半側空間無視例の車椅子操作に対する プリズム順応法の効果

*The Effect of Prism Adaptation for Wheel-Chair Navigation in the Patients
with Unilateral Spatial Neglect*

渡辺 学¹⁾ 網本 和²⁾

SATORU WATANABE, RPT, MS¹⁾, KAZU AMIMOTO, RPT, PhD²⁾

¹⁾ Rehabilitation Center, Kitasato University Kitasato Institute Medical Center Hospital: 6-100 Arai, Kitamoto City, Saitama 364-8501, Japan. TEL +81 48-593-1212

²⁾ Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University

Rigakuryoho Kagaku 23(6): 693-698, 2008. Submitted Jan. 16, 2008. Accepted Jun. 6, 2008.

ABSTRACT: [Purpose] Prism adaptation has attracted attention as an effective therapeutic approach for unilateral spatial neglect, but few studies have investigated the generalization of effects on activities of daily living. [Subjects and Methods] Five patients with unilateral spatial neglect participated in this study. We examined whether wheel-chair navigation ability was improved by prism adaptation. [Results] The results showed that patients with subcortical lesions in the front parietal area showed good improvement in the navigation tasks after prism adaptation therapy whereas patients with cortical lesions in temporoparietal regions showed little change in their navigation abilities. [Conclusion] These results suggest that prism adaptation would improve the abilities of wheel-chair navigation in the cases in which function of left hemisphere is used greatly.

Key words: unilateral spatial neglect, prism adaptation, generalization

要旨: [目的] 半側空間無視に対する治療法については、効果の持続性と課題以外への汎化がみられるプリズム順応法が注目されているが、日常生活動作への影響については報告が少ない。本研究ではプリズム順応法が車椅子操作能力に効果が般化するか検討した。[対象と方法] 左半側空間無視5例にプリズム順応法を行いその前後で車椅子による目標到達課題を行った。[結果] 病巣が前頭-頭頂葉皮質下の症例で改善が良好であったが、下頭頂葉と上側頭回の皮質病変の症例では車椅子操作への効果は少なかった。[結語] プリズム順応は病巣部位により効果が異なるが、皮質下病変により左大脳半球機能が過剰に作用している症例には、プリズム順応法の効果が般化する可能性が示唆された。

キーワード: 半側空間無視, プリズム順応, 般化

¹⁾ 北里大学北里研究所メディカルセンター病院 リハビリテーションセンター: 埼玉県北本市荒井6-100 (〒364-8501) TEL 048-593-1212

²⁾ 首都大学東京 健康福祉学部

受付日 2008年1月16日 受理日 2008年6月6日

I. はじめに

半側空間無視 (unilateral spatial neglect ; USN) は、脳血管障害の合併症としてしばしば遭遇するが、個々の症例によりその症状が多様であり、また日常生活の自立を妨げる原因となる。これまでUSNに対して数多くの治療法が提唱されてきたが、効果が治療中もしくは治療直後までしか持続しないことや、効果の般化が得られにくいものがほとんどである¹⁾。このため日常生活においては環境整備や介護者の援助でUSNによる障害を補いつつ生活せざるを得ないことが多い²⁾。

これらの問題点に対して、右に視野が偏光するプリズムレンズを利用したプリズム順応法 (prism adaptation ; PA) は、1回わずか5分程度の治療介入によりその効果が介入後4時間以上続くこと³⁾や、治療で用いる課題 (リーチ動作) 以外にも般化がみられること⁴⁾から、現在USNに対して最も有効な治療法とされており多くの追跡研究が行われてきた。日常生活動作への般化については、Jacquin ら⁵⁾が車椅子操作の時間が短縮したと報告しているが、彼らの研究では対象が1症例のみで、しかもその対象属性や実験方法について詳細には述べられていない。

そこで本研究では、車椅子操作に対するPAの効果を、重症度や病巣部位が異なるUSN例を対象に調査し、PAの効果が日常生活動作に般化するのか、またどのよう

なUSN例に有効かを検証することを目的とした。

II. 対象と方法

1. 対象

左USNを合併する急性期脳血管障害患者5例 (平均年齢74.2±9.4歳、発症からの平均経過日数16.8±11.3日、全例右利き) を対象とした (表1)。対象の選択は、右上下肢での車椅子操作が自力で可能なものとした。USNの判定には、網本らの報告⁶⁾を参考に臨床的USN検査 (2点発見、線分抹消試験、線分二等分試験、視覚消去検査) のいずれか1つでも陽性を示したものとした。

症例Aは65歳の男性で、アテローム血栓性脳梗塞であった。MRI画像にて、右上・中側頭回、右下頭頂小葉領域に病巣を認めた。運動麻痺は下肢Brunnstrom recovery stage (以下BRS) VIと軽度で、感覚障害は軽度であった。視野は下1/4盲を呈していた。USNは線分二等分試験、視覚的消去現象において陽性で知覚型の無視タイプを示した。病態失認、身体失認は認めなかった。

症例Bは68歳の男性で、アテローム血栓性脳梗塞であった。MRI画像にて、右運動前野、右弁蓋部、右島、右上側頭回に病巣を認めた。運動麻痺は下肢BRS VIと軽度で、感覚障害は軽度であった。視野は正常であった。USNは視覚的消去現象のみ陽性で、遂行型の無視を示した。病態失認、身体失認は認めなかった。

表1 各症例の属性

症例	性別	年齢 (歳)	利き 手	発症 からの 経過 日数	病型	病巣	麻痺 側	運動麻痺		感覚 障害	半盲	臨床的半側空間無視試験				USNの タイプ
								上肢 BRS	下肢 BRS			視覚 的 消去	線分 二等分 試験	線分 抹消 試験	2点 発見	
A	男性	65	右	28	脳梗塞	右上・中側頭回、 下頭頂小葉部皮質下	左	VI	VI	軽度	下1/4盲	(+)	(+)	(-)	(-)	知覚型
B	男性	68	右	5	脳梗塞	運動前野、弁蓋部、 島、上側頭回前方	左	VI	VI	軽度	なし	(+)	(-)	(-)	(-)	遂行型
C	女性	89	右	15	脳梗塞	頭頂葉広範、 上側頭回後方	左	VI	VI	なし	1/2盲	(+)	(+)	(+)	(-)	知覚型
D	女性	79	右	29	脳梗塞	前頭葉から 頭頂葉にかけての 境界領域に広範	左	II	V	中等度	なし	(+)	(+)	(-)	(-)	知覚型
E	男性	72	右	7	脳梗塞	頭頂葉広範、 背側補足運動野と 被殻外側に小梗塞	左	III	VI	中等度	下1/4盲	(+)	(+)	(+)	(-)	知覚型

BRS : Brunnstrom recovery stage

線分二等分試験は線分長 200 mm, 線分抹消試験は 40 本を使用

症例Cは89歳の女性で、アテローム血栓性脳梗塞であった。MRI画像にて、下頭頂小葉を含む右頭頂葉広範、右上側頭回後方に皮質に病巣を認めた。運動麻痺は下肢BRS VIと軽度で、感覚障害は認めなかった。視野は左半盲を呈していた。USNは4つの試験全てにおいて陽性で、知覚型の無視タイプを示した。病態失認、身体失認は認めなかった。

症例Dは79歳の女性で、アテローム血栓性脳梗塞であった。MRI画像にて、右前頭葉から頭頂葉にかけての境界領域に広範な病巣を認めた。運動麻痺は上肢BRS II 下肢BRS Vで、感覚障害が中等度であった。視野障害は認めなかった。USNは線分二等分試験、視覚的消去現象において陽性で、知覚型の無視を示した。病態失認、身体失認は認めなかった。

症例Eは72歳の男性で、心原性塞栓性脳梗塞であった。MRI画像にて、下頭頂小葉を含む右頭頂葉広範を中心とした病巣と、右背側補足運動野と右被殻外側に小梗塞を認めた。運動麻痺は上肢BRS III 下肢BRS VIで、感覚障害は中等度であった。視野は下1/4盲を呈していた。USNは線分抹消試験、線分二等分試験、視覚的消去現象で陽性で、知覚型の無視を示した。病態失認、身体失認は認めなかった。

実験を開始する前に対象者全員に研究の主旨を説明し、協力の同意を書面にて確認した。なお、研究計画についてはあらかじめ首都大学東京人間健康科学研究科研究倫理審査委員会で審議され受理された（受理番号：05046）。

2. 方法

対象はいずれも通常理学療法介入により車椅子操作が自力で可能になった時点で実験を行った。介入方法であるPAは、視野が右に約10°偏光するプリズムレンズの付いた眼鏡（図1）を装着しながらリーチ動作を行い、レンズを通した目標の位置と実際の目標の位置との視覚的誤差に対してリーチ方向の修正を学習することにより、プリズムレンズを外した後も注意の方向が左にシフトすることを利用したものである。対象者は周囲がカーテンで仕切られ、視覚的、聴覚的刺激をできるだけ排除した空間で車椅子に着座し体幹が直立位を保つように固定した。リーチ動作は網本らの方法⁷⁾を参考に、テーブルの上面と下面の同じ位置にロッドを垂直に取り付け、テーブル上面のロッドを目標に、下面のロッドを右手で素早く握るものとし、これを50回反復して行った。テーブルの高さは対象者の肩の高さとし、上肢の動きが見えないように頸からテーブル

図1 プリズムレンズ

図2 プリズム順応法

前縁までを布で覆った。検査者は対象者に口頭で課題手順を説明したあと、閉眼させプリズム眼鏡を装着した。次に開眼させ、検査者の合図によりリーチを開始し、ロッドを握ることができたら右手を右膝まで戻し、再びロッドを握らせた。ロッドを握り損ねた場合には探索するように求めた（図2）。

PAが車椅子操作に及ぼす影響を検討するため、PAを実施する直前と直後に、車椅子を目標に向かって操作する車椅子目標到達課題（WG課題、図3）と、車椅子を前方に配置された2つの目印の中央に向かって操作する車椅子二等分課題（WB課題、図4）を行った。WG課題は、スタートラインから前方7mの位置に左右2カ所ずつ、合計4カ所に円錐の目印を配置し、このうち3つは赤色、残り1つは目標となる黄色を使用した。対象者にはアイマスクをかけてから黄色の目標の配置を変え、その後アイマスクを外した時点を運動開始とし、目標となる黄色の目印に向かって車椅子を操作させた。目標は、4カ所のうちで左右交互に対称的になる

図3 車椅子目標到達課題 (WG課題)

図4 車椅子二等分課題 (WB課題)

ようにランダムに配置した。目標に到達したところで車椅子を停止させ、このとき目印の手前1mの位置に引いた測定用の直線上を、車椅子後方に取り付けられた印が通過した位置と通過までの所要時間を記録した。通過地点は、運動開始地点と目標位置とを結んだ直線と測定用直線との交点を基準として、これとの誤差を測定し右偏倚を(+)として1cm単位で記録し、これを到達位置とした。所要時間は0.1秒単位で記録し、これを到達時間とした。記録後、車椅子を運動開始地点に戻して課題を繰り返し、4カ所の目標位置に対して1回ずつ合計4回行った。WB課題は、WG課題で用いた実験セットのうち外側2つの目印を用いて行った(2つとも赤色、間隔5m)。対象者には前方に目印が2つ見えるか確認した後、2つの目印の二等分点と思う位置を目指して車椅子を操作させた。この時、目印の手前1mのところにある測定用直線に車椅子後方に取り付けられた印が通過した位置を測定した。2つの目印の客観的二等分点と車椅子が通過した位置との誤差距離を、右偏倚を(+)として1cm単位で記録した。記録後、検査者は対象者の車椅子を運動開始地点まで戻して課題を繰り返し、合計4回行った。

車椅子操作以外にUSNに対するPAの効果を調べるため、主観的に身体のまっすぐ前がどの方向かを検査する身体正中定位課題(SA課題)¹⁾と、USNの机上検査の一つである線分二等分試験(LB試験)を行った。

測定手順はPA実施後において視覚的に再修正(脱順応)される影響が少ないように、SA課題、LB試験、WB

課題、WG課題の順序で行った。またWG課題は目標位置を症例間でもランダムにすることにより脱順応による結果への影響をできるだけ排除した。

III. 結果

各症例のPA実施前後におけるWG課題、WB課題の成績を表2に、SA課題、LB試験の成績を表3に示す。

症例Aは、車椅子到達時間がいずれも短縮し、到達位置はWG課題における左外目標では左への誤差が大きくなった。WB課題はPA前1cm、PA後6cmと誤差はわずかであった。SA課題は20mm、LB課題は13mmと右に偏倚していたのが、PA後SA課題で-3mm、LB課題で-9mmと左にシフトした。

症例Bは、車椅子到達時間がいずれも短縮した。到達位置はWG課題における左外目標では誤差が小さくなった。WB課題ではPA実施前で既に-19cmと左に偏倚していたが、PA後-34cmとさらに左への誤差が大きくなった。SA課題はPA前-29mmからPA後-56mmと左への誤差が大きくなり、LB試験ではPA後15mmと右側へ偏倚した。

症例Cは、車椅子到達時間がWG課題における左外の目標でPA後に延長した。到達位置はWG課題の左外目標は誤差が大きくなり、WB課題ではPA前79cmからPA後68cmと誤差が小さくなった。SA課題はPA後右に誤差が大きくなり、LB試験は中点に近づくなど、課題間でのばらつきがみられた。

表2 症例毎の車椅子操作課題の成績変化

			平均	左外	左内	右内	右外
症例 A	WG 課題	到達時間	11 / 19.3	12.4 / 39.7	10.2 / 12	9.3 / 12.5	12.1 / 13.1
		距離誤差	-13.3 / -17.3	-41 / -55	-31 / -37	29 / 26	-10 / -3
	WB 課題	距離誤差	1 / 6				
症例 B	WG 課題	到達時間	10.8 / 13.7	11.7 / 13.9	9.5 / 15.5	10.2 / 12.9	11.6 / 12.5
		距離誤差	-17.3 / -12.3	-17 / -9	-19 / -7	-21 / -13	-12 / -20
	WB 課題	距離誤差	-19 / -34				
症例 C	WG 課題	到達時間	18.1 / 15.3	32.4 / 15.6	10.8 / 14.7	10.5 / 13.9	18.6 / 17.1
		距離誤差	16.8 / 4.8	16 / 25	41 / 7	15 / 2	-5 / -15
	WB 課題	距離誤差	79 / 68				
症例 D	WG 課題	到達時間	20 / 28.5	21.6 / 37.9	17.2 / 22.2	17 / 21.8	24.2 / 32
		距離誤差	8.8 / 5	-10 / -4	21 / 6	19 / 14	5 / 4
	WB 課題	距離誤差	96 / 45				
症例 E	WG 課題	到達時間	15.6 / 13.8	15 / 13.1	15 / 13.6	15.6 / 15.3	16.6 / 13.3
		距離誤差	0.5 / 0.3	7 / 3	2 / 7	5 / 1	-12 / -10
	WB 課題	距離誤差	73 / 45				

PA 前 / PA 後

到達時間：秒，距離誤差：cm，(-) は左偏倚

表3 症例毎のPAによるUSN検査の成績変化

症例	SA 課題 誤差 (cm)	LB 課題 誤差 (mm)
A	20.0 / -3.0	13.0 / -9.0
B	-29.0 / -56.0	1.0 / 15.0
C	3.0 / 15.5	16.0 / 2.0
D	16.8 / -52.7	0.0 / 6.0
E	78.0 / -14.5	24.0 / 36.0

PA 前 / PA 後

(-) は左偏倚

症例Dは、車椅子到達時間がPA後いずれも短縮した。到達位置はWG課題でいずれの目標位置に対してもPA後誤差が小さくなり、WB課題でもPA前は96 cmと大きく右に偏倚していたが、PA後45 cmと改善をみせた。SA課題ではPA前16.8 mmからPA後-52.7 mmと大きく左にシフトした。LB試験はPA前0 mm，PA後6 mmでいずれも正常範囲内であった。

症例Eは、車椅子到達時間はいずれの目標位置に対しても延長した。到達位置はWG課題において左外の目標に対してPA前7 cmからPA後3 cmと誤差はいずれも小さかった。WB課題ではPA前73 cmからPA後45 cmと改善がみられた。SA課題はPA前78 mmからPA後-14.5 mmと大きく左にシフトし、LB試験では反対にPA前24 mmからPA後36 mmと右への誤差が大きくなった。

IV. 考 察

本研究では重症度や病巣部位が異なるUSN例に対して、PAが日常生活動作の一つである車椅子操作に効果を般化させられるかを検討した。症例全体では、PA実施後に車椅子操作時間の短縮傾向がみられた。到達位置の正確性では目標位置間でばらつきが見られた。

症例ごとの成績をみると、PAによりWG課題、WB課題とも操作時間が短縮し到達位置の誤差が減少したのは症例Dであった。症例Dは前頭葉から頭頂葉にかけての皮質下に病巣がみられ、半側空間無視は臨床的検査において4項目中2項目で陽性と軽度の無視を示していた。またPA前の測定項目においては、WB課題とSA課題で右に偏倚していた。WB課題は左右空間の2つの視覚的刺激を等量に定位し脳内における空間表象にて中点を算出する課題⁹⁾だが、これが右に偏倚することは右側の視覚刺激に注意が引きつけられてしまうこと、すなわち左半球における右空間視覚情報処理が過剰になり抑制できないことを意味する。またSA課題は視覚を遮断することで姿勢をイメージ化した身体スキーマの空間座標を表象する課題⁹⁾だが、これが右に偏倚することは身体座標軸の歪みを意味する。従って症例DのUSNは視覚的、体性感覚的情報処理における左右半球間の連絡中断により右半球情報の緩衝作用がなくなり左半球の情報が脱抑制されることで起こるものと考えられる。PAは損傷されていない左半球における感覚-運動間情報処

理における再学習に働きかけると報告¹⁰⁾されており、症例Dのような左半球脱抑制型のUSNの改善には有効に働いたと思われる。さらに左半球における高次レベルでの再学習が行為のプログラミングを統合し、車椅子操作のようなリーチ動作以外の行動にも効果が波及したものと考えられる。

一方、車椅子操作課題で改善を示さなかったのは、症例Cであった。WG課題の左外の目標配置に対しては、PA後の操作時間が延長し目標到達位置は誤差が拡大した。症例Cは従来USNの責任病巣と説明されてきた頭頂葉の広範な領域¹¹⁾と上側頭回後方の皮質¹²⁾に病巣がみられ、さらに半盲を呈していた。USNは臨床的検査において4項目中3項目で陽性と中等度の症状を示していた。またPA前の測定項目においては、SA課題とLB課題で右に偏倚していた。LB課題はUSN例においては、線分上を右端から左方に向けて視覚的に注意が向く範囲までを情報処理するため、主観的中点が右に偏倚することは左側の空間に注意が向かないこと、すなわち右半球における視覚情報処理が障害されていることを意味する¹³⁾。SA課題とLB課題で右に偏倚したことは、症例CのUSNは半盲を含めて右半球での高次感覚統合機能が障害されたことによると推察される。右前頭葉は損傷されていないため、行為のプランニングについては左右半球間の調整が機能しているものと思われる。このためPAは左半球での感覚-運動処理に影響を与えたとしても損傷された右大脳半球のUSNに基づく行動を変化させられず、車椅子操作までには般化しなかったものと考えられる。

このほか症例Bは他の症例と異なり病巣が前頭葉に限局していたが、WG課題でPAによる改善を示したものの、LB課題ではPA後右に偏倚するなど、PAの効果が一貫しなかった。PAは前頭葉損傷によるUSNにはあまり効果を示さないと報告しており、PAの効果そのものが十分でなかったと思われる。またUSNが軽度であったことからPAが影響する余地が少なかったことも考えられる。WG課題での改善は、PAによる効果は必ずしも言えないかもしれない。

以上より、日常生活動作の一つである車椅子操作に対してPAの効果が般化するかについては、右前頭葉から頭頂葉にかけての皮質下に病巣がみられる左半球脱抑制型のUSNに対しては有効に働き、右頭頂葉の広範な領域と上側頭回後方の皮質から皮質下に病巣がみられる右半球感覚統合障害型のUSNに対してはUSNそのものに対して有効に働かない可能性が今回の研究では

示唆された。

今回の研究では、症例数が5例と少なかったことから、USNに標準的に当てはめることは危険である。また、車椅子操作の改善は課題そのものの学習効果の影響も考えられるが、PA後車椅子操作時間が延長したケースもみられることから必ずしも影響下とは言えないものの、PAを行わない条件との比較を行っていないため、学習効果の可能性も否定できない。今後はさらにさまざまなUSNのタイプを含めて症例数を増やし、PAの介入有無による比較を行うことで、これらの問題を解決していきたい。

引用文献

- 1) Rossetti Y, Rode G: Reducing spatial neglect by visual and other sensory manipulations: noncognitive (physiological) routes to the rehabilitation of a cognitive disorder. In: Karnath H-O, et al. (eds.), *The cognitive and neural bases of spatial neglect*. Oxford Medical Publications, New York, 2002, pp375-396.
- 2) 種村留美, 種村 純: 半側空間無視患者の家庭復帰. *Medical Rehabilitation*, 2002, **20**: 50-55.
- 3) Rossetti Y, Rode G, Pisella L, et al.: Prism adaptation to a rightward optical deviation rehabilitates left hemispatial neglect. *Nature*, 1998, **395**: 166-169.
- 4) Redding GM, Wallace B: Generalization of prism adaptation. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 2006, **32**: 1006-1022.
- 5) Jacquin S, Luauté J, Li L, et al.: Amélioration de la conduite en fauteuil roulant après adaptation prismatique chez le patient hémiparétique. *Ann Med Phys*, 1998, **41**: 320-321.
- 6) 網本 和: 高次脳機能障害の評価. *PTジャーナル*, 1989, **23**: 777-784.
- 7) 網本 和: 高次神経機能障害に対する理学療法の可能性と限界. *PTジャーナル*, 2005, **39**(3): 241-247.
- 8) Ferber S, Karnath HO: Size perception in hemianopia and neglect. *Brain*, 2001, **124**: 527-536.
- 9) Luauté J, Michel C, Rode G, et al.: Functional anatomy of the therapeutic effects of prism on left neglect. *Neurology*, 2006, **66**: 1859-1867.
- 10) Pisella L, Rode G, Farne A, et al.: Prism adaptation in the rehabilitation of patients with visuo-spatial cognitive disorders. *Curr Opin Neurol*, 2006, **19**: 534-542.
- 11) Vallar G, Perani D: The anatomy of unilateral neglect after right-hemisphere stroke lesions. A clinical/CT-scan correlation study in man. *Neuropsychologia*, 1986, **24**(5): 609-622.
- 12) Karnath HO, Berger F, Küker W, et al.: The anatomy of spatial neglect based on voxelwise statistical analysis: a study of 140 patients. *Cereb Cortex*, 2004, **14**(10): 1164-1172.
- 13) 石合純夫: 高次脳機能障害学. 医歯薬出版, 東京, 2003, pp121-147.