

□原著論文□

単独課題としても実施可能な二重課題による分配性注意の評価

橋本 美奈子¹ 藤田 郁代² 内田 信也³

抄 録

目的：分配性注意の評価として用いる二重課題を、二重課題に含まれる二つの認知過程を単独で実施した際の成績と二重で同時に実施した際の成績の二つのパターンで評価することが可能な課題として作成し、SDMT, TMT-B, 記憶更新検査, PASAT との関連について分析した。前頭葉と大脳基底核の損傷者で違いが生じるか否かについても検討した。

方法：対象は脳病変患者8名、健常者25名。方法は質問応答課題とメンタルローテーション課題を作成し、各課題を別々に施行する単独課題と、二つの課題を同時に施行する二重課題として実施した。

結果：単独で実施時の成績は両課題とも健常群成績との差を認めず、二重で実施時の成績は8名中3名が健常群成績に比し成績が悪く、前頭葉皮質に損傷を認めた。それ以外の5名中4名は大脳基底核に損傷を認めた。

結論：既存の二重課題と本研究の二重課題は異なる結果を得た。分配性注意は前頭葉損傷により機能低下を生じる可能性があるが、大脳基底核損傷の影響は前頭葉損傷ほど受けにくい可能性があること示唆され、先行研究とは一部異なる結果を得た。

キーワード：分配性注意, 二重課題, 前頭葉, 大脳基底核

I. はじめに

脳血管障害者に対するリハビリテーションの現場では、注意障害の影響を経験することが多い。注意の概念は幅広いが、本研究では、臨床において良く使われているSohlbergらによる焦点性注意、持続性注意、選択性注意、転換性注意、分配性注意という5分類¹⁾に従うこととし、この中から、分配性注意を取り上げる。分配性注意は、複数の作業を同時に行う際に必要となる機能である。日常生活では同時に二つ以上の作業を行う場面が少なからず存在する。例えばパソコンを打ちながら話をする、調理で鍋を火にかけながら野菜を切る、音楽を聴きながら車を運転するなどである。分配性注意に問題を有すると、何か動作をしている最中に話かけると動作が粗雑になってしまったり、車の運転ではカーナビゲーションの音声に意識が向くと周囲

の車や歩行者などの視覚認知が不十分となってしまうなどのリスクが生じる可能性がある。

分配性注意は、二つ以上の刺激に対して同時に注意を向けるか、または一つの刺激中の二つ以上の要素に注意を向ける能力が必要とされるため²⁾、臨床的には二重課題で評価されることが多い。二重課題とは、二つの活動を同時に課せられるものであり、歩きながら会話をするなどのように日常場面で経験されるものから、計算を行いながら記憶処理を行うなどのように、机上課題として行われるものまでを含んでいる。二重課題は、Lundin-Olssonらの報告で、二重課題の能力低下が高齢者の転倒要因の一つである、と発表³⁾されて以来、リハビリテーションにおいても注目されている。二重課題は二つの課題間の時間的順序関係により、同時的二重課題、重複的二重課題、継時的二重課題に分

受付日：2018年10月19日 受理日：2019年4月3日

¹ 船橋市立リハビリテーション病院 リハケア部

Department of Rehabilitation Care, Funabashi Municipal Rehabilitation Hospital

15S3046@g.iuhw.ac.jp

² 国際医療福祉大学大学院 保健医療専攻 言語聴覚学分野

Division of Speech and Hearing Sciences, Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

³ 国際医療福祉大学 成田保健医療学部 言語聴覚学科

Department of Speech and Hearing Sciences, School of Health and Welfare Sciences at Narita, International University of Health and Welfare

類されている⁴⁾。同時的二重課題は二つの課題を同時に始める課題である。重複的二重課題は、一方を実施している最中に他方が呈示される課題であり、継時的二重課題はタスクスイッチングのように二つの課題を一つずつ順番に遂行する課題である。分配性注意の評価に用いる検査として、加藤はウェクスラー成人知能検査第3版(WAIS-III: Wechsler Adult Intelligence Scale-III)の下位検査の一つである符号課題や、その他、Symbol Digit Modalities Test (SDMT)、Trail Making Test Part B (TMT-B)、Paced Auditory Serial Addition Test (PASAT)をあげている⁵⁾。また、標準注意検査法(CAT: Clinical Assessment for Attention)では、SDMT、PASAT、Position Stroop Test、記憶更新検査により分配性注意の評価が可能とされている⁶⁾。Sohlbergらは、WAIS-IIIの下位検査である語音整列やPASATにおいて、分配性注意の評価が可能で、さらにTMT-Bと逆唱も分配性注意の検査と考えられる、と述べている⁷⁾。これらの検査について概説すると、符号課題とSDMTは、数字と記号の対応表に基づき、定められた記号(ないしは数字)に対応する数字(ないしは記号)を選択し記入するものであり、一つの課題中の二つの要素(対応表と定められた数字ないしは記号)に注意を向ける能力を評価する同時的・重複的二重課題と捉えることが可能である。TMT-Bは紙面上にランダムに散らばった数字と文字をそれぞれ交互かつ順番に線でつないでいく一つの課題の中で重複的に作業を行う重複的二重課題である。PASATでは一定間隔に聴覚提示される数字について、直前に提示された数字と、その一つ前に提示された数字を加算することが求められ、記銘と計算を同時に一つの課題の中で行う同時的二重課題である。語音整列は文字と数字がランダムに混ざって聴覚提示されたものを、まず数字を順番に並び替え、その後文字を順番に並び替えて想起するという、一つの課題中で記銘と配列と想起を同時に行う重複的二重課題である。記憶更新検査は聴覚的に提示された数系列から、末尾の三つ(3スパン)ないし四つ(4スパン)のみを再生する重複的課題である。

二重課題の実施の基盤となる分配性注意は、ワーキ

ングメモリの中央実行系とも関連している。Baddeleyはワーキングメモリシステムにおいて、注意の制御装置として中央実行系を仮定し、心的処理の中間結果を一時的に保持しながら次の処理を同時に行うにあたり、中央実行系が機能する必要があると考えた⁸⁾。このワーキングメモリの概念に基づくと、リーディングスパン課題は、中央実行系の機能により情報の操作と保持を同時に行う二重課題である。リーディングスパン課題は、1文ずつ提示された文章を音読しながら、示された単語を記銘する重複的二重課題であり、2～6文ほど音読と記銘作業を行った後、記銘した単語を想起する課題である。これらの課題でも分配性注意の評価が可能と思われる。

以上に述べたように、分配性注意の評価には二重課題の形式をとることが多いが、その内PASATや語音整列などの課題は、一つの課題の中で二つの認知過程が含まれる課題であり、その評価において二つの認知過程を別々に評価することはできない。例えばPASATは、次々提示される数字を記憶しながら直前に提示された数字とさらにその一つ前に提示された数字を加算する課題であるが、加算と記憶の能力をそれぞれ別々に評価することはできない。したがって、課題に含まれる二つの認知過程のうちのどちらか一方の認知過程に機能の低下がみられた場合、結果として二重課題の成績は低下してしまうことが想定される。このような場合、純粋に分配性注意が低下しているかどうかの判断が困難となる。PASATであれば、もし分配性注意自体に問題がなくても、計算能力が低下していると、PASATの結果は低下してしまう。このような観点に基づくと、分配性注意が低下しているかどうかを評価するためには、二重課題に含まれる二つの認知過程を単独で実施した際の成績と二重で同時に実施した際の成績をそれぞれ評価することが望ましいと考える。

そこで、本研究では分配性注意の評価法として臨床上に用いることを念頭に置き、認知課程を分割して評価可能な同時的二重課題の作成を試みたので報告する。リーディングスパン課題は音読課題と記銘課題を分割して評価可能な二重課題である。しかし、本研究

では車の運転や指示を受けながら作業をするなど、より日常生活で遭遇しやすい状況を想定し、そうした場面で必要となる分配性注意の評価ができるような課題を検討した。なおかつリーディングスパン課題は言語性課題と言語性課題を組み合わせた二重課題であるため、本研究で新たに作成する二重課題は、言語性課題と非言語性課題とを組み合わせることとし、非言語性課題として視覚刺激を用いた視覚性課題とした。このことにより、課題に含まれる認知過程の要素を一つのモダリティーに偏らせることなく、包括的に捉えて評価ができる課題とし、注意の分配能力の評価に際して、言語機能や視覚認知能力、聴覚認知能力やメンタルローテーション能力のそれ自体には問題が認められないことを評価できる課題とした。なおかつ歩行時に視覚的に周囲を気にしながら指示を受けるようなリハビリテーションの場面や、車の運転中にカーナビゲーションの指示を理解するなど、より日常的に遭遇しやすい場面に近い課題とした。本研究で作成した二重課題が、他の分配性注意を評価しているとされる検査と比較するために、SDMT、TMT-B、記憶更新検査、PASATのいずれかで低下を認める者を検討の対象とした。

なお、分配性注意に関与する脳損傷部位については、二重課題実施時の機能的MRI (fMRI) 研究から、前頭葉背外側領域の関連が示唆されている⁹⁾。前述したように、Baddeleyは分配性注意と中央実行系との関連性を想定しているが、その神経基盤としては前頭前野の関与を想定している¹⁰⁾。そのため、前頭葉損傷者では、より二重課題で成績が低下しやすい可能性がある。また、大脳基底核損傷によっても分配性注意の障害が生じることが報告されている^{11,12)}。その背景メカニズムとして、大脳基底核と大脳皮質とは神経線維連絡を有しており、尾状核頭部・被殻前部は前頭前野との線維連絡があることが確認されている^{13,14)}。そのため、尾状核頭部・被殻前部が損傷されることにより前頭前野の遠隔抑制が想定され、前頭前野の損傷によって生じる可能性のある分配性注意の低下が、尾状核頭部・被殻前部の損傷によっても生じる可能性がある。しかし、前頭葉皮質損傷と大脳基底核損傷では、その

高次脳機能障害の重症度等に違いが生じるかどうかについてはまだ明らかとなっていない。そこで、本研究では、作成した二重課題の成績が、前頭前野損傷患者と大脳基底核損傷患者とで違いが生じるか否かについても検討することとした。

II. 方法

1. 対象

対象は平成25年8月1日から10月31日の間に、A病院にリハビリテーション目的で入院もしくは外来通院にて言語聴覚療法を受けている者の中から、初回脳血管障害であり、前頭前野もしくは大脳基底核に限局性の脳病変を有し、かつ注意障害を有しているものとした。失語症を有する者、知的機能の低下を認める者、意欲発動性の低下を認める者は対象者から除外した。病変部位の診断は神経内科医によって行われた。注意障害については、CATの下位検査の中からSDMT、記憶更新検査、PASATと、TMT-Bで評価した。SDMT、記憶更新検査、PASATはCATにおいて規定されているカットオフ値を、TMT-BはGoldenら¹⁵⁾の述べているTMT-Bの「正常反応91秒以下」を参照して判断した。失語症の有無は、言語聴覚士によるスクリーニング検査または標準失語症検査により判断された。知的機能は日本版レーヴン色彩マトリックス検査(RCPM)で評価し、年齢群平均点-1SD値をカットオフ値とした。意欲発動性の低下は、言語聴覚士および作業療法士で構成される複数名による行動評価で判断した。

その結果、9名が基準に該当したが、脳病変部位は右半球損傷が1名、左半球損傷が7名、両側損傷が1名であった。注意障害は、左右半球損傷の何れでも認められるが、CATによる注意障害の評価と脳損傷部位との関連を示した脳機能イメージング研究では、visual cancellation testの結果のみ右半球損傷との関連を認め、visual cancellation test以外のすべてのCATに含まれる検査において左半球との関連を示したとの報告がある¹²⁾。基準の該当者のうち、左半球損傷者は7名、右半球損傷者は1名と、脳損傷側の左右のばらつきが大きくなったため、今回は、左半球損傷に着目す

ることとした。以降の検討の対象となった8名は、男性5名、女性3名であり、年齢は49.2 (SD 9.5) 歳であった。対象者のプロフィールを表1に示す。原因疾患は脳梗塞3名、脳出血3名、くも膜下出血2名であり、発症後の経過日数は124～946日であった。各対象の脳病変部位は、症例1は左前頭葉皮質（中前頭回）・皮質下白質（中前頭回）、症例2は左前頭葉皮質（上・中・下前頭回）・皮質下白質、症例3は両側前頭葉（両直回、両眼窩回、右上前頭回）、症例4は左下前頭回、島回、中心前回下部、症例5は左尾状核頭部、症例6は左被殻、尾状核頭部、症例7は左被殻、症例8は左被殻であった。なお、症例7には右片麻痺を認めた。神経心理学的検査の結果を表2に示す。全例とも、注

意障害以外の高次脳機能障害は認めなかった。

対照群は脳疾患の既往歴のない健常者25名であった。男性8名と女性17名で、全例MMSE得点は27点以上であった。平均年齢は67.56歳 (SD 3.5) であった。

2. 課題

本研究の目的に鑑み、各課題を別々に試行しうる二重課題を作成した。二つの課題の関係は、同時的二重課題となるようにした。片方の課題は言語性課題とし、もう一つの課題は視覚性課題とした。言語性課題は質問応答課題、視覚性課題はメンタルローテーション課題を用いることとした。

表1 対象者のプロフィール

症例	年齢	性別	利き手	原因疾患	病変部位	発病後経過日数
1	54	女	右	脳梗塞	左前頭葉皮質（中前頭回）、皮質下白質（中前頭回）	833
2	58	男	右	くも膜下出血	左前頭葉皮質（上前頭回、中前頭回、下前頭回）、皮質下白質	331
3	43	男	右	くも膜下出血	両側前頭葉（両直回、両眼窩回、右上前頭回）	946
4	52	男	右	脳梗塞	左下前頭回、島回、中心前回下部	332
5	63	女	右	脳出血	左尾状核頭部	124
6	33	女	右	脳梗塞	左被殻、尾状核頭部	360
7	46	男	右	脳出血	左被殻	179
8	45	男	右	脳出血	左被殻	229

表2 対象者の神経心理学検査の成績

	RCPM	SDMT	TMT-B	記憶更新検査		PASAT 2秒	PASAT 1秒
				3スパン	4スパン		
症例1	35/36	33.6%*	148秒*	81%	69%	55%	0.33*
症例2	35/36	40.0%*	135秒*	実施困難		実施困難	実施困難
症例3	34/36	56.4%	67秒	100%	50%*	85%	58%
症例4	35/36	44.5%	101秒*	50%*	44%	11%*	実施困難
症例5	36/36	38.1%	115秒*	実施困難		実施困難	実施困難
症例6	36/36	35.4%*	実施困難	実施困難		実施困難	実施困難
症例7	36/36	41.8%*	73秒	94%	56%*	56%	55%
症例8	34/36	35.4%*	67秒	実施困難		実施困難	実施困難

SDMT, 記憶更新検査, PASATはカットオフ値以下を*で示した。TMT-Bは92秒以上を*で示した。

1) 言語性課題

言語性課題として作成した質問応答課題は、質問文をSTが読み上げることにより対象者へ聴覚的に提示し、対象者には口頭で「はい」か「いいえ」と回答をしてもらった。

質問文は事物の上位概念・機能・属性を問うものとした(例、上位概念:「バナナは果物ですか」、機能:「手袋は手にはめますか」、属性:「牛乳は白いですか」など)。正答が肯定反応「はい」となる質問文と否定反応「いいえ」となる質問文を各64個、計128文作成した。質問文は64文ずつセット1とセット2に分割した。この際、肯定反応の文と否定反応の文が半数ずつになるようにした。単独課題と二重課題において課題文による差が生じないようにするため、対象者の半数にセット1の文を単独課題、セット2の文を二重課題に使用し、残りの半数の者にはセット1の文を二重課題、セット2の文を単独課題に用いた。

回答の制限時間は、質問文の提示開始を起点として6秒とした。

2) 視覚性課題

視覚性課題として作成したメンタルローテーション課題は、ShepardとMetzler¹⁶⁾によって考案されたもので、視覚提示された二つの図形が同じであるか、それとも鏡像関係にある図形かをすばやく判断する課題である。

本研究で使用した図形は、正方形を四つ組み合わせて作成したL字とL字の鏡像図形の2種類である。図形はさらに0度、90度、180度、270度に回転させた。比較する2個の図形が描かれた図版を64枚作成した。メンタルローテーション課題における視覚刺激の例を図1に示す。64枚の図版の内訳は2個の図形が同じものである図版が32枚、鏡像関係である図版が32枚であった。単独課題と二重課題で同じ図版を用いたが、提示順序は各々の中でランダム化した。

11.6インチのノートパソコン画面を対象者の正面50cmの位置に配置し、画面上に各図版を6秒間提示した。対象者には、画面の図形が同一のものであるか、鏡像関係にある図であるか判断してもらった。課題の

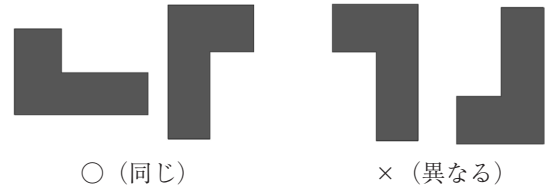


図1 メンタルローテーション課題における視覚刺激

説明は最初に書面を用いて行い、切り抜いた図版を実際に回転させてみせ、同じ図か鏡像関係にある図かを理解してもらった。その後、ノートパソコンを使用して練習問題を行い、課題の内容と反応方法が理解されてから、本実験を実施した。

反応方法は、ノートパソコンのDのキーに○を、Kのキーに×の印をつけておき、二つの図形が同じ場合には○のキーを、異なる場合には×のキーを打ってもらった。

制限時間は図形の提示開始を起点として6秒とした。この間、パソコン上に刺激図形を提示し続けた。

3) 単独課題の手続き

単独課題として、言語性課題と視覚性課題を別々に実施した。実施順序は、対象者の半数には言語性課題を先に実施し、次いで視覚性課題を実施した。残りの半数の者は逆の順序とした。

4) 二重課題の手続き

二重課題では、言語性課題と視覚性課題を同期させて、同時並行的に実施した。パソコン画面に視覚性課題を提示すると同時に、言語性課題の質問文を実験者が読み上げた。視覚性課題については○と×の印をつけたパソコンのキーを打ち、言語性課題については「はい」「いいえ」で口頭反応してもらった。

回答の制限時間は、単独課題と同様、言語性課題と視覚性課題の提示開始を起点として6秒とした。

3. 倫理的配慮

国際医療福祉大学倫理委員会と研究協力施設である医療法人社団輝生会船橋市立リハビリテーション病院倫理委員会の審査を受け、承認を得た(承認番号12-261)。

実験を行うにあたり参加者には、本研究の目的、実

施する課題の内容、収集するデータおよび個人情報の取り扱い、参加が任意であること等について文書および口頭で説明し、同意書に署名を得た上で実施した。

4. 分析方法

対象者ごとに、言語性課題を単独課題として実施した際の正答数、ならびに視覚性課題を単独課題として実施した際の正答数をカウントし、それぞれの値について、健常者成績と比較を行った。比較にあたっては、全健常者成績の平均と標準偏差を基にし、健常者平均の-2 SD 以下である場合に、障害ありとみなした。

さらに、言語性課題と視覚性課題の単独課題実施時の成績の合計点から二重課題の実施時の言語性課題と視覚性課題の成績の合計点を引いた値を算出し、この値を二重課題になった際に分配性注意の認知負荷を反映しているものとして、二重課題コストとして扱うこととし、健常者成績との比較を行った。二重課題コストについても、単独課題と同様、各対象者と健常者成績との比較にあたっては、全健常者成績の平均と標準偏差に基づき、健常者平均の+2 SD 以上である場合に障害ありとみなした。

III. 結果

言語性課題単独課題実施時の成績、視覚性課題単独課題実施時の成績、二重課題コストを表3に示した。

言語性課題の単独課題実施時の成績は全例 64 点(満点)であり、健常群成績との差を認める症例はなかった。視覚性課題の単独課題実施時の成績は最低得点 50 点から最高得点 61 点と幅があるものの全例健常群成績の-2 SD 値以上であり、健常群成績との差を認める症例はなかった。

二重課題コストは対象者 8 名中 3 名が健常群成績の+2 SD 値以上であった。二重課題コストで成績低下を認めた 3 名について、本研究において注意障害の指標として用いた検査のうち分配性注意を評価する課題としても用いられる SDMT, TMT-B, 記憶更新検査, PASAT との関連についても分析した。症例 2 は SDMT と TMT-B でも成績が悪く、記憶更新検査と PASAT は実施困難であった。症例 3 は記憶更新検査 4 スパンでのみ成績低下を認めたが、SDMT と TMT-B と記憶更新検査 3 スパンと PASAT では成績低下を認めなかった。症例 4 は TMT-B と記憶更新検査 3 スパンと PASAT 2 秒条件では成績低下を認めたが、SDMT と記憶更新検査 4 スパンでは成績低下を認めず、PASAT 1 秒条件は実施が困難であった。

二重課題コストで成績低下を認めた 3 名の共通点は、前頭葉皮質に損傷を認めたことである。一方、二重課題コストで成績低下を認めなかった 5 名のうち 4 名は、前頭葉皮質には損傷を認めなかった。

表3 対象者の単独課題成績および二重課題コスト

	単独課題 言語性課題	単独課題 視覚性課題	二重課題コスト
症例 1	64	57	7
症例 2	64	61	21*
症例 3	64	50	11*
症例 4	64	61	18*
症例 5	64	54	9
症例 6	64	56	1
症例 7	64	57	2
症例 8	64	61	7
健常者群平均 (SD)	63.2 (1.1)	54.5 (6.9)	0.4 (5.1)

言語性課題単独課題実施時の成績と視覚性課題単独課題実施時の成績は健常群の成績の平均値の-2 SD 以下の成績に * を示した (健常者群成績: 言語性課題平均 63.2, SD 1.1, 視覚性課題平均 54.5, SD 6.9)。二重課題コストは、健常群の成績の平均値の+2 SD 以上の値を * で示した (健常群成績: 平均 0.4, SD 5.1)。

IV. 考察

本研究では、二重課題をそれぞれ単独で実施することが可能な課題を作成し、注意障害を呈した脳病変患者に実施した。単独課題として実施した言語性課題と視覚性課題の結果は脳病変患者全例で健常群成績との差を認めなかった。そのため、脳病変患者に見られる二重課題実施時の成績低下は、言語性課題と視覚性課題の各課題遂行に対する問題でなく、同時に二つの課題を実施したことによる分配性注意の問題であると評価することが可能と考えられる。

二重課題コストは、8名中3名で低下を認めた。本研究において注意障害の有無の指標として用いたSDMT, TMT-B, 記憶更新検査, PASATは、いずれも、分配性注意を評価する課題として捉えることができる。二重課題コストが低下している症例2, 3, 4をそれぞれ確認すると、症例2はSDMTとTMT-Bに成績低下が認められ、記憶更新検査とPASATは実施困難であった。一方、症例3は記憶更新検査4スパンでのみ成績低下を認めたが、SDMTとTMT-Bと記憶更新検査3スパンとPASATでは成績低下を認めなかった。さらに症例4はTMT-Bと記憶更新検査3スパンとPASAT 2秒条件では成績低下を認めたが、SDMTと記憶更新検査4スパンでは成績低下を認めず、PASAT 1秒条件は実施が困難であった。このように二重課題コストで成績が悪かった3名において、SDMT, TMT-B, 記憶更新検査, PASATの成績に一貫した傾向を認めることはできなかった。この理由は、SDMT, TMT-B, 記憶更新検査, PASATと、本研究で作成した二重課題の特性の違いによると推察される。SDMTは、課題中に二つの要素に注意を向ける能力を評価するものとして同時的・重複的二重課題と捉えることが可能であるが、一方で、二つの要素には意図的に注意を転換させる必要もあるため、転換性注意の影響も受けやすい検査であるといえる。TMT-Bは紙面上にランダムに散らばった数字と文字をそれぞれ交互かつ順番に線でつないでいく重複的二重課題であるが、数字と文字とを意識的に切り替える必要があり、やはり転換性注意の影響も受けやすい検査であるといえる。記憶更新検査

やPASATと本研究で作成した二重課題を比べると、記憶更新検査は記銘と抑制と再生、PASATは計算と記銘という複数の課題で構成されるのに対し、本研究で作成した二重課題は言語理解ならびに応答と視覚認知という二つの課題で構成されており、用いられている課題の質が大きく異なっている。こうした課題特性の違いが、SDMT, TMT-B, 記憶更新検査, PASATの成績と、二重課題コストとの関係において、症例による差が生じたと思われる。

本研究で作成した二重課題の利点は、構成される二つの課題をそれぞれ単独で実施した際の成績も評価が可能であることにある。臨床現場において分配性注意を評価する検査として用いられることの多いSDMT, TMT-B, 記憶更新検査, PASATも一つの課題の中での二つの認知過程が含まれる二重課題であるが、二つの認知過程を別々に評価することはできない。仮に選択性注意や持続性注意に問題が生じていた場合には、単独課題の成績から低下が生じると思われる。選択性注意や持続性注意の問題で二重課題実施時の成績が低下した場合には、単独課題実施時の成績と二重課題成績の差分である二重課題コストは小さくなるであろう。本研究のように、単独課題と二重課題のそれぞれを独立して評価することにより、より純粋に分配性注意の評価が可能と考えられる。

本研究の二重課題コストで健常群成績より+2 SD値以上を認めた症例と+2 SD値内であった症例では、脳損傷部位に違いが認められた。二重課題コストで健常群成績より+2 SD値以上であった3例は全症例が前頭葉の皮質または皮質下に損傷を認めた。一方、二重課題コストで健常群成績の+2 SD値内であった5例のうち4例は前頭葉に損傷を認めず大脳基底核に損傷を認めた。前頭葉が二重課題に関与することは、D'Espositoらの研究⁹⁾によって確認されている。彼らは健常者の二重課題(メンタルローテーション課題と意味判断課題)実施中にfMRIを行い、二重課題遂行時の脳画像から単独課題遂行時の脳画像を認知的差分したところ、前頭葉背外側領域が賦活したと述べている。またSmithら¹⁷⁾は二重課題(計算課題と単語記憶

課題)を健常者に実施し、左前頭葉背外側領域が賦活したと報告している。さらに Cowey ら¹⁸⁾は二重課題(言語性課題と視空間課題)を海馬病変患者と前頭葉病変患者に実施し、前頭葉病変患者においてのみ二重課題の成績が低下したと述べている。一方で、単独課題時と二重課題時の脳画像の活性化に違いがなかったとの報告もあり、Adcock らは二重課題(言語性課題と視空間課題)を健常者に実施し、脳活動に単独課題実施時と二重課題実施時の違いがなかった¹⁹⁾と述べている。本研究では、二重課題実施時の成績が健常対照群より低下していた症例の全員において前頭葉病変を認めため、D'Esposito らの先行研究にある、前頭葉が二重課題に関与するという点を支持する結果となった。また、大脳基底核が二重課題への関与する可能性についても先行研究で示されている。Hochstenbach らは、大脳基底核損傷群と健常群に TMT-B と WAIS-III の符号課題を実施し、大脳基底核損傷群の有意な成績の低下を報告した¹¹⁾。また Murakami らは注意障害のある脳卒中患者に CAT を実施し、MRI 画像を用いての voxel lesion symptom mapping (VLSM) 法による分析を行い、SDMT、PASAT と左半球大脳基底核損傷との関連が認められたと報告した¹²⁾。しかし、本研究作成の二重課題で成績の低下を認めた者は全員、前頭前野損傷を有するが大脳基底核病変を認めなかった。また、大脳基底核にのみ病変を認める者に二重課題成績の低下を示す者は認めなかった。このことから、本研究の結果では、前頭葉損傷により二つの課題を同時に実施する際に必要とする注意を分配する能力の低下が考えられ、大脳基底核損傷により成績低下を示した SDMT、PASAT などは、計算能力や処理速度などの障害により成績低下を生じさせた可能性が考えられる。

先行研究では、大脳皮質と大脳基底核のループがあると提唱されており、今回症例の損傷部位に含まれる前頭葉と被殻・尾状核の神経線維連絡が確認されているため、被殻・尾状核の損傷により、前頭前野損傷と同様の傾向が出るのではないかと予測をしていたが、今回異なる結果を得た。そのため、前頭葉と被殻・尾状核はネットワークを形成してはいるが、それぞれの

部位の病変は異なる障害像を示す可能性が考えられる。本研究で作成した言語性課題と視覚性課題で構成される同時的二重課題は、前頭葉皮質損傷を反映する二重課題である可能性が示唆された。

今回は症例数が少なく、脳損傷群と対照群の比較、また、脳損傷を有する対象者における前頭葉損傷群と大脳基底核損傷群間での比較において、統計的検定を用いた検証を行うことが困難で、各対象者の特性に基づく考察に留まった。本研究の結果では、二重課題実施時の成績低下を示した症例のすべてで前頭葉に損傷を認めてはいるが、前頭葉損傷例のうち、二重課題実施時の成績で低下を認めなかった症例が1症例存在する。このことに関しては、前頭葉の中でもさらに詳細に損傷部位を分析する必要があると思われる、症例数を増やし、損傷部位群間での比較分析する必要があると考える。また1例ではあるが、両側損傷例が含まれていたことにより、右半球損傷による影響が加わってしまっている可能性が否定できず、今後左半球損傷例に絞って、さらに症例数を増やして、本研究で作成した二重課題の特性について検討を行う必要があると考えられる。また、本研究の問題点として、対象者の年齢が統制されていないことが挙げられる。具体的には、健常者群の年齢は左半球損傷者群より高かった。加齢により、特に非言語性認知機能が低下することが知られており^{20,21)}、健常群の年齢が患者群と一致していたとしたら、二重課題コストの健常群平均は現在の0.4よりも小さくなり、カットオフ値が10.6よりも小さくなる可能性が考えられる。ただし、このことで、現在二重課題において障害ありとしている症例2・3・4についての判断が変わることはない。一方で、今回の健常者における視覚性課題単独実施の平均は54.5(SD=6.9)であることからカットオフ値は40.7であり、患者群全症例がこれを上回っていたので、視覚性課題を単独で実施した場合に障害なしとみなした。健常群の年齢が患者群と一致していたとしたら、視覚性課題単独実施時の平均は、現在の54.5よりも高くなる患者の何名かが視覚性単独課題において障害ありとなる可能性が否定できない。ただし、今回の検討で二

重課題において障害ありとみなした症例3名のうち、症例2,4の2名は視覚性課題単独実施の得点が61点と良好であり、二重課題実施時の成績低下が際立っていたと考えられる。症例3は視覚性課題単独実施の得点が50点であったことから、健常者の年齢が患者群とマッチしていた場合には、視覚性課題単独実施において障害ありという判定になった可能性がある。今後、健常者群の年齢を患者群と統制し、さらなる検討を進める必要があると考える。

V. 結論

本研究では、二重課題の各要素を分割し単独課題としても評価可能であり、なおかつ言語性課題と視覚性課題を組み合わせた同時的二重課題を作成した。この課題を注意障害者に実施し、分配性注意と脳損傷部位との関係について分析を行った結果、単独課題実施時の成績は、質問応答課題とメンタルローテーション課題のいずれも健常群成績との差を認める症例はいなかった。一方、二重課題実施時の成績は、8名中3名が健常群成績に比し成績が低下していた。単独課題としての評価が困難な既存の二重課題と本研究の二重課題は異なる結果を得た。さらに二重課題実施時の成績低下を認めた3名の共通点は、前頭葉皮質に損傷を認め、大脳基底核には損傷を認めなかった。そのため分配性注意は前頭葉損傷により機能低下を生じる可能性があるが、大脳基底核損傷の影響は前頭葉損傷ほど受けない可能性があるとする示唆され、先行研究とは異なる結果を得た。

謝辞

本研究にご協力いただきました患者様、船橋市立リハビリテーション病院の皆様に深く感謝いたします。

本研究は報告すべき利益相反はない。

文献

- 1) Sohlberg M, Mateer C. Effectiveness of an attention training program. *J. Clin. Exp. Neuropsychol.* 1987; 9(2): 117-130
- 2) 加藤元一郎. 注意とその障害について. 標準注意検査法・標準意欲評価法. 東京: 新興医学出版社, 2006: 15
- 3) Lundin-Olsson L, Nyberg L, Gustafson Y. "Stops walking when talking" as a predictor of falls in elderly people. *Lancet* 1997; 349: 617
- 4) 越野英哉. 二重課題の神経基盤. 基礎心理学研究 2009; 28(1): 59-71
- 5) 加藤元一郎. 注意障害の臨床的評価法. 注意障害. 東京: 中山書店, 2009: 185
- 6) 加藤元一郎. 標準注意検査法 (CAT) について. 標準注意検査法・標準意欲評価法. 東京: 新興医学出版社, 2006: 19-27
- 7) Sohlberg M, Mateer C (元木順子訳). 認知機能障害を持った人々の評価. 高次脳機能障害のための認知リハビリテーション. 東京: 協同医学出版社, 2012: 83-87
- 8) Baddeley A (井関龍太, 齋藤智, 川崎恵里子訳). 課題切り替えと中央実行系. ワーキングメモリ. 東京: 誠信書房, 2012: 142-145
- 9) D'Esposito M, Detre J, Alsop D, et al. The neural basis of the central executive system of working memory. *Nature* 1995; 378: 279-281
- 10) Baddeley A (井関龍太, 齋藤智, 川崎恵里子訳). 実行過程と前頭葉. ワーキングメモリ. 東京: 誠信書房, 2012: 131-136
- 11) Hochstenbach J, Spaendonck K, Cools A, et al. Cognitive deficits following stroke in the basal ganglia. *Clin. Rehabil.* 1998; 12: 514-520
- 12) Murakami T, Hama S, Yamashita H, et al. Neuroanatomic pathway associated with attentional deficits after stroke. *Brain Res.* 2014; 1544: 25-32
- 13) Lehericy S, Ducros M, Krainik A, et al. 3-D diffusion tensor axonal tracking shows distinct SMA and pre-SMA projections to the human striatum. *Cereb. Cortex* 2004; 14: 1302-1309
- 14) Lehericy S, Ducros M, Moortele, et al. Diffusion tensor fiber tracking shows distinct corticostriatal circuits in humans. *Ann. Neurol.* 2004; 55(4): 522-529
- 15) Golden C, Espe-Pfeifer P, Wachsler-Felder J (櫻井正人訳). 高次脳機能検査の解釈課程. 東京: 協同医学出版社, 2004: 209-214
- 16) Shepard R, Metzler J. Mental rotation of three-dimensional objects. *Science* 1971; 171: 701-703
- 17) Smith E, Jonides J. Storage and executive processes in the frontal lobes. *Science* 1999; 283: 1657-1661
- 18) Cowey C, Green S. The hippocampus: a "working memory" structure? The effect of hippocampal sclerosis on working memory. *Memory* 1996; 4(1): 19-30
- 19) Adcock R, Constable R, Gore J, et al. Functional neuroanatomy of executive processes involved in dual-task performance. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2000; 97: 3567-3572. PMID: 10725387
- 20) Trey H, John DEG. Insights into the ageing mind: a view from cognitive neuroscience. *Nat. Rev. Neurosci.* 2004; 5: 87-96. PMID: 14735112
- 21) K Warner S, Sherry LW, Grace ILC. The Seattle longitudinal study: relationship between personality and cognition. *Neuropsychol. Dev. Cogn. B Aging Neuropsychol. Cogn.* 2004; 11(2-3): 304-324. PMID: 16755303

Evaluation of divided attention using the new dual task

Minako HASHIMOTO, Ikuyo FUJITA and Shinya UCHIDA

Abstract

In this study, we developed a new dual task that could be used to evaluate divided attention especially in brain-damaged subjects. The dual task consisted of two tasks, each of which could be carried out as a single task. One was a verbal task (auditory comprehension task) and the other was a visual task (mental rotation task). To examine the efficiency of the dual task developed, eight brain-damaged subjects and 25 neurologically healthy subjects were recruited to participate in this study. The lesions in each brain-damaged participant were located in the right hemisphere; some of them were found in the frontal cortex, and others in the basal ganglia. All participants were instructed to perform three tasks, i.e., the auditory comprehension task and mental rotation task as the single tasks, and the dual task consisting of these two tasks. The participants were also examined by other neuropsychological tests, which are conventionally referred to as divided attention tasks: the symbol digit modalities test (SDMT), part B of the trail making test (TMT-B), the memory updating test, and the paced auditory serial addition test (PASAT). None of the brain-damaged participants showed disturbance in their performance of the single tasks, i.e., the auditory comprehension task and the mental rotation task, compared with the healthy control participants. Three brain-damaged participants, however, showed a significant disturbance in their performance of the dual task compared with control participants. All of them showed significant impairments in their performance of SDMT, TMT-B, the memory updating test, or PASAT. They also showed lesions in the frontal cortex but not in the basal ganglia. The dual task developed in this study may be sensitive to divided attention caused by lesions in the frontal cortex, but not in the basal ganglia.

Keywords : divided attention, dual task, frontal lobe, basal ganglia