

原 著

右方偏倚プリズム眼鏡を用いた反復到達運動課題は、 それに続く左方偏倚プリズム眼鏡を用いた同課題の順応効果 に影響を及ぼすのか？：健常若年者を対象とした前臨床研究

竹内利貴¹⁾，太田久晶^{1,2)}，齊藤秀和²⁾

¹⁾ 札幌医科大学大学院保健医療学研究科

²⁾ 札幌医科大学保健医療学部作業療法学科

本研究では、反復到達運動課題の内容の違いがプリズム順応効果に及ぼす影響を検討した。反復到達運動は、前後半各80回とし、介入条件の前半では参加者は、右偏倚プリズムの眼鏡を使用し、統制条件の前半では偏倚角度のないレンズの眼鏡を使用した。両条件の後半では、左偏倚プリズムの眼鏡を使用した。対象は健常成人22名とし、全員が上記2条件に参加した。効果判定として、目と手の協調性の評価にはopen-loop pointing (OLP) 課題を、空間性注意機能の評価には線分二等分 (line bisection : LB) 課題を採用した。その結果、両条件ともにOLP課題とLB課題において反復到達運動によるプリズム順応効果を認めなかったが、条件間に違いを認めなかった。ただし、参加者ごとに結果を分析したところ、反復到達運動課題の条件によって、LB課題上の順応効果に違いが起りうる事が明らかとなった。本研究結果から、個々の参加者の感受性に応じたプリズム順応課題の設定が必要である可能性が示唆された。

キーワード：空間性注意，プリズム順応，線分二等分課題，open-loop pointing 課題，個別分析

Does the repetitive reaching task wearing the right-shifting prism glasses affect the adaptation effect of the subsequent one wearing the left-shifting glasses?: A preclinical study with young and healthy participants.

Toshiki TAKEUCHI¹⁾ Hisaaki OTA^{1,2)}, Hidekazu SAITO²⁾

¹⁾ Graduate School of Health Sciences, Sapporo Medical University.

²⁾ Department of Occupational Therapy, School of Health Sciences, Sapporo Medical University.

We investigated the effect of the conditions of repetitive reaching tasks on the prism adaptation effect. The reaching tasks were performed 80 times each in the first half and the second half under two conditions: the intervention and control condition. In the first half of the tasks, right-shifting prism glasses and ones having no shifting lenses were used in each condition, followed by left-shifting prism glasses in the second half of the tasks. Twenty-two healthy adults participated in this study. An open-loop pointing (OLP) task and a line bisection (LB) task were adopted to evaluate the hand-eye coordination and spatial attention function, respectively. The effect of the reaching tasks performed under both the conditions showed no difference in the results. Individual results however revealed that the adaptation effect in the LB task differed, depending on the conditions under which the reaching task was performed. The results from this study suggest that it may be necessary to modify the conditions of the prism adaptation according to the sensitivity of each participant.

Key words : spatial attention, prism adaptation, line bisection task,
open-loop pointing task, individual analysis

Sapporo J. Health Sci. 11:31-37(2022)

DOI: 10.15114/sjhs.11.31

I. はじめに

半側空間無視 (Unilateral spatial neglect, 以下 USN) とは, 一側の大脳半球に生じた病巣と反対側の空間に注意を向けることの障害であり, 感覚や運動の障害に起因しないものと定義されている¹⁾. 本症状は, 右半球損傷後に左 USN として起こりやすい²⁾. その理由として, 左右の大脳半球が有する空間性注意機能の非対称性が影響していると考えられている²⁾. USN 症状は, 日常生活動作 (activities of daily living, 以下 ADL) の自立を妨げる大きな要因の 1 つとなりうる³⁾.

本症状に対する治療介入方法は, これまでに様々なものが考案されてきた. その中で, 最も治療介入効果に期待が持てる方法の 1 つがプリズム順応 (prism adaptation, 以下 PA) 課題である⁴⁾. この方法で左 USN 患者は, 視界が右に偏倚する楔形プリズムレンズの眼鏡を着用し, 手元から眼前の視標に向けて右示指で到達運動を繰り返すことが求められる. この単純な課題は, 50 回の反復到達運動であれば, 数分で終了するにも関わらず, PA 効果は課題終了直後から認められ, その後少なくとも 2 時間はその効果が持続したことが報告されている⁴⁾. また, PA 効果は机上検査上の成績改善にとどまらず, 車椅子駆動時の操作性向上⁵⁾ や立位時の重心位置の偏りの改善⁶⁾ のほかに, 頭の中でイメージした地図に対する左 USN 症状の改善も報告されている⁷⁾. こうした効果の般化が認められるのも PA 効果の特長である.

左 USN 患者に対して PA 課題を用いた幾つかの先行研究では, プリズム眼鏡のレンズの偏倚角度は 10 度以上のものが採用されている^{4, 8-10)}. 筆者らの知る限り, 本邦で入手できる市販の楔形プリズムレンズの最大の偏倚角度は, 1 枚 5.7 度であるが, この偏倚角度のプリズム眼鏡であっても, Rossetti らの報告と同様の効果が得られている¹¹⁾.

PA 課題の有効性を示す報告がある一方で, PA 効果が認められなかった症例の存在や⁸⁾, PA 課題に対する否定的な効果も報告されている¹²⁾. われわれも, PA 効果が得られなかった患者を多く経験してきた. こうした結果から, 参加者によって, PA のし易さに違いがあるのではないかと考えた.

これまでの PA 課題では, 左 USN 患者に対して, 視界が右方向へ偏倚するプリズム眼鏡のみが採用されてきた. しかし, 事前にそれと逆向きのプリズム眼鏡に順応した状態となっていれば, そのあとに実施する順応課題では, より大きな注意配分の再構成が求められるのではないかと考えた.

そこで, 本研究では, 反復到達運動の前半と後半でプリズムレンズの偏倚方向を変え, 前半に実施する PA 課題がそのあとの PA 効果にどのような影響をもたらすのか検討した. この方法の有効性が明らかとなれば, 新たな PA 課題の提案につながる可能性があると考え. 本研究は前臨

床研究として, 健常若年者を対象とした. 健常者に対する PA 効果の検証の場合, 左 USN 患者に用いる右方偏倚プリズム眼鏡を使用すると, 予想に反して注意の配分が右方向に偏ったと解釈される現象が起こりうる¹³⁾. そのため, 健常者に対しては, 左方偏倚プリズム眼鏡を用いて, 注意配分を右方に偏倚させることで PA 効果が検証されている¹⁴⁾. 本研究でもこの先行研究にならって, 反復到達運動の後半では, 左方偏倚プリズム眼鏡を採用した.

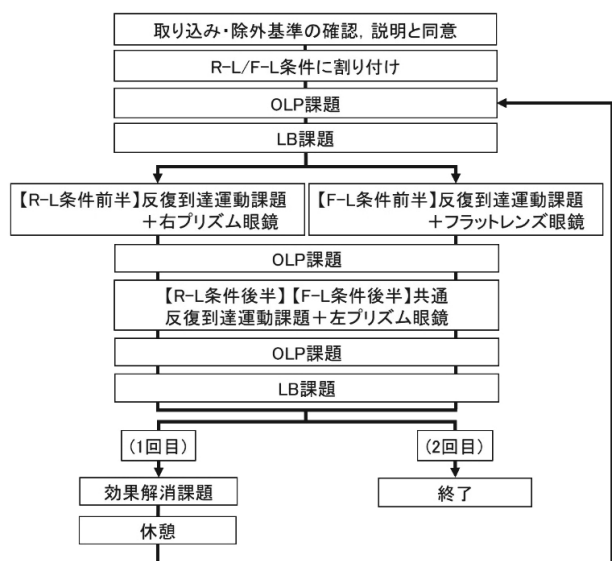
II. 研究方法

1. 研究対象

本研究では, 20 歳~35 歳までの右利き健常者 22 人を対象とした (女性 7 名, 男性 15 名, 平均年齢 25.8 ± 3.3 歳). 取り込み基準は, 裸眼で, またはコンタクトレンズを装着して日常生活を問題なく送れる視力を有する者とし, 外科的な視力矯正歴の有無は問わなかった. 除外基準として, 次の①~④のいずれかに該当する場合には, 本研究の参加者から除外した. ①本研究における実験手続きの施行に影響を及ぼすような身体機能または認知機能の障害を有する者, ②日常生活に支障をきたす程度の矯正困難な視力低下を有する者, ③視野障害を有する者, ④神経疾患及び精神疾患の既往歴, 現病歴がある者.

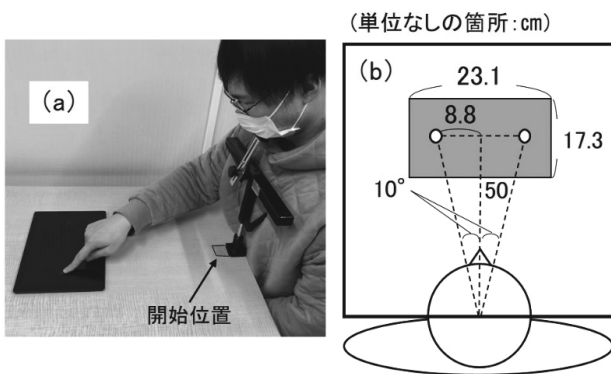
2. 実験方法

本研究の実施手順を図 1 に示す. まず, 各参加者に対して, 取り込み基準の確認を行い, 研究の説明の後に, 参加者から同意を取得した. 無作為に選ばれた半数の参加者は, 介入条件である right prism - left prism 条件 (以下, R-L 条件) での反復到達運動課題に, 残りの参加者は, 統制条件である flat lens - left prism 条件 (以下, F-L 条件) での反



R-L条件:right prism - left prism条件, F-L条件:flat lens - left prism 条件, OLP課題:open-loop pointing課題, LB課題:line bisection課題

図 1 実験の流れ



(a) 課題実施環境：参加者は、顎台に顎を載せて反復到達運動課題を行った。椅子の高さは、事前に、机から参加者の鼻根点までの高さが40 cmとなるように調整した。参加者の手元には、縦2 cm×横3 cmの滑り止めを到達運動の開始位置として設置していた。

(b) 視標の提示位置：灰色の長方形は机上のタブレットPCを示し、その画面の中心が参加者の体幹正中矢状面上で、かつ体幹から50 cm離れた位置となるように設置した。2つの視標は、直径10 mmの円であり、参加者の体幹正面より左右に10度の位置となるように、画面の中心から8.8 cm右または左の位置に提示した。画面背景は黒色、左右の視標の色は、それぞれ赤色、青色とした。

図2 反復到達運動課題

復到達運動課題に割り付けられた。そして、効果解消課題と休憩をはさんで、参加者は、もう一方の条件での反復到達運動課題に参加した。

反復到達運動課題と open-loop pointing (以下、OLP) 課題、線分二等分 (line bisection; 以下、LB) 課題は、タブレットPC (Microsoft社製 Surface Pro, プロセッサ: Intel (R) Core™i5-7300U, CPU: 2.60GHz, 実装メモリ: 8.00GB, モニターサイズ: 231 × 173 [mm], 解像度: 1024 × 768 [pixel], 0.23 mm/pixel) を用いて実施した。このタブレットPCの向きは横置きとし、机上で水平にして使用し、画面周辺にあるインカメラ等は、課題実施中の視覚的な手がかりとなりうるため、黒色テープで覆った。参加者は、顎台に顎を載せて、以下の課題に取り組んだ。

図1に示した各項目について、次に説明する。

1) 反復到達運動課題

本課題で参加者は、目の前に提示された2つの視標に対して、右示指で到達運動を繰り返すことが要求された。課題の実施環境を図2に示す。

参加者は、R-L条件の前半では、視界が右へ5.7度偏倚するプリズム (以下、右プリズム) 眼鏡を使用し、F-L条件の前半では、偏倚角度0度のレンズが取り付けられた眼鏡 (以下、フラットレンズ眼鏡) を使用した。また、両条件の後半では、視界が左へ5.7度偏倚するプリズム (以下、左プリズム) 眼鏡を使用した。なお、これらすべての眼鏡は、富士メガネ (北海道、札幌) に依頼し作成した。

到達運動は、開始位置から視標に触れて、再度開始位置に戻るまでを1回と数え、反復到達運動の前半または後半として、参加者には、左右交互に計80回繰り返すよう指示

が与えられた。その際、視標に向けた到達運動は、できるだけ速く、かつ正確に行うよう説明が加えられた。

2) OLP 課題

反復到達運動課題による目と手の協調性の変化を調べるために、OLP課題を採用し、前半80回の反復到達運動開始前 (以下、前半開始前)、その終了後かつ後半80回の反復到達運動前 (以下、前半終了後)、後半80回の反復到達運動終了後 (以下、後半終了後) に実施した。

この課題では、参加者は、提示された視標の位置を覚えた後に閉眼し、閉眼のまま、その覚えた視標位置を右示指で指し示すことが求められた。視標として、反復到達運動課題と同じ位置に設置されたタブレットPCの画面中央に直径10 mmの赤色の円を提示した。その際、画面背景は黒色とした。

到達位置記録するために、参加者が閉眼し到達運動を開始する前に、検査者はタブレット上にA4用紙を設置した。参加者の右示指指尖中央が指し示す位置をその紙面上に検査者がボールペンで記録し、それが終わると、その用紙を取り去り、参加者に開眼してもらった。本課題は10試行で構成され、得られた結果は、参加者の体幹正中線から示指の到達位置までの垂直距離をmm単位で計測し、到達点が正中線より右に位置している場合は+値、左に位置している場合は-値とした。全10試行の平均値を各参加者の成績とした。

3) LB 課題

反復到達運動が参加者の空間性注意機能に及ぼす影響を評価するために、LB課題を採用し、前半開始前と後半終了後に実施した。なお、前半の反復到達運動によるPA効果が減少・消失してしまう可能性が考えられたため、前半終了後にLB課題を実施しなかった。本研究のLB課題では、参加者は、右手で把持した専用のタブレットペンで、提示された水平な線分に印を付けて二等分することが求められた。タブレットPCは、その画面の中心が参加者の体幹正中矢状面上で、かつ体幹から20 cm離れた位置となるように、机上に設置した。採用した線分の長さは、200 mmと50 mmであり、いずれも2 mmの太さとした。線分は黒色で背景は白色とした。各線分は、その中点がタブレットPCの画面中心と一致するように1本ずつ表示された。各線分は交互に10回提示された。

各試行の結果は、線分の真の midpoint からの偏倚量をmm単位で計測し、そこから右側へ偏倚を+値、左側へ偏倚を-値として記録した。そして、主観的 midpoint の平均値を線分長ごとに算出し、これを各参加者の成績とした。

4) 効果解消課題と休憩

1つ目の条件で行った反復到達運動課題の効果が、次の条件での課題遂行に影響が及ばないように、効果解消課題を実施した。この課題では、LB課題と同じ位置にタブレットPCが設置され、参加者はタブレットPCの画面上に疑似ランダムに表示される視標に対して、右示指を用いて到達

運動を50回行うことが求められた。視標は直径10mmの緑色の円形で、黒色の背景に1秒間、任意の位置にランダムに表示された。視標の提示時間は、1秒間で次の視標が提示されるまでの間隔は1秒間とした。

上述の効果解消課題の終了後、参加者は10分間の休憩として、椅子座位にて安静を保つことが求められた。

3. データ分析／解析方法

1) サンプルサイズの算出

本研究は統計ソフトG*Power 3.1.9.4を使用し、サンプルサイズを算出した。分析対象は、反復到達運動の実施条件間(R-L条件, F-L条件)、および測定時期(OLP課題であれば、前半開始前、前半終了後、後半終了後、LB課題であれば、前半開始前、後半終了後)におけるOLP課題の結果とLB課題の各線分長に対する結果の比較であった。分析方法を繰り返しのある二元配置分散分析とし、効果量を0.25、有意水準を0.05、検出力を0.8、水準間の相関を0.5、群数を2、測定回数を2または3、非球面性修正を1と設定した。要因内の検定、交互作用の検定のそれぞれにおける最大値が34であったため、各条件で最低限必要なサンプルサイズを17名とした。本研究では、分析対象者から除外される参加者が含まれても、検定力が弱まらないように、参加者数を22名とした。

2) 統計学的手法

OLP課題では反復到達運動の実施条件(R-L条件, F-L条件)を独立変数、測定時期(前半開始前、前半終了後、後半終了後)を従属変数として繰り返しのある二元配置分散分析を実施した。LB課題では、50mmと200mmの線分長ごとに、反復到達運動の実施条件(R-L条件, F-L条件)を独立変数、測定時期(前半開始前、後半終了後)を従属変数として繰り返しのある二元配置分散分析を実施した。交互作用が有意である場合はSidakの方法で単純主効果の検定を行った。

健常者のPA効果を検討したBerberovicら¹³⁾は、参加者16名の検査結果が、一様ではないことを報告している。その為、本研究でもPA効果は、実施条件によって個人差が生じる可能性があると考え、条件ごとに実施した前半開始前と後半終了後の200mmの線分に対するLB課題の結果をt検定または、Wilcoxon順位和検定で個別に分析した。50mmの線分に対するPA効果は、USN患者のcrossover effect¹⁵⁾のように期待される方向と逆向きの偏倚をもたらす可能性が考えられるため、分析対象から除外した。

統計ソフトはSPSS statistics 25.0(日本IBM)を使用し、有意水準は0.05とした。

4. 倫理的配慮

本研究は、ヘルシンキ宣言および厚生労働省・文部科学省の人を対象とする医学系研究に関する倫理指針に基づき、実施した。また、本研究は札幌医科大学倫理委員会の

承認を得た上で実施した(承認番号30-2-29)。

本研究のデータの収集・測定に際して、参加者に口頭及び同意説明文書にて十分に説明し、承諾を得た場合に研究協力同意書に署名を求めた。研究協力同意書に署名した参加者より、同意撤回の申し出があった場合は、研究協力同意撤回書への署名により、撤回期限内であればその申し出を承諾し、既に収集した情報があればそれを消去するものとした。また、不参加や撤回による不利益は生じないことを保証した。

III. 結果

1. OLP課題

分析の結果、主効果が認められたのは、測定時期であった(前半開始前: $6.3 \pm 12.6\text{mm}$, 前半終了後: $-2.2 \pm 18.7\text{mm}$, 後半終了後: $22 \pm 15.9\text{mm}$, $F_{2,42} = 44.314$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.678$ 。測定時期の群間比較: 前半終了後-前半開始前 $p=0.010$, 95%平均差信頼区間: 1.834 ~ 15.184。後半終了後-前半終了後 $p < 0.001$, 95%平均差信頼区間: 17.665 ~ 32.281。後半終了後-前半開始前 $p < 0.001$, 95%平均差信頼区間: 9.475 ~ 23.452)。さらに、交互作用も認められ($F_{2,42} = 4.831$, $p = 0.013$, $\eta^2 = 0.187$)、Sidakを用いた多重比較の結果、前半終了後に、F-L条件の結果よりもR-L条件の結果が、有意に左へ偏倚していたことが明らかとなった(表1)。一方、反復到達運動条件では、主効果は認められなかった($F_{1,21} = 3.442$, $p = 0.078$, 95%平均差信頼区間: -0.462 ~ 8.111, $\eta^2 = 0.141$)。

2. LB課題

50mmの線分および200mmの線分の結果に対する統計処理からは、いずれの結果においても、測定時期に主効果が認められ、前半開始前に比べて後半終了後の主観的中点は有意に右へ偏倚したことが明らかとなった(50mmの線分 前半開始前: $-0.18 \pm 0.78\text{mm}$, 後半終了後: $0.02 \pm 0.83\text{mm}$, $F_{1,21} = 6.219$, $p = 0.020$, 95%平均差信頼区間: 0.034 ~ 0.370, $\eta^2 = 0.228$ 。200mmの線分 前半開始前: $0.46 \pm 2.41\text{mm}$, 後半終了後: $0.91 \pm 2.33\text{mm}$, $F_{1,21} = 5.028$, $p = 0.036$, 95%平均差信頼区間: 0.033 ~ 0.870, $\eta^2 = 0.193$)。しかし、反復到達運動課題の条件による主効果や、交互作用は認められなかった(50mmの線分 反復到達運動課題の条件: $F_{1,21} = 5.498$, $p = 0.654$, 95%平均差信頼区間: -0.397 ~ 0.255, $\eta^2 = 0.207$, 交互作用: $F_{1,21} = 0.297$, $p = 0.591$, $\eta^2 = 0.014$ 。200mmの線分 反復到達運動課題の条件: $F_{1,21} = 0.152$, $p = 0.701$, 95%平均差信頼区間: 0.748 ~ 0.513, $\eta^2 = 0.007$, 交互作用: $F_{1,21} = 0.043$, $p = 0.839$, $\eta^2 = 0.002$) (表2)。

右方偏倚プリズム眼鏡を用いた反復到達運動課題は、それに続く左方偏倚プリズム眼鏡を用いた同課題の順応効果に影響を及ぼすのか? : 健常若年者を対象とした前臨床研究

表 1 open-loop pointing 課題の結果 (mm)

	前半開始前	前半終了後*	後半終了後
R-L条件	7.0 ± 12.4	-8.1 ± 20.1	22.3 ± 15.7
F-L条件	5.7 ± 13.0	3.7 ± 15.5	23.2 ± 16.5
p値	0.648	0.011	0.725
95%平均差信頼区間	-7.183~4.565	2.965~20.708	-4.567~6.458

※各測定時期の結果に有意差あり

* 前半終了後のR-L条件とF-L条件の結果に有意差あり

表 2 線分二等分課題の結果 (mm)

		反復到達運動課題 前半開始前	反復到達運動課題 後半終了後
50mm	R-L条件	-0.12±0.76	0.03±0.90
	F-L条件	-0.24±0.82	0.01±0.77
200mm	R-L条件	0.50±2.52	0.99±2.39
	F-L条件	0.42±2.34	0.83±2.32

50mm及び200mmの線分において、測定時期に主効果あり(いずれも $p < 0.05$)

表 3 個別分析の結果 (mm) : 200mm の線分に対する線分二等分課題

参加者	年齢	性別	実施順序	R-L条件			F-L条件		
				前半開始前	後半終了後	p値	前半開始前	後半終了後	p値
1	33	男	R-L, F-L	0.8±1.0	1.5±1.9	0.18	3.0±1.5	2.9±1.7	0.80
2	33	男	F-L, R-L	1.2±1.3	1.4±0.9	0.14	1.3±1.5	2.4±1.6	0.14
3	26	男	R-L, F-L	2.7±1.4	4.0±1.7	0.12	4.0±1.1	4.3±1.3	0.55
4	23	女	F-L, R-L	4.6±2.1	4.2±1.9	0.61	5.2±1.9	4.1±2.3	0.26
5	28	男	R-L, F-L	2.6±0.6	1.7±1.5	0.11	-0.4±1.4	-0.8±2.1	0.52
6	23	女	F-L, R-L	-0.8±2.4	0.8±1.2	0.11	0.8±2.2	-0.4±1.6	0.16
7	31	男	R-L, F-L	2.2±1.7	2.1±1.2	0.83	0.2±1.1	0.5±1.0	0.44
8	25	男	F-L, R-L	-2.9±1.1	-2.1±0.9	0.07	-3.2±1.4	-3.0±1.0	0.85
9	30	男	R-L, F-L	0.2±1.7	0.3±1.8	0.71	-1.6±2.5	0.3±1.3	0.11
10	24	男	F-L, R-L	1.2±0.9	3.3±1.9	0.03	-0.9±1.7	0.8±1.4	0.06
11	24	男	F-L, R-L	2.0±1.7	4.6±1.6	<0.01	4.8±3.4	3.9±1.7	0.43
12	23	男	R-L, F-L	-0.3±1.5	-2.0±1.6	0.02	-1.7±1.2	-1.0±1.2	0.26
13	24	女	F-L, R-L	3.0±2.2	2.7±2.6	0.64	1.1±2.7	4.0±1.9	0.01
14	24	女	R-L, F-L	-0.5±2.3	-1.5±1.7	0.22	-0.5±1.7	-1.6±1.5	0.02
15	24	女	F-L, R-L	-0.2±1.1	0.5±1.1	0.12	-0.5±1.2	-0.8±1.3	0.48
16	26	男	R-L, F-L	-0.7±2.1	-1.1±1.0	0.36	0.8±2.1	1.6±1.7	0.33
17	25	男	F-L, R-L	2.0±1.5	1.1±1.6	0.31	1.4±1.7	4.1±0.9	<0.01
18	25	女	R-L, F-L	0.4±3.5	-0.1±1.5	0.73	-0.2±1.1	1.3±2.4	0.11
19	27	男	F-L, R-L	3.6±1.2	4.3±1.9	0.52	2.3±1.8	2.1±2.5	0.94
20	25	男	R-L, F-L	-6.0±2.5	-2.8±1.2	<0.01	-3.8±1.6	-1.8±1.0	0.01
21	22	男	F-L, R-L	0.2±0.5	1.0±0.8	0.03	-1.0±0.9	-0.9±0.7	0.86
22	22	女	R-L, F-L	-4.4±1.7	-3.0±3.4	0.24	-0.7±1.9	-1.1±2.1	0.55

※ 枠で囲まれた箇所は、主観的中点が有意に右方へ偏倚した結果を示す。

斜字の箇所は、逆説的に有意な左方偏倚を認めた結果を示す。

3. 200 mmの線分二等分課題の結果に対する個別分析

Wilcoxon 順位和検定で分析した各参加者の条件ごとの結果を表3に示す。前半開始前の成績と比べて有意な側方偏倚を認めた参加者の結果は次の通りである。両条件において主観的中点が右方に偏倚したのは1名(参加者20)のみであった。R-L条件でのみ主観的中点が側方に偏倚した

のは、4名であり、そのうち3名(参加者10, 11, 21)の主観的中点は右方へ偏倚し、残り1名(参加者12)のそれは、左方へ偏倚した。一方、F-L条件でのみ主観的中点の側方偏倚を認めたのは3名であり、そのうち2名(参加者13, 17)の主観的中点は右方へ偏倚し、残り1名(参加者14)のそれは、左方へ偏倚した。

IV. 考察

本研究では、健常若年者を対象に、2条件の反復到達運動課題によるPA効果をOLP課題とLB課題を用いて検証した。OLP課題の結果から、前半の反復到達運動終了後に、F-L条件に比べてR-L条件でのOLP課題成績が、有意に左へ偏倚したことが明らかとなった。ただし、後半の反復到達運動の終了後の反応位置には、条件間の差を認めなかった。また、50mmと200mmの線分を用いたLB課題の結果では、線分長に関わらず両条件ともに、反復到達運動課題の開始前に比べて、その終了後に、主観的中点の有意な右方偏倚を認めた。以上のことから、反復到達運動課題の前半開始前と、後半終了後のOLP課題及びLB課題の結果を比較すると、本研究で採用した2条件の反復到達運動課題のPA効果の間に違いのないことが明らかとなった。ただし、200mmの線分に対するLB課題の結果を個別に分析したところ、反復到達運動課題の条件によってPA効果の出現に差異が生じていたことが明らかとなった。

OLP課題の成績では、前半の反復到達運動が終了した時点で、条件間の差が認められていた。しかし、その後の左プリズム眼鏡を着用した反復到達運動の実施によって、その差が認められなくなっている。ただし、両条件ともに反復到達運動の実施前に比べて、到達位置は、有意に右へ偏倚していた。これらの結果は、後半に着用した左プリズム眼鏡への順応効果のみを反映したものであると考えられる。R-L条件の前半の反復到達運動によって、右プリズム眼鏡の視覚環境に順応していれば、その影響により、後半の反復到達運動を開始した直後には、参加者は、到達位置が視標よりも大きく左にずれることを経験していたものと推察する。しかし、後半の反復到達運動課題として、各参加者は、左プリズム眼鏡の視覚環境下で到達運動を80回繰り返したことから、左プリズム眼鏡の視覚環境に順応した目と手の協調関係に修正・変更され、その結果がOLP課題に反映されたものと考えられる。また、F-L条件においては、前半終了後に、OLP課題での到達位置の側方偏倚は認められていないため、後半の反復到達運動実施による効果そのものがOLP課題に反映されていると考える。

OLP課題での成績変化の程度は、LB課題の成績変化のそれとは、相関しないことがこれまでに報告されている¹⁶⁾。そのため、本研究では、OLP課題の結果との対応は検討せずにLB課題の結果を考察する。本研究で採用したLB課題の結果から、両条件の反復到達運動の終了後に、50mmと200mmの線分上の主観的中点が右へ偏倚したことが明らかとなった。OLP課題では、目と手の協調性に変化が生じ、到達位置の右方偏倚が生じていることが確認されている。LB課題でも主観的中点の右方偏倚が認められたことから、左プリズム眼鏡を着用した後半の反復到達運動課題の実施によって、参加者の空間に対する注意配分が右側に偏ったも

のと推察する。ただし、LB課題における個別分析の結果を見ると、F-L条件とR-L条件の双方で、PA効果を認めたのは、1名のみであり、R-L条件でのみ主観的中点が右方へ偏倚したのは3名、F-L条件でのみその偏倚を認めたのは2名であった。この結果は、反復到達運動の条件によって得られる効果が、個人によって異なる場合があることを示している。

R-L条件でのみPA効果が認められた参加者では、F-L条件でのそれは認められていない。よって、R-L条件の前半に実施した右プリズム眼鏡をかけた反復到達運動課題が、後半の順応効果を促進させた可能性が高いと考えられる。ただし、前半の反復到達運動終了後には、その効果を減衰させないために、LB課題は実施していないことから、前半終了後の注意配分の偏りがどのようになっていたのかは不明である。

一方、F-L条件でのみPA効果が認められた参加者では、R-L条件で右プリズム眼鏡に対する順応が得られやすく、かつ、その効果の持続性があったのではないかと推察する。そのため、後半の反復到達運動で左プリズム眼鏡に順応しようとしても、前半の順応効果がそれを妨げ、後半の順応効果に打ち消されところで反復到達運動が終了したと考えられると、R-L条件でPA効果が生じなかったことが説明できる。

また、両条件でLB課題の主観的中点が右方へ偏倚した場合には、前半の反復到達運動による影響を受けずに、後半の反復到達運動の効果のみが現れたとすれば、結果を解釈することができる。

どちら一方の条件で、主観的中点の右方偏倚を認めた参加者の性別や年齢をみるとR-L条件では、全て男性で年齢は、22歳1名、24歳2名、F-L条件では、女性1名24歳、男1名25歳であった。年齢については、明らかな違いはないこと、そして、本研究では、男性15名、女性7名と男性参加者が多いことがあるため、性差の影響を論じることは本研究では困難である。左USN患者の報告でも、Rousseauxら¹²⁾の報告では、性別問わず、PA効果が認められていないことから、性別による影響もないと考える。

さらに、これらの参加者のうち、1回目の反復到達運動課題でPA効果を認めた2名と、2回目でPA効果を認めた3名は、いずれもF-L条件、R-L条件の実施順で課題に取り組んでいた。このことは、実施する課題条件の順序とPA効果の出現に関連性がある可能性を示唆している。ただし、両条件でPA効果を認めた1名の参加者は、R-L条件、F-L条件の順で課題を実施していたため、課題条件の実施順序とその効果との関係については、更なる検討が必要である。

例外的なPA効果として、主観的中点が左へ偏倚した参加者が各条件で1名ずつ、計2名存在していた。この現象は、Berberovicら¹³⁾の研究でも報告されている。典型的な左USN患者が200mmのLB課題を実施した時に、主観的中点はその中点より右へずれる。しかし、右半球損傷の患者であっても、この長さの線分に対する主観的中点が左へ偏

倚することが起こりえる。これは、“病巣同側無視”と呼ばれている現象であり、前頭葉と皮質下の損傷に関連する現象であることが明らかとなっている¹⁷⁾。これら2名の参加者の結果も、他の参加者と同じように左プリズム眼鏡への順応課題によって生じていることから、病巣同側無視に類似した現象が生じていたのではないかと推察する。

本研究結果から、対象者によってPA効果の得られやすい反復到達運動課題の条件があることが明らかとなった。今後は、偏倚方向の異なるプリズム眼鏡を連続使用した反復到達運動課題が左USN患者に対しても、有効な手段となりえるのか検証が必要である。その際、F-L条件とR-L条件に対する感受性の違いを明らかにすることは、PA課題の選定や脳の可塑性を理解するのに役立つ情報が得られるものと考えられる。

V. 研究限界

本研究では、反復到達運動課題中に到達位置の記録をしていないため、到達位置の経時的変化については、知ることができない。また、反復到達運動の前半終了後に、LB課題を実施していないので、その時点で、空間に対する注意配分に偏りが生じていたのかは知ることができない。加えて、参加者によって、反復到達運動条件による効果が異なって出現したが、その背景要因や効果機序を検討するための情報を収集していないため、これらの理由を知ることができない。

利益相反および公的研究費の開示

本研究に際し、開示すべき利益相反状態は存在しない。

引用文献

- 1) Heilman KM, Watson RT, Valenstein E: Clinical Neuropsychology 3rd ed. New York, Oxford University Press, 1993, p279-336.
- 2) Mesulam M-M: Principles of behavioral and Cognitive Neurology 2nd ed. New York, Oxford University Press, 2000, p174-256.
- 3) Sea MJC, Henderson A, Cermak SA: Patterns of visual spatial inattention and their functional significance in stroke patients. Arch Phys Med Rehabil 74: 355-360, 1993
- 4) Rossetti Y, Rode G, Pisella L, et al.: Prism adaptation to a rightward optical deviation rehabilitates left hemispatial neglect. Nature 395: 166-169, 1998
- 5) Jacquin-Courtois S, Rode G, Pisella L, et al.: Wheelchair driving improvement following visuo-manual prism adaptation. Cortex 44: 90-96, 2008
- 6) Tilikete C, Rode G, Rossetti Y, et al.: Prism adaptation to rightward optical deviation improves postural

- imbalance in left-hemiparetic patients. Curr Biol 11: 524-258, 2001
- 7) Rode G, Rossetti Y, Boisson D: Prism adaptation improves representational neglect. Neuropsychologia 39: 1250-1254, 2001
- 8) Frassinetti F, Angeli V, Meneghello F, et al.: Long-lasting amelioration of visuospatial neglect by prism adaptation. Brain 125: 608-623, 2002
- 9) Shiraishi H, Yamakawa Y, Itou A, et al.: Long-term effects of prism adaptation on chronic neglect after stroke. NeuroRehabilitation 23: 137-51, 2008
- 10) Striemer CL, Borza CA: Prism adaptation speeds reach initiation in the direction of the prism after-effect. Exp Brain Res 235: 3193-3206, 2017.
- 11) 太田久晶,村上育子,谷口百恵,他.: 改定版プリズム順応課題による左半側空間無視の症状改善について. 北海道作業療法 21: 2-6, 2004
- 12) Rousseaux M, Bernati T, Saj A, et al.: Ineffectiveness of prism adaptation on spatial neglect signs. Stroke 37: 542-354,2006
- 13) Berberovic N, Mattingley JB: Effects of prismatic adaptation on judgements of spatial extent in peripersonal and extrapersonal space. Neuropsychologia 41: 493-503, 2003
- 14) Girardi M, McIntosh RD, Michel C, et al.: Sensorimotor effects on central space representation: prism adaptation influences haptic and visual representations in normal subjects. Neuropsychologia 42: 1477-87, 2004
- 15) Marshall JC, Halligan PW: When right goes left: an investigation of line bisection in a case of visual neglect. Cortex 25: 503-515, 1989
- 16) Pisella L, Rode G, Farnè A, et al.: Dissociated long lasting improvements of straight-ahead pointing and line bisection tasks in two hemineglect patients. Neuropsychologia 40: 327-334, 2002
- 17) Sacchetti DL, Goedert KM, Foundas AL, et al.: Ipsilesional neglect: behavioral and anatomical correlates. Neuropsychology 29: 183-90, 2015