

右前頭葉背外側損傷に対する遂行機能リハビリテーション

Cognitive rehabilitation of the dysexecutive syndrome –treatment intervention to the patient with right dorso-lateral frontal lesion

穴水 幸子*, 加藤元一郎*, 斎藤 文恵*, 鹿島 晴雄*

要旨：右前頭葉背外側損傷1例に遂行機能訓練を行った。本症例は訓練前の神経心理検査で、行為・視覚性課題（PIQ・視覚性記憶・視覚性注意）の低下を認めた。また左半側空間無視は明らかでないものの、課題負荷により右に注意が偏る傾向を認め、遂行機能・ワーキングメモリーの障害自体も顕著だった。訓練課題はTinker toy とハノイの塔（修正版）を用いた。Tinker toy 訓練は発散的ゴールをもつ自由度の高い訓練であり、遂行機能にとって重要な目標設定・計画の効率的実行をめざすことができた。一方ハノイの塔（変法）は、方向性変換要素をとり入れることで本症例における左右空間処理の問題や柔軟性の低下に刺激を与えた。訓練後、課題自体の評価、BADs およびWAIS-RのPIQによる評価ともに改善を認め、遂行機能訓練は本症例にとって有効であることが示唆された。

Key Words：遂行機能障害訓練，右前頭葉背外側損傷，ワーキングメモリー，左半側空間無視，注意障害

はじめに

遂行機能とは、目的をもった一連の活動を有効に成し遂げるために必要な機能である（Lezak, 1995）。遂行機能には主要な4つの要素（1. 目標の設定，2. 計画の立案，3. 目標にむかって計画を実際に行うこと，4. 効果的に行動を行うこと）が含まれている。近年はDSM-IVなどでアルツハイマー型老年痴呆の診断基準のひとつにもなっており、遂行機能障害は認知障害・精神症状・ADLの予測因子としても注目されているが（Swanberg, 2004）、その一方で症状のみえにくさのために、病院や訓練室よりも日常生活で露見されることが少なくない。また、この機能障害は、身体機能の障害や他の認知障害よりも、長期間において様々な問題を引き起こす原因として重要であるともいわれている。従って、検査場面・日常行動場面において、遂行機能障害の評価を早期かつ的確に行うことが大切である。

遂行機能障害に対する訓練としては自己指示法を用いたもの（Cicerone, 1987）、問題行動の減少

を目的にSelf-monitoring Training（SMT）自己監視訓練プログラムを用いたもの（Alderman, 1995）、自己指示法・問題解決法・身体セット変換法などを組み合わせた訓練（坂爪ら, 2001, 2002）などが散見されるがその数は少ない。今回われわれは遂行機能障害を呈した症例を経験したためその症状を評価し、訓練について検討した。

右前頭葉背外側部（DLFC, Dorso-lateral frontal cortex）に損傷が生じた場合、遂行機能障害の発生と同時に、構成障害・左半側空間の注意障害・注意維持の困難・ワーキングメモリーの問題（Baddeley, 1992）などが生じる。前頭葉背外側部は、認知活動にとって重要なオンライン情報を保持および操作するのに重要な部位である。今回は、上記の障害への神経心理評価を的確に行い、遂行機能障害をターゲットにしなが、空間性注意やワーキングメモリーの障害にも有効とされる要素をとり入れた訓練を施行した。

*慶應義塾大学医学部精神神経科 Sachiko Anamizu, Motoichiro Kato, Fumie Saito, Haruo Kashima : Department of Neuropsychiatry, Keio University School of Medicine

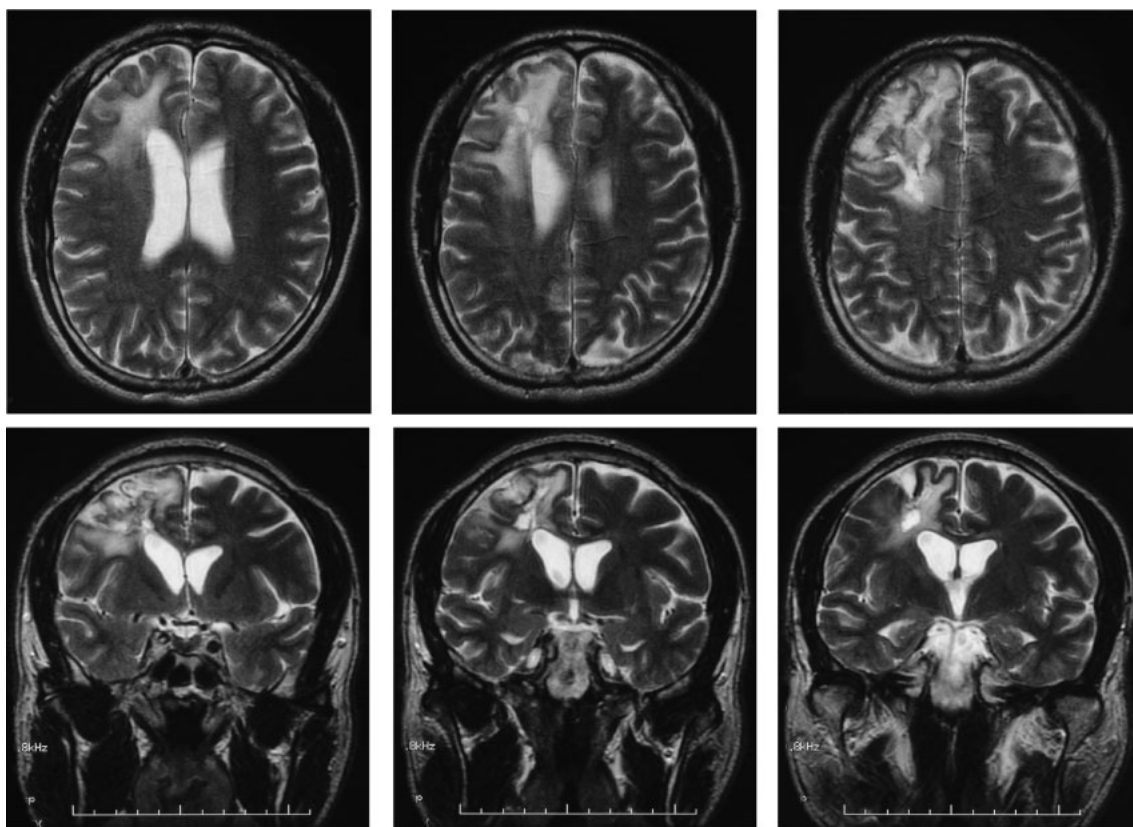


図1 MRI T2強調画像

1. 症 例

症例：39歳，男性，右利き。2003年1月意識消失・頭痛・けいれん発作にて発症。某大学病院神経内科入院後，諸検査の結果，脳静脈洞血栓症と診断された。保存療法（ワーファリン投与）にて加療し，同年3月退院したが，その後物忘れと日常生活上判断力低下を自覚した。高次脳機能障害精査のため同年12月当科初診。同月Jackson発作を起し，抗けいれん剤開始。以後はけいれん発作なし。2004年2月に会社で仕事に混乱し過呼吸・しびれを伴うパニック発作を起し，以後休職する。同年4月より遂行機能リハビリテーションを開始した。

画像所見：MRI T2画像所見を示す（図1）。右前頭葉背外側部に high intensity を認める。腹内

側部・眼窩面・前脳基底部に損傷は認めない。

神経心理評価：神経心理検査を示す（表1）。成績の低かった結果は太字で示す。

WAIS-Rの動作性IQ（PIQ58）が言語性IQ（VIQ93）にくらべ低下，WMS-Rで視覚性記憶（67）が言語性記憶（98）にくらべ低下傾向を認めた。前頭葉検査WCST, Stroop test, word fluencyは正常範囲。遂行機能検査ハノイの塔で正答3/9，BADsで年齢補正標準化得点49といずれも著明な成績の低下を認めた。

視覚性注意の課題（Visual cancellation）においてひらがな「か」の成績低下，さらに false negativeが17/30と若干左側に多い（左半側空間無視）傾向を認めた。BIT検査行動性無視検査では，明らかな左半側空間無視は認めないものの描画所見（蝶）は左右非対称であった。この理由について

表1 神経心理検査結果：訓練前 2004年2月施行

知能	WAIS-R	VIQ93PIQ85TIQ75
記憶	WMS-R	言語性記憶98 視覚性記憶67 一般性記憶88 遅延再生88 注意・集中力97
前頭葉機能	WCST	I：カテゴリー達成数5 保持数5
	stroop test	time 15, 16, 15 sec. error 0, 0, 1
	word fluency	initial letter：22 (し9, い7, れ6) category：33 (動物14, 乗り物10, 果物9)
遂行機能検査	ハノイの塔	正答 3/9 (レベルCのみ可) error 0, undo 2
	BADS	規則変換カード 3 行為計画 1 鍵さがし 1 時間判断 3 動物園地図 0 修正 6 要素 1 総プロフィール得点 9 (max24) 年齢補正標準化得点49 DEX質問表 本人5点 母親6点
視覚性注意	visual cancellation	3：正答率91% false negative 10 (右4：左6) か：正解率74% false negative 30 (右13：左17)
無視検査	BIT	合計得点 140/146 (描画検査にて左右差あり)
聴覚性注意	auditory	正答率98%
	detection	false negative 1
ワーキングメモリー課題	PASAT	2秒条件：10% 1秒条件：実施不可
	Dual Task	single 55% (右選択数/総反応数=95%) dual 45% (右選択数/総反応数=75%)

症例は「集中しすぎて気がつかなかった」と述べている。ワーキングメモリーの負荷の高い聴覚性注意課題 PASAT では 2 秒条件で 10%・1 秒条件で実施不可と著しい成績低下を認めた。

同じくワーキングメモリー課題として施行した Dual task について説明を加える。Dual task とは、1) 空間回転課題：パソコン上で示す 2 つの反応図形の中から標的図形を回転したものを選ぶ、2) 意味判断課題 (干渉課題)：6 つのカテゴリーに属する単語を連続して聴覚呈示して動物のカテゴ

リーの単語に対して口答で合図してもらう課題である。1) のみ施行する single 条件と 1)・2) 同時施行の dual 条件があり、ワーキングメモリーは後者施行時に負荷がかかる。坂村らは前頭葉損傷の局在差異を検討した結果、Dual 条件で DLFC 群は前頭葉眼窩部損傷 (OFC) 群よりも低い成績 (73%) を示した (坂村, 2000)。本症例はこれよりもさらに低い成績 (45%) であり (表 1)、single・dual 両条件ともに「右反応数/総反応数が高い」所見を認めた。すなわち「mental rota-

tion 標的図形回転時に注意が右側に偏る」(左半側空間無視)ことが注目される。本症例の神経心理検査結果をまとめる。

- ① 知能・記憶においては言語性課題に比べ行為・視覚性課題の低下を認めた。
- ② 課題負荷がかかったときに左右空間の認知処理に差を認めた(左半側空間無視)。またワーキングメモリー課題で成績の低下を認めた。注意検査(BIT検査)において無視は顕在化しなかった。
- ③ 遂行機能検査(ハノイの塔・BADS)の成績低下を認めた。

2. 訓練と評価

上記神経心理評価実施後に訓練を開始。訓練期間は、2004年5月～7月。遂行機能訓練を2つ組み合わせ合わせた。(1) Tinker Toyによる訓練を4回行い、(2) その後ハノイの塔(変法)による訓練を5回行った。

1ヶ月間休止期間をおいた後、訓練課題自体の評価(Tinker toy とハノイの塔)と訓練後認知機能評価(WAIS-RのPIQとBADS)を施行した。

(1) Tinker Toyによる訓練

Tinker toyは、「Tinker toy test」としてLezakら(1995)によって考案された。形状の異なる部品(50ピース)を組み合わせて自由に創作を行う課題である。リハビリテーションにも応用されており、三村(2004)は前交通動脈瘤破裂後の症例に、三段階の構成によるTinker Toy訓練を施行している(1見本模倣段階→2単純構成段階→3複雑構成段階)。表2のように完成した作品は8項目で採点するため、行動の質的側面を定量化できる利点がある。本症例には上記の2.(単純構成段階)を繰り返し施行した。教示は「はじめに何をやるかを意識し、作品に名前をつけてください」として、終了後は「作品を説明」し言語化を促した。

(2) ハノイの塔(変法)による訓練

ハノイの塔課題は、円盤を「一度に1枚ずつ」動かす、ゴールの位置に持って行く課題である

表2 TTT (tinker toy test) の採点表 (Lezak, 1995)

変数	採点基準	最大得点
使用物品数	$n \geq 20 = 1, n \geq 30 = 2, n \geq 40 = 3, n = 50 = 4$	4
名称	あり=1, なし=0	1
可動性	全体=1, 部分=1	2
対称性	2方向=1, 4方向=2	2
立体性	3次元=1	1
安定性	支えずにたっている=1	1
構成	なんらかの組合せをした=1	1
誤り	1つ以上の接続の誤り	-1

最高(可能)得点 12, 最低(可能)得点 -1

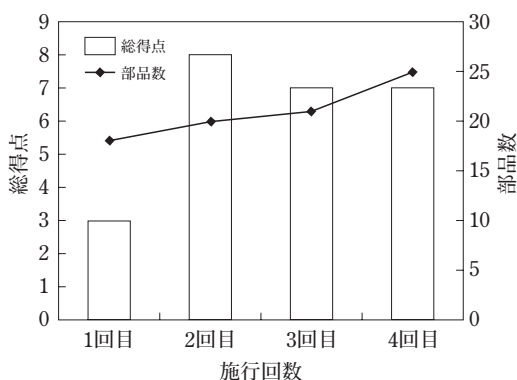
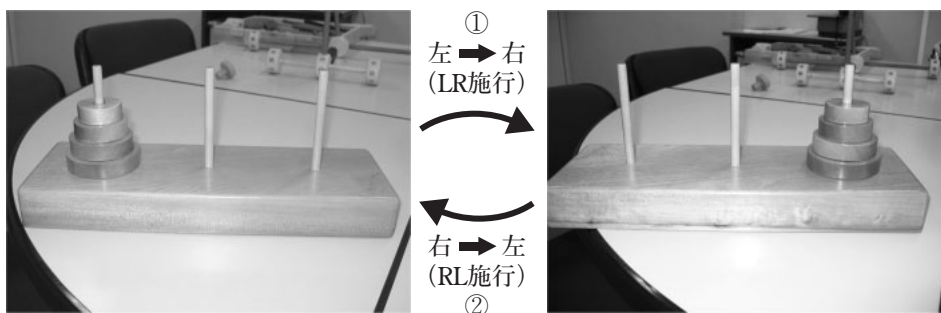


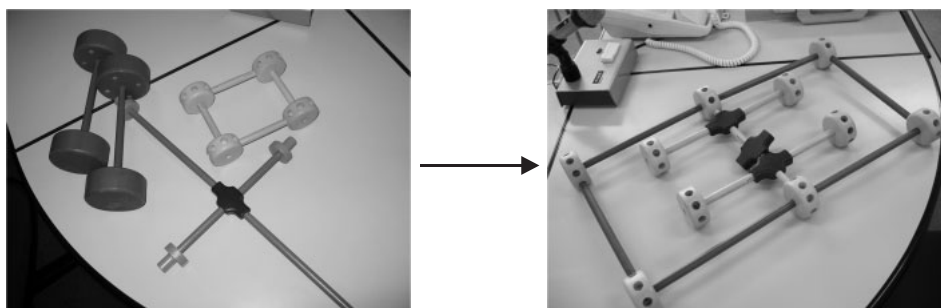
図2 TTTによる訓練結果

(三村ら1999)。「大きな円盤の上に必ず小さな円盤をのせる」というルールがあり通常はGoelとGrafmanの変法(1995)を用いることが多い。(移動回数が7～15回・9問題で構成)本訓練では、4つの円盤の端から端への移動とした。①左→右(LR施行)と②右→左(RL施行)(図3)の両方向性の2施行を1トライアルとした。時間は1施行ごとに計測した。本症例には「課題負荷がかかったときに左右空間の認知処理に差がある」という注意に関する障害と、「思考・行動の柔軟性(転換)の障害」という遂行機能障害が注目されたため、上記のような方向変換課題訓練の刺激が有用と考えた。



①と②をあわせて1トライアルとする

図3 ハノイの塔(変法)による訓練



訓練1回目 戦車 総得点3点

訓練4回目 車体 総得点7点

図4 Tinker Toy訓練の推移

3. 結 果

(1) Tinker Toyによる訓練結果

Tinker toy訓練の推移のグラフを(図2)に示す。4回の訓練経過では得点(棒線)は初期に大きく上昇(1回目→2回目)したがその後の変化は乏しかった。一方、使用部品数(折れ線)は段階的に増えていった。訓練1回目と4回目の作品の変化を(図4)に示す。

訓練1回目作品名は戦車、製作後の説明は、「丸いものと直線をつなぐプラグを繋いだ、これが車のようなものになるのではないかと思ったが完成しなかった。」というものであった。「構成につながりがない点、パーツ使用が少ない点」などを指摘し、「どのような作品を作りたいかイメージしてからとりかかる」ことの必要性を話しあ

った。訓練4回目作品名は車体。製作後の説明では、「作りながら車のイメージをふくらませていった。」作品の構成はしっかりし可動性や空間的ひろがりも認めた。Tinker toy訓練中、目標設定や計画の遂行の質的向上が認められた。

(2) ハノイの塔(変法)による訓練結果(図5)

ハノイの塔(変法)でトライアル1~6の各施行時間の推移を示す(図5)。(第一施行は点線、第二施行は実線)。introduction段階であるトライアル1以外は、第二施行が第一施行より成績は悪かった。トライアル1~6中、第一施行においては段階的な成績上昇をみたが、第二施行ではトライアル1~4で成績低下を認めた。特に、開始位置を転換してLRからRLに変えたトライアル4で低下が顕著であった(図5 ↓ 部位)。トライアル

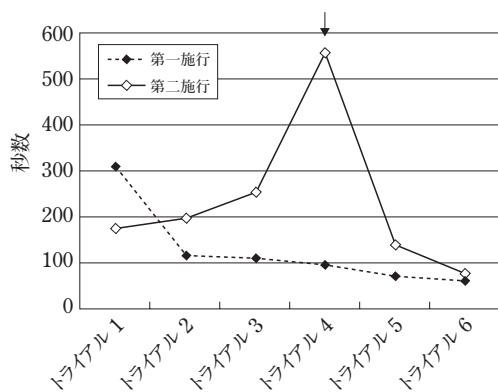


図5 ハノイの塔 (変法) による訓練結果 (1)

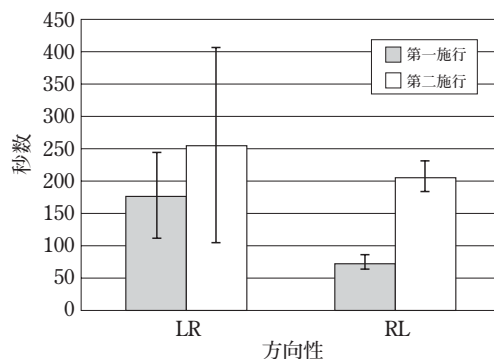


図6 ハノイの塔 (変法) による訓練結果 (2)

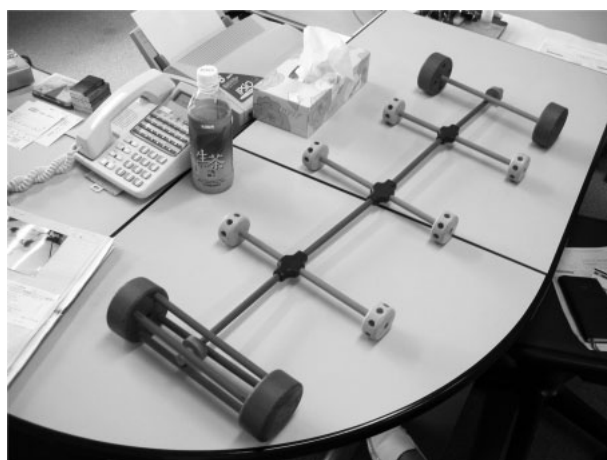


図7 訓練後課題評価 (Tinker Toy)

5～6では訓練効果によって第二施行の成績も上昇した。

この結果の要因として第二施行は第一施行の後に行われるという「タスクの負荷」と左右空間処理に対する「方向性」への障害の表出を考えた。この結果が、「タスク負荷」と、「方向性」のどちらの要因が強いかを検討するため、施行時間の分散分析を行った。とくに後者の「方向性」の要因の検討は右DLFC損傷例の課題負荷時にあらわれる左右空間の認知処理の関係を考える上で重要である。図6は、計6トライアルの施行時間の平

均値と標準偏差を示したグラフである。黒が第一施行、白が第二施行を表す。第二施行>第一施行、またLR>RLと施行時間に差がみられたが分散分析の結果、これらに有意差はなかった。

(3) 訓練課題自体の評価

訓練前後でハノイの塔の正答数は、3→8と著明な改善を示した。Tinker Toyでは部品数30・総得点7。「この世には存在しないけれど10輪車を作ってみたかった」と意図性を反映した作品(図7)を完成することができた。

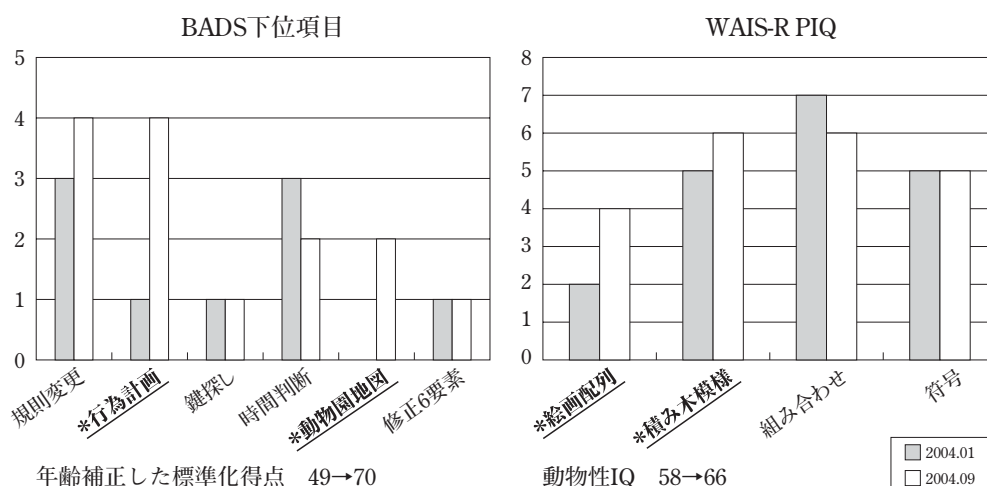


図8 訓練前後の認知機能評価

(4) 訓練後認知機能評価

訓練前後の認知機能評価を示す(図8)。改善部分を*で示す。訓練開始前2004年1月から同年9月のBADSの総得点の変化は、49→70。WAIS-Rでは動作性IQの変化は58→66であった。BADSにおいて行為計画・動物園地図などgoal formationやプランニングが改善し、伸びは小さいものの絵画完成や絵画配列など視覚刺激に対する注意が改善傾向を示した。一方で鍵探しや修正6要素など変化しない項目も認めた。WAIS-Rにおいては、絵画配列・積み木模様の項目で改善を認めた。

4. 考 察

本症例の病巣は右側前頭葉背外側損傷であり、知能・記憶においては言語性課題に比べ行為・視覚性課題の低下を認めた。また、課題負荷がかかったときに左右空間の認知処理に差を認め(左半側空間無視)、ワーキングメモリー課題で成績の低下を示した。なお、注意検査(BIT検査)において無視は顕在化しなかった。更に、遂行機能検査(ハノイの塔・BADS)の成績低下を認めた。

このケースに対して、遂行機能訓練を行いながら、左右空間の認知処理障害にも注目した訓練手法を取り入れた。そして、訓練後認知機能評価としては、訓練課題そのものによる評価とともに、行為・視覚性課題による評価を行った。

訓練の1つは遂行機能のなかでも自由度の高い拡散性の課題といわれるTinker toyを用い遂行機能の言語化を促した。三村(2004)が示した3段階構成のなかで2のみを繰り返した理由は、本症例はこの課題への適応が比較的良好で、自ら単純→複雑段階への移行が可能だったためである。早期に成績の上昇を示したことは、症例の訓練動機維持にとって効果的であった。訓練の2つめのハノイの塔(変法)は、決められたゴールに向かい効率よく遂行していくという収束的な課題である。本症例においては、施行に費やされる時間が、第二施行>第一施行、LR施行>RL施行を示した。すなわちハノイを用いた遂行機能において、「左側から始まる第二施行の成績が悪い」ということである。

一般に前頭葉損傷例は、注意による制御が不良であることが報告されている。さらに修正ストローク課題Modified Stroop Testを用いて、同じ前頭葉群でもDLFC群は、OFC(Orbito-frontal cortex)群よりも注意の制御が悪い結果が示されて

いる(加藤1988, 1996)。DLFCの役割すなわち「課題に関連する文脈情報 task relevant contextの能動的保持」と「情報の処理過程において生じる競合的相互作用に対して重みづけをする」(Posner, 1994)ことが注意システムにとって非常に重要である。本症例のような右側DLFC損傷の場合、上記の注意システムの障害に加え方向性注意も障害を被る点が特徴的であると思われる。課題負荷がかかったときに、より一層この注意・ワーキングメモリーのバランスが崩れる傾向を認めた。この傾向に注目して遂行機能障害に対する訓練を行うことで訓練課題自体の成績向上とWAIS-R, BADSなどの認知機能評価が向上した。臨床的には、様々なタイプの遂行機能障害が存在する。その背景に存在する認知障害を加味した遂行機能訓練を考え施行することが望ましいと考える。

近年、遂行機能障害のリハビリテーションのひとつである自己監視訓練(self-monitoring training)を、クモ膜下出血後妄想性作話を呈した症例に施行し、作話・行動の改善が見られたことが報告されている(Dayus, 2000)。このように、遂行機能リハビリテーションは前頭葉機能障害を基礎とした認知障害のみならず精神症状・心理的症状をも回復させられる可能性をもっている。個々の障害の背景を考慮しつつ、様々な症例に遂行機能障害訓練をしていくことは今後の認知リハビリテーションの発展にとって重要なことと考える。

文 献

- 1) Alderman N, Fly R K, and Youngson HA : Improvement of self-monitoring skills, reduction of behaviour disturbance and dysexecutive syndrome (Cmparison of response cost and new programme of self-monitoring training). *Neuropsychological Rehabilitation*, 5 (3) : 193-221, 1995.
- 2) Baddeley A : Working memory. *Science*, 255, 556-559, 1992.
- 3) Cicerone KD, Wood JC : Planning disorder after closed head injury ; A case study. *Arch Phys Med Rehabil*, 68 : 111-145, 1987.
- 4) Goel V, Grafman J : Are the frontal lobes implicated in "planning" functions? Interpreting data from the Tower of Hanoi. *Neuropsychologia*, 33 : 623-642, 1995.
- 5) Dayus B, van der Broek : Treatment of stable delusional confabulations using self-monitoring training. *Neuropsychological Rehabilitation*, 10 (4) : 415-427, 2000.
- 6) 加藤元一郎：前頭葉損傷における概念の形成と変換について—新修正法Wisconsin Card Sorting Testを用いた検討—*慶應医学*, 65 : 861-885, 1988.
- 7) 加藤元一郎, 鹿島晴雄：前頭葉機能検査と損傷局在. *神経心理学*, 12, 80-98, 1996.
- 8) Lezak MD : Executive functions and motor performance. In *Neuropsychological Assessment*, 3rd Ed, Oxford University Press, New York, NY, p650-85, 1995.
- 9) 三村 将, 穴水幸子, 師岡えりの：手続き記憶. *臨床精神医学講座S2 記憶の臨床* (浅井昌弘, 鹿島晴雄, 編) 第一版, 東京, pp113-123, 1999.
- 10) 三村 将：前頭葉機能障害のリハビリテーション. *老年精神医学*, 第15巻6号, 737-747, 2004.
- 11) Posner MI, Dehaene S : Attentional networks. *Trends Neurosci*, Vol.17, No2, 75-79, 1994.
- 12) 坂爪一幸, 本田哲三, 中島恵子, ほか：遂行機能障害の認知リハビリテーションからみた遂行, 注意, および記憶の関係, 認知リハビリテーション, 81-88, 新興医学出版社, 2001.
- 13) 坂爪一幸, 本田哲三, 上久保毅, ほか：遂行機能障害の認知リハビリテーションの効果と脳損傷部位の検討, 認知リハビリテーション, 132-138, 新興医学出版社, 2002.
- 14) Swanberg MM, Tractenberg RE, Mohs R, et al. Exective dysfunction in Alzheimer disease. *Arch Neurol*, 61 (4) , 556-560, 2004.
- 15) 坂村 雄, 三村 将, 加藤元一郎, ほか：前頭葉損傷の局在と作動記憶の検討(抄). *神経心理学*, 第16巻4号, 52, 2000.