
	算数	1.112073	0.993156	1.2331	0.0647	
	数唱	1.175309	1.030307	1.331357	0.017	*
	知識	1.088726	0.96573	1.223046	0.1614	
	理解	1.130829	1.033201	1.238383	0.008	*
	語音整列	1.233513	1.078228	1.413212	0.0022	*
PIQ	絵画完成	1.124564	0.989269	1.285838	0.073	
	符号	1.070557	0.946703	1.202926	0.2691	
	積木模様	1.159819	1.013884	1.331569	0.0306	*
	行列推理	1.044501	0.927286	1,176,576	0.4719	
	絵画配列	1.049443	0.951761	1.153934	0.3273	
	記号探し	1.137524	1.02136	1.262124	0.0197	*
	組み合わせ	1.091061	0.94913	1.242349	0.2138	

*p<・05

考察

本研究では本邦で広く使用されている神経心理学的検査の中で、TBI 患者の復職において早期復職に寄与する検査項目は TMT-A、WAIS-Ⅲの FIQ・VIQ、群指数の作動記憶・処理速度、下位項目の積木模様・数唱・理解・記号探し・語音整列であることが判明した。

また、重回帰分析より、TMT-A、WAIS-Ⅲの下位項目の語音整列と理解が特に重要であり、早期復職に寄与することが明らかとなった。

<WAIS 以外の神経心理学的検査について>

TBI 患者における就業・非就業群間での WAIS-Ⅲ以外の神経心理学的検査成績の比較を含む検討には以下の先行研究がある。

澤田らは TBI 患者を含む脳損傷患者 113 例(平均年齢 40.9 ± 14.3 、TBI 70 例/脳卒中 37 例/低酸素脳症 3 例/脳炎・髄膜炎 3 例、男性 91、女性 22)において神経心理学的検査成績で就労実態の判別が可能かを検討した研究で、RBMT および WAIS-R の下位検査である絵画配列、類似、TMT-B の順で標準化判別係数が高く、就労予測の一助となり得ると報告している。同報告の中で、RBMT/TMT-A/TMT-B はいずれも就業群で有意差を持って良好な成績を示しており、日常記憶障害の検出、注意障害・遂行能力障害の検出が就業予測に有効である事が示唆されている(澤田ら, 2010)。

一方で、Green らの脳外傷患者の受傷後 1 年の就業復予測には RBMT/TMT-A/TMT-B はいずれも有用ではないと報告している(Green et al., 2008)。

また、田中らは三宅式記銘力検査などの記憶検査は就労群において有意差を持って良好な成績が認められたと報告している(田中ら, 2001)。

本研究で、早期就業に寄与しやすい WAIS-Ⅲ以外の検査項目は TMT-A であった。TMT は机上の注意機能検査であり情報処理能力、注意の配分能力など主に視覚的な注意機能を評価するバッテリーであり、TMT 検査が就労状況を反映するという結果については澤田らの先行研究に矛盾しない結果であった。しかし、本研究では難易度の低い TMT-A 検査のみが早期就労を反映した。一般的に TMT-A は注意の選択性を示し、TMT-B は注意の配分や連続的な注意変換性を要求される(高岡ら, 2009)。本研究では TMT-B は課題難易度が本研究の全対象に対し高く、対象全体の成績が総じて低く(課題の遂行・完了に時間を要する)なることによ

り、就業・非就業群で有意差を示さなかった可能性が考えられた。これは、TBI患者の早期就労には一定の注意の選択能力が必要とされ、たとえ就労に至った患者においても注意能力の配分や連続的な注意の変換は困難である可能性があり、長期的な支援において環境の調整や工夫を考慮する必要があることが考えられた。

また、単回帰、検査間の重回帰では三宅式記銘力検査の無関係検査で有意差を認めたが、早期復職には寄与しなかった。

三宅式記銘力検査は、本邦では、保険適応になっている聴覚言語性記憶検査であり、近年発表された標準言語性対連合学習検査の元となった言語的な記銘力を評価する簡易バッテリーである。単語を一時的に記憶、想起する課題であることからワーキングメモリーが深く関与すると報告されている(杉谷ら, 2011)。本研究では、難易度の低い有関係検査は群間の有意差を示さず、より難易度の高い無関係検査は就業予測に有用であった。TMT-A 検査とは逆に、三宅式記銘力検査有関係の課題難易度が対象に対し、低かったため対象全体の成績が高くなることで、就業・非就業群で有意差を持たなかった可能性が考えられた。

三宅式記銘力検査無関係は最終就業を反映し、検査間の重回帰でも就業予測に、より有用な検査であるにも関わらず、早期復職には寄与しない結果であった。これは、聴覚性言語記憶能力は就業において重要な能力であり、聴覚性言語記憶能力が維持されている患者では、早期の復職が困難としても、時間をかけた就業支援を行うことで就業に至る可能性が高いことが示唆された。

<WAIS 検査について>

WAIS はもともと健常者向けに作成された知能検査であり、一定の年齢範囲の健常者に実施すると正規分布になるように作成されている。IQ は平均が 100、標準偏差が 15 の分布となるように調整されており、異常の判定は受傷前後の総合的な判断が必要となる(Wechsler, 1955)。

WAIS は WAIS(Wechsler, 1955)、WAIS-R(Wechsler, 1981)、WAIS-III(Wechsler, 1997)、WAIS-IV(Wechsler, 2008)が刊行されている。日本版は 3-9 年遅れて刊行されており、改訂版の発表までの期間にばらつきがある。WAIS-III は今日、頭部外傷患者の残存能力評価に広く使用されており、臨床的に重要な検査である。

脳外傷患者における WAIS の報告には以下のものがある。

渡辺らは15名の脳外傷患者 WAIS-R の結果分析ではPIQの低下が明らかであったと報告しており(渡辺ら, 1996)、佐藤らは脳外傷患者128名の WAIS-R の解析でVIQに対しPIQが低スコアであると報告している(佐藤ら, 2003)。また、Kunishioらは頭部外傷患者においてより重症の患者が低いIQを示したと報告している(Kunishio et al., 1993)。このようにWAISは脳外傷患者の知的能力の評価の一端を担っている。

一方で、脳外傷患者における就業・非就業群でのWAISの成績の比較検討については以下の先行研究がある。Cattelaniらは35名の重症脳外傷患者において就業群19名と非就業群16名の神経心理学的検査の比較では、就業群でWAIS-RのVIQ/PIQにおいて優良な成績を示したと報告している(Cattelani et al., 2002)。Ip RYらは45名のTBI患者においてPIQが最も復職・復学予測の指標に有効であると報告している(Ip et al., 1995)。Jobnstoneらは脳外傷患者における就業リハビリテーションの費用と結果の検討において就業成功群でFIQが有意に良好な成績を示したと報告する一方VIQ/PIQに有意差はなかったと報告している(Jobnstone et al., 1999)。

また、WAISの下位検査を検討した論文には以下のものがある。

富田らは60例の重症脳外傷患者(平均年齢 28.1 ± 10.7 , 男性56例・女性4例)における退院・退所・施設入所時の状況を最終帰結とした就業群と非就業群の比較における神経心理検査成績の解析をWAIS-Rで行っており、FIQ/VIQ/PIQそれぞれにおいて有意に就業群が良好な成績を示し、さらに、判別分析を用い特にPIQとその下位検査の絵画配列と符号が就業群と非就業群の判別に有用であると報告している。これらの社会的能力を反映しやすい検査項目は頭部外傷患者の知的側面から検討する際に有用な指標となり得ると報告している(富田ら, 1999)。同研究では、就業・非就業群の下位検査の単純比較も行っており、言語性検査で、知識、算数、類似、動作性検査項目で絵画配列、積木模様、符号で就業群で有意に良好な成績を認めたと報告している。

一方、GreenらはWAIS-IIIにおいて神経心理学的検査の中で時間制限のある検査とない検査で発症から1年後の社会生活復帰を予測可能か検討し、下位検査中でも類似が就業予測に有用であったと報告している(Green et al., 2008)。

<FIQ/PIQ/VIQについて>

本研究結果ではVIQ・FIQの改善が早期就業に寄与し、就業予測に有用であった。一方でPIQはそれらを反映しなかった。

先述のCattelaniら、Ip RYらの研究ではFIQとともにPIQが競争的な就業・学習活動を反映すると報告している(Cattelani et al., 2002)(Ip et al., 1995)。FIQは本研究結果に矛盾しなかった。しかし、PIQとVIQの結果で相違を認めた。

PIQは絵画完成、符号、積み木模様、行列推理、絵画配列、記号探し、組合せの7検査で構成されており、7検査中5検査に時間測定が設けられている。対し、VIQでは7検査中、時間制約を設けてあるのは1つに限られる。

下位検査の検討にあげたGreenらの脳外傷患者における就業予測において時間測定の有無で検査バッテリーの比較検討を行った報告では、時間測定の無い課題を主体とし検査を選択することが生産性への復帰予測に有効と結論づけ、多くの活動には時間制約はあるが活動達成のために時間を割り振ることで処理速度は代償し得ると論じている(Green et al., 2008)。

Cattelaniら、Ip RYらの研究では就業までの評価期間を明確にしておらず本研究の最終帰結期間よりも短い対象が混在している可能性が考えられる。

本研究では3年という長期の加療期間を持つことで、環境調整、代償訓練により就業の成否においてPIQ検査の反映する能力が代償されることで、就業状況が反映されにくくなった可能性が考えられた。

<群指数について>

WAIS-IIIでは群指数という新しい測定値が得られるようになり、認知機能をより詳しく調べるための指標となっている。1987年にKyllonenらは作動記憶と処理速度が学習のための重要な2因子であると報告し、WAIS-IIIでは作動記憶の下位検査として語音整列が、処理速度の下位検査として記号探しが追加された(Kyllonen et al., 1987)。近年の知能研究では新しい情報を獲得する際に作動記憶と処理速度が中心的要素とされており、日本版WAIS-IIIの解釈においてはVIQ・PIQよりも群指数が優先され重要な項目となっている。

「作動記憶」は短期記憶の概念の発展であり処理操作のための記憶能力の側面を想定した概念と考えられており、短時間の情報保持とその処理の能力を測定している(藤田ら, 2011)。

また、「処理速度」は作業や活動の処理の速度を示し、視覚情報を素早く処理できる能力を測定できる(Wechsler, 2006)。

本研究では作動記憶、処理速度ともに就業群で有意に良好な成績を認め、また、早期復職にも寄与する結果であった。以上より、学習能力は早期復職において重要であることが確認された。

<下位検査について>

TBI患者の就業復帰支援においてWAIS-IIIを使用し下位項目まで検討した報告では類似検査で就業群と非就業群の有意差が報告されている。軽度から重度のTBI患者63名における先述のGreenらの報告では、最適な神経心理学的検査と検査時期について論じられており、VIQの算出に関わる類似検査がもっとも就業予測に有用であったと報告している。本研究では重回帰結果より早期復職と関連した項目で理解と語音整列がより重要な下位検査であることが判明した。

理解は日常的な問題の解決や社会的なルールの理解に関する一連の質問を行い、口頭で回答を得る検査である。理解は実践的知識の言語化、過去の経験の想起と利用、慣習的な行動の基準についての知識の固有の能力を測定しており、結晶化知識、社会的判断、言語理解、言語概念化、一般常識などに貢献し、結晶化知能を反映している(Kaufman et al., 1999)。

結晶化知能は流動性知能の基盤に成り立つもので、過去の学習経験（特に学校教育などによる意図的な学習）により獲得した知識やスキルなどであり、その能力低下は加齢の影響を受けにくいとされている。

理解の得点は年齢を重ねる事で向上が得られる能力が含まれている。対象の平均年齢が高い本研究では、過去の経験の集積からの推論、応用能力自体が向上し、得点の落差が大きくなり、有意差を生じた可能性が考えられた。

理解は知識、単語検査とともに優れた固定検査であり、表出性言語障害を持たない頭部外傷のような病因には比較的感度が低いとされている(Golden et al., 2000)。本研究結果では理解検査は特異度が高く非就業を検出しやすい検査であった。

一般的に、理解検査はVIQと高い相関性があり、患者の教育と人生経験に影響される。Walkerらは、1341名のTBI患者における受傷1年後の各職種カテゴリーの復職率の検討で、教育レベルが復職に影響を与え、圧倒的に専門職とマネ

一ジャー業への復職率が高かったと報告している。TBI患者の早期就業復帰では人生経験からの常識的・社会的な判断を行う能力がより必要とされ、その残存能力の測定に理解検査は有用と考えられた(Walker et al., 2006)。

語音整列検査は、口頭で指示された「数字」と「かな」をそれぞれ昇順、五十音順に並べ替えることが要求される検査である。WAISやWAIS-Rでは比較的重要視されていなかった「作動記憶」や「注意」の能力を測定する為、WAIS-IIIで新規に追加された項目である。語音整列は、作動記憶、流動的知性、短期間の習得や探索、五十音や数字の順序の熟達(Kaufman et al., 1999 ; Horn et al., 1989) の能力を反映しているとされている。作動記憶は論理的思考、理解、学習などの複雑な課題を行なう際に物事を心的過程に留めるシステムであり、2000年にBaddeleyらにより最初のモデルが報告されている(Baddeley et al., 2000)。具体的には作業を行う、または考える時に、必要な事柄を記憶し活用する能力を指している。その為、作動記憶が低下している際には例えばメモを取る、書いて考えることの習慣化、携帯電話のアラーム、録音機能などの記憶手段の活用、作業中には新規の情報を与えないなどの工夫が必要となる。

また、反映される流動的知性は、新規の課題を解決する際に発揮される能力であり、就業環境の適応にも重要と考えられた。

本研究では、PIQの下位検査の積木模様と記号探しでロジスティック回帰分析では有意差を持って就業群で良好な成績を認めた。しかし、重回帰分析では有意差を示さなかった。積木模様は立方体の積み木を使って、モデルとなる模様と同じ模様を作る検査であり、全体を部分部分に分解することにより図案を認知し分析する能力を評価しており、知覚統合の項目の一つである。本研究結果では、特徴的に非就業・就業ともに低得点群と高得点群の2群に成績が分かれており、検査の性質上、成績に偏りが出易い検査であることが判明した。

本邦の報告で、渡辺らは15名のTBI患者におけるFIM認知項目とWAIS-R下位検査の関係の検討において、積み木模様がFIM認知項目良好群で有意に成績良好であったと報告し、知覚統合に含まれる課題が社会活動での認知にも重要であると報告していた(渡辺ら, 1998)。しかし、続報の重症TBI患者60名における社会復帰状況とWAIS-Rとの関係についての富田らの報告では、就業群・非就業群のt検定での単純比較では有意差を持って就業群で良好な成績であったものの、検査間での優位性を検討した判別分析では有意差を認めなかった。解析の違いはあるものの本研究結果は渡辺ら、富田らの研究結果に矛盾しなかった。

以上より、積木模様検査は早期就業に寄与する可能性のある非言語性知能検査であるものの、その有用性は他の下位検査と比較した際に限定的と考えられた。

記号探しは見本刺激(2つの記号)と記号グループ(5つの記号)を見比べ記号グループの中に見本刺激と同じ記号があるかどうかを判断し、制限時間内に出来るだけ多くの問題に解答する検査である。記号探しは行列推理、語音整列とともにWAIS-IIIより追加されており、視覚的探索の速さの能力を示し、処理速度の算出に関わっている。積木模様の結果と同様に、その有用性は限定的であるもののTBIによる視覚情報処理能力の障害は患者の就業に影響を与えると考えられた。

先述のGreenらは下位項目検査の類似がTBI患者の復職と関連していると報告している。しかし、本研究では就業群と非就業群で類似は有意差を認めなかった。類似は論理的で抽象的な思考能力の指標と報告されている。類似検査は、TBIの患者では成績にかなりばらつきがあると報告されており、様々な損傷に対して部分的な鋭敏性しか持たず、全般的知能との相関性は低いとされている。本研究では、対象の脳損傷部位を限定しておらず、そのためこの部分的な鋭敏性の影響を受けた可能性が考えられた。

今回のWAIS-III下位項目の検討により脳外傷患者の早期復職において語音整列検査の反映する新規課題解決、短期の情報保持・処理能力と、理解検査の反映する人生経験に基づいた常識的社会的な判断能力の向上が特に重要となる事が判明した。

<早期復職について>

Tessa Hartらは中等度から重症のTBI患者における障害の残存について3年間の追跡研究を行い、受傷より3ヶ月から1年の期間の就業率の向上は著しく、1年から3年の就業率変化には有意差は認められなかったと報告し、就業支援において急性期を除き、受傷から早期の就業率は高く、時間の経過とともに就業復帰が困難となる可能性を示唆している。また、WhitnallらによるTBI患者の受傷後5-7年間の長期間の加療報告では、就業障害因子の経年的な変化を報告し、受傷後1年目は受傷前の生産性・年齢・教育・リハビリテーション期間が影響しているが、2年目では受傷前の生産性と年齢、3年目では年齢とFIM、4年目になると年齢のみが障害因子となり、特に年齢が40歳以上

である事が就業に不利となり得る可能性を報告している(Whitnall et al., 2006)。このような経年的な就業の阻害因子の変化が、最終的に年齢につながることも早期復職を目標とする大きな動機となる。

一方、本研究の対象患者の年齢平均は41.7±11.0歳であった。それに対し、本研究と同様の先行研究の対象の平均年齢は、Cattelaniらは就業群で24.5歳、非就業群で22.8歳であり、Greenらは39.98±14.91歳、渡辺らは28.1±10.7歳、富田らは28.1±10.7歳と、どの研究も対象の平均年齢は本研究よりも低い対象群であった。背景に本邦は2007年に人口の25%以上が65歳以上の超高齢社会となり、今後もこの傾向は進行すると予測される現状(Arai et al., 2015)がある。今後、就労年齢の引き上げなど社会構造の変化により支援を必要とする患者の年齢構成も変化する可能性がある。Brownらが重要と報告する生涯にわたる医学的リハビリテーションと地域支援サービス支援をTBI患者に継続的に行うためには、今後、高齢患者も含んだより広い年齢層に対する就労支援の研究の必要性も考慮しなければならない。

<研究の限界と将来的な研究>

本研究によりTBI患者の就労支援における早期就業に寄与する神経心理学的検査項目が判明し、早期就労に必要な能力が示唆された。この結果は就業を目標とするTBI患者の就業支援リハビリテーションの計画の一助となり得ると考えられる。しかし、この研究のように神経心理学的検査の成績のみに基づいて就業能力を判定することには限界がある。現在の患者の残存能力と弱点を評価し、それを元に個々に最適なりハビリテーション計画を作成し、目標を設定していくことを目的に、神経心理学的検査は行われ、その成績は患者を構成する一要素に過ぎないためである。本研究は後方視的研究であり、急性期からの細かな神経心理学的検査の経過は追っていない。そのため、回復段階の各段階でのリハアプローチの違いや、個人の能力の改善状況の詳細の検討には至らず、就業予測、早期就業へ寄与する能力の検出結果は大きく患者を就業群・非就業群に分けた群の中での傾向に留まる。個別のアセスメントが重要とされるTBI患者の就業支援において今後の研究では、より詳細に就業予測を行うために、脳の損傷部位、急性期症状、リハビリテーション期間と内容、家族の経済状況、心理状況、就業を受け入れる社会状況などの詳細を含めた解析と、能力の改善と低下を追うための定期的な神経心理学的検査評価が必要と考えられる。

結論

1. TBI患者の就業支援において現在本邦で広く行われている神経心理学的検査の中で、早期就業に寄与する検査項目は、TMT-A、WAIS-ⅢのFIQ・VIQ、群指数の作動記憶・処理速度、下位項目の積木模様・数唱・理解・記号探し・語音整列であることが判明した。就業予測に関する神経心理学的検査成績結果と就業状況の先行研究は散見されるが、時間的な要素を含んだ早期復職に寄与する検査項目の検討はなく、本研究で明らかとなった。TBI患者の就業復帰では急性期を除き受傷からの時間経過に伴って就業困難となる現状があり、経時的な就業阻害因子に年齢が含まれることもあり、早期復職に寄与する検査項目の検出は有用と考えられた。

2. TBI患者の就業支援において、就業復帰に関し早期就業も含め特に重要性の高い検査項目は、TMT-A、WAIS-Ⅲの理解・語音整列の下位検査である事が判明した。神経疲労のあるTBI患者では、臨床場面で疲労を考慮し最適な神経心理学的検査を検査者が選択しており、本研究結果より就業を目標とする患者のアセスメントにおいてこれらの神経心理検査を優先的に行うことで疲労のある患者においても効率的に復職に向けての残存能力評価が行えることが示唆された。

3. 早期復職に寄与しなかつ検査間での重要性が高い検査項目であった各検査を明らかにすることで、早期就業に必要とされる能力が、TMT-A検査の反映する注意の選択能力、理解検査の反映する人生経験に基づいた常識的社会的な判断能力、語音整列が反映する新規課題解決、短期の情報保持・処理能力がTBI患者の早期復職に必要な能力であることが示唆された。今後、これらの能力への積極的なリハビリテーションアプローチを行うことで、就業成績が向上する研究結果が得られれば、効率的なリハビリ資源の提供につながる可能性も考えられた。

4. 本研究結果では対象の年齢が先行研究と比較し高く、社会的な背景として高齢社会が影響している可能性が考えられた。今後の研究では就業支援を必要とする患者の年齢層を広く、高齢者も含め対象を設定し研究を進める必要があると考えられた。

5. 本研究ではTBI患者における早期復職のために有用な神経心理学的検査項目を確認し、各検査項目の重要性を確認することで、早期復職に必要とされる能力が示唆された。TBI患者の就業支援は多くの問題を抱えており、患者の一構成要因である神経心理学的検査による残存能力評価のみで、個々の患者の就業可否の判断を行うことは困難である。しかし、早期就業への手がかりとして、関連性を持つ有用な神経心理学的検査が判明したことは、就業を目標とするTBI患者の就業支援リハビリテーション計画の作成の一助となり得ると考えられる。

謝辞

稿を終えるにあたり、研究のご指導をいただきました北海道大学病院リハビリテーション科生駒一憲教授に謝意を表します。また、共同研究者の私に常にご指導および貴重な御助言、ご協力を賜りました北海道大学大学院保健科学研究院遠山晴一教授、北海道大学病院リハビリテーション部池田聡准教授、北海道大学病院リハビリテーション部助教千葉春子先生、統計指導をいただきました北海道大学病院臨床研究開発センター生物統計部門伊藤陽一教授、また高次脳機能障害のある患者様の診療を支え続け、研究協力いただきました北海道大学病院リハビリテーション部の皆様に心より感謝いたします。

利益相反

開示すべき利益相反状態はない

引用文献

Andelic, N., Sigurdardottir, S., Schanke, AK., Sandvik, L., Sveen, U., and Roe, C. (2010). Disability, physical health and mental health 1 year after traumatic brain injury. *Disabil. Rehabil.* 32, 1122-1131.

Arai, H., Ouchi, Y., Toda, K., Endo, T., Shimokado, K., Tsubota, K., Matsuo, S., Mori, H., Yumura, W., Yokode, M., Rakugi, H., Oshima, S. et al. (2015). Japan as the front runner of super aged societies: Perspective from medication and medical care in Japan. *Geriatr. Gerontol. Int.* 15, 673-687.

Baddeley A. (2003). Working memory and language: an overview. *J Commun. Disord.* 36, 189-208.

Bell, C., Hackett, J., Hall, B., Pulhorn, H., McMahon, C., and Bavikatte, G. (2018). Symptomatology following traumatic brain in a multidisciplinary clinic: experiences from a tertiary center. *Br. J. Neurosurg.* 32, 495-500.

Brown, A.W., Moessner, A.M., Mandrekar, J., Diehl, N.N., Leibson, C.L., and Malec, J.F. (2011). A survey of very long term outcomes after traumatic brain injury among members of a population-based incident cohort. *J. Neurotrauma.* 28, 167-176.

Cattelani, R., Tanzi, F., Lombardi, F., and Mazzucchi, A. (2002). Competitive re-employment after severe traumatic brain injury: clinical, cognitive and behavioural predictive variables. *Brain Inj.* 16, 51-64.

Felmingham, K.L., Baguley, I.J., and Crooks, J. (2001). A comparison of acute and postdischarge predictors of employment 2 years after traumatic brain injury. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 82, 435-439.

- Golden, C.J., Espe-Pfeifer, P., and Wachsler-Felder, J. (2000). Neuropsychological interpretations of objective psychological tests. (New York :Kluwer Academic/Plenum Publishers).
- Grauwmeijer, E., Heijenbrok Kal, M.H., Haitsma, I.K., and Ribbers, G.M. (2012). A prospective study on employment outcome 3 years after moderate to severe traumatic brain injury. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 93, 993-999.
- Green, R.E., Colella, B., Hebert, D.A., Bayley, M., Kang, H.S., Till, C., and Monette, G. (2008). Prediction return to productivity after severe traumatic brain injury: Investigations of optimal neuropsychological tests and timing of assessment. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 89, S51-60.
- Greenspan, A.I., Wrigley, J.M., Kresnow, M., Branche-Dorsey, C.M., and Fine, P.R. (1996). Factors influencing failure to return to work due to traumatic brain injury. *Brain Inj.* 10, 207-218.
- Hart, T., Whyte, J., Polansky, M., Millis, S., Hammond, F.M., Sherer, M., Bushnik, T., Hanks, R., and Kreutzer, J. (2003). Concordance of patient and family report of neurobehavioral symptoms at 1 year after traumatic brain injury. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 84, 204-213.
- Horn, J.L. (1989). Cognitive diversity: A framework of learning. In *Learning and individual differences*. Ackerman, P.L., Sternberg, R.J., and Glaser, R., ed. (New York: Freeman), 61-116.
- Ip, R.Y., Dornan, J., and Schentag, C. (1995). Traumatic Brain injury: factors predicting return to work or school. *Brain Inj.* 9, 517-532.
- Johnstone, B., Schoop, L.H., Harper, J., and Koscuilek, J. (1999). Neuropsychological impairments, vocational outcomes, and financial costs for individuals with traumatic brain injury receiving state

vocational rehabilitation services. *J. Head Trauma Rehabil.* 14, 220-232.

Kaufman, A.S., and Lichtenberger, E.O. (1999). *Essentials of WAIS-III Assessment*. Kaufman A.S., and Kaufman N.L., ed. (New Jersey: Wiley).

Keyser-Marcus, L.A., Bricout, J.C., Wehman, P., Campbell, L.R., Cifu, D.X., Englander, J., High, W., and Zafonte, R.D. (2002). Acute predictors of return to employment after traumatic brain injury: A longitudinal follow-up. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 83, 635-641.

Kunishio, K., Matsumoto, Y., Kawada, S., Miyoshi, Y., Matsuhisa, T., Moriyama, E., Norikane, H., and Tanaka, R. (1993). Neuropsychological outcome and social recovery of head-injured patients. *Neurol. Med. Chir. (Tokyo)*. 33, 824-829.

Kyllonen, P.C. (1987). Theory-based cognitive assessment. In *Human productivity enhancement: Organizations, personnel and decision making*. Zeidner, J., ed. (New York: Praeger), 338-381.

Leung, K.L., and Man, D.W.K. (2005). Prediction of vocational outcome of people with brain injury after rehabilitation: A discrimination analysis. *Work*. 25, 333-340.

Memordie, W.R., Barker, S.L., and Paolo, T.M. (1990). Return to work (RTW) after head injury. *Brain Inj.* 4, 57-69.

Morrison, C.A., Gross, B.W., Cook, A.D., Estrella, L., Gillio, M., Alzate, J., Vogel, A., Dally, J., Wu, D., and Rogers, F.B. (2016). An analysis of neurosurgical practice patterns and outcomes for serious to critical traumatic brain injuries in a mature trauma state. *J. Trauma Acute Care Surg.* 80, 755-763.

Prigatano, G.P., and Altman, I.M. (1990). Impaired awareness of behavioral limitations after traumatic brain injury. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 71, 1058–1064.

Radford, K., Phillips, J., Drummond, A., Sach, T., Walker, M., Tyerman, A., Haboubi, N., and Jones, T. (2013). Return to work after traumatic brain injury: cohort comparison and economic evaluation. *Brain Inj.* 27, 507–520.

Shames, J., Treger, I., Ring, H., and Giaquinto, S. (2007). Return to work following traumatic brain injury: trends and challenges. *Disabil. Rehabil.* 29, 1387–1395.

Tombaugh T.N. (2004). Trail making Test A and B : Normative data stratified by age and education. *Arch. Clin. Neuropsychol.* 19, 203–214.

van Velzen, J.M., van Bennekom, C.A., Edelaar, M.L., Sluiter, J.K., and Frings-Dresen, M.H. (2009). How many people return to work after acquired brain injury? : A systematic review. *Brain Inj.* 23, 473–488.

Walker, W.C., Marwitz, J.H., Kreutzer, J.S., Hart, T., and Novack, T.A. (2006). Occupational categories and return to work after traumatic brain injury: A multicenter study. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 87, 1576–1582.

Wechsler D. (1955). *Manual for the Wechsler adult intelligence scale (WAIS)*. (San Antonio: The Psychological Corporation).

Wechsler D. (1981). *Manual for the Wechsler adult intelligence scale-Revised (WAIS-R)*. (San Antonio: The Psychological Corporation).

Wechsler D. (1997). WAIS-III administration and scoring manual. (San Antonio: The Psychological Corporation).

Wechsler D. (2006). WAIS-III administration and scoring manual Japanese edition. (San Antonio: The Psychological Corporation).

Wechsler D. (2008). Wechsler Adult Intelligence Scale-Fourth Edition: Administration and scoring manual. (San Antonio: The Psychological Corporation).

Wehman, P., Kregel, J., Sherron, P., Nguyen, S., Kreutzer, J., Fry, R., and Zasler, N. (1993). Critical factors associated with the successful supported employment placement of patients with severe traumatic brain injury. *Brain Inj.* 7, 31-44.

Whitnall, L., Mcmillan, T.M., Murray, G.D., and Teasdale, G.M. (2006). Disability in young people and adults after head injury: 5-7 year follow up of a prospective cohort study. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 77, 640-645.

石合純夫. (1997). 全般的障害. In 高次脳機能障害. (東京, 新興医学社出版), 201-220.

大東祥孝. (2009). 頭部外傷と高次脳機能障害. *脳外誌* 23, 271-276.

岡崎哲也. (2013). 高次脳機能障害のリハビリテーションと職場復帰. *脳卒中* 3, 139-142.

佐藤徳太郎, 小熊 順子, 小松原正道. (2003). 外傷性脳損傷患者の職業リハビリテーションの現状や職業復帰状況. *日職災医誌* 51, 182-187.

澤田梢, 橋本優花里, 近藤啓太, 丸石正治. (2010). 高次脳機能障害者の就労と神経心理学的検査との関係 判別分析を用いた検討. 高次脳機能研究 30, 73-81.

新開由香理. (2017). 脳損傷後の高次脳機能障害の評価における神経心理学的検査の現状. 損害保険研究 79, 171-193.

杉谷竜司, 本田憲胤, 東本有司, 前田和成, 岡島聡, 白石匡, 福田寛二. (2011). 三宅式記銘力検査における特典と脳血流の変化. 理学療法科学 26, 537-540.

先崎章. (2007). 脳外傷の高次脳機能障害 (神経心理学的障害) -精神科的問題が見られた症例をもとに-. 精神神経学雑誌 109, 199-214.

高岡徹, 尾崎浩子. (2009). Trail Making Test. 臨床リハ 18, 246-250.

高里良男. (2014). 頭部外傷患者に対する治療戦略の現状と展望. 脳外誌 23, 951-956.

田中宏太佳, 蜂須賀研二, 田谷勝夫. (2001). 外傷性脳損傷の評価;職業復帰の観点から. 臨床リハ 10, 995-999.

田谷勝夫. (2005). 高次脳機能障害者の職業リハビリテーション. リハビリテーション医学 42, 34-40.

富田祐司, 宮野佐年, 渡辺修, 大橋正洋, 片桐伯真, 久保義郎. (1999). 重症脳外傷患者の社会復帰状況と WAIS-R との関係. リハビリテーション医学 36, 593-598.

中島八十一. (2006). 高次脳機能障害支援モデル事業について. 高次脳機能研究 26, 263-273.

原寛美, 綿森淑子. (2001). 記憶障害のリハビリテーション. In リハビリテーション MOOK No4. 高次脳機能障害とリハビリテーション. (東京, 金原出版)

藤田和弘, 山中克夫. (2011). WAIS-IIIの倫理的背景とアセスメントの進め方. In 日本版 WAIS-IIIの解釈事例と臨床研究, 藤田和弘, 前川久男, 大六一志, 山中克夫, ed. (東京, 日本文化科学社), 1-44.

北海道警察. (2020). 人身事故発生状況

(<https://www.police.pref.hokkaido.lg.jp/statis/jiko/jiko.html>)

2020年12月14日閲覧

丸石正治, 近藤啓太, 上野弘貴. (2008). 高次脳機能障害者の重症度と就労率. リハビリテーション医学 45, 113-119.

横掘將司, 横田裕行. (2019). 頭部外傷の病態と治療. 日医大医会誌 15, 71-79.

渡辺修, 大橋正洋, 米本恭三, 宮野佐年, 杉下守弘. (1996). 重症脳外傷患者の知的能力に関する問題点. リハビリテーション医学 33, 316-321.

渡辺修, 米本恭三, 宮野佐年, 富田祐司, 大橋正洋, 久保義郎. (1998). 重症脳外傷患者の知的能力に関する問題点 WAIS-R 下位項目の検討. リハビリテーション医学 35, 39-43.

綿森淑子, 原寛美, 宮森孝史. (2002). 日本版リバーミード行動記憶検査. (東京: 千葉テストセンター)