

# 修 士 学 位 論 文

脳血管障害患者における  
視覚映像傾斜と体外離脱体験が  
主観的垂直認知に及ぼす即時的影響  
—ヘッドマウント・ディスプレイを用いて—

平成 28 年 1 月 7 日 提出

首都大学東京大学院

人間健康科学研究科 博士前期課程 人間健康科学専攻  
理学療法科学域

学籍番号 : 14895604

氏名 : 中村 学

(指導教員名 : 網本 和)

(西暦) 2015 年度 博士前期課程学位論文要旨

学位論文題名 (注: 学位論文題名が英語の場合は和訳をつけること)

脳血管障害患者における視覚映像傾斜と体外離脱体験が  
主観的垂直認知に及ぼす即時的影響  
—ヘッドマウント・ディスプレイを用いて—

学位の種類: 修士 (理学療法学)

首都大学東京大学院

人間健康科学研究科 博士前期課程 人間健康科学専攻 理学療法科学域

学修番号 14895604

氏 名: 中村 学

(指導教員名: 網本 和)

注: 1 ページあたり 1,000 字程度 (英語の場合 300 ワード程度) で、本様式 1~2 ページ (A4 版) 程度とする。

【はじめに】ヒトの垂直認知能力において、感覚情報は重要な役割を果たしており、脳血管障害 (CVA) 患者の偏倚した主観的垂直認知に対するアプローチについて様々な方法が紹介されている。CVA 患者にヘッドマウント・ディスプレイ (HMD) の映像を傾斜したときの効果や HMD を用いてディスプレイ上の自己身体と一体感を現出する体外離脱体験 (OBE) を利用することで CVA 患者の主観的視覚垂直 (SVV) や主観的身体垂直 (SPV) に影響を及ぼす可能性がある。

【目的】本研究は①健常高齢者と CVA 患者の SVV および SPV の相違, ②映像傾斜と OBE の効果と神経心理学的検査との関連, 映像傾斜と OBE が CVA 患者の SVV および SPV へ与える影響, ③半側空間無視 (USN) や Pusher 症状の有無が映像傾斜後と OBE 後の SVV および SPV へ与える影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】対象は CVA 患者 10 名, 健常高齢者 4 名とした。実験手順ははじめにベースラインとなる SVV および SPV を測定し, 映像傾斜と OBE を実施しその後再度 SVV および SPV を測定した。映像傾斜では反時計回りに  $30^\circ$  傾斜した映像を 3 分間見た。OBE では反時計回りに  $30^\circ$  傾斜した自分の背部を映した映像を見ながら, 3 分間右肩に叩打刺激を与えた。

【結果および考察】①健常高齢者に比べ CVA 患者において SVV および SPV とともに動揺性が有意に高かった ( $p < 0.05$ )。②機能的自立度評価合計点, 行動性無視検査 (BIT) が低いほどベースライン条件の SVV 動揺性が大きく ( $r = -0.76$ ,  $r = -0.64$ , いずれも  $p < 0.05$ )、USN が重度なほど映像傾斜後の SVV 方向性が麻痺側へ偏倚した ( $r = 0.64$ ,  $p < 0.05$ )。③ USN や Pusher の有無で分けた群間と条件間 (ベースラインと映像傾斜後と OBE 後) を 2 要因とした分割プロットデザインの分散分析の結果, 交互作用がある傾向にあった ( $p < 0.1$ ) が, 事後検定で有意な差はみられなかった。

SVV 方向性や動揺性と BIT は中等度の相関がみられ, 垂直認知能力や映像傾斜による効果は USN の程度によって変化する可能性があることが示唆された。また, 映像傾斜後の SPV 方向性は USN あり Pusher あり群において他の条件より変化しており, 映像傾斜による視覚的操作が USN あり Pusher あり群において身体垂直を改善する可能性があることが示唆された。今後症例数を増やして検討していく必要があると考える。

脳血管障害患者における視覚映像傾斜と体外離脱体験が主観的垂直認知に及ぼす即時的影響—ヘッドマウント・ディスプレイを用いて—

中村 学   網本 和   遠藤敦士   澤 広太   若泉志穂   間宮敬佑   石神佳祐

## 【要旨】

本研究は映像傾斜や体外離脱体験が脳血管障害患者の垂直認知能力へ与える影響を明らかにすることを目的とした。対象は脳血管障害患者 10 名，健常高齢者 4 名とした。ベースラインとなる垂直認知能力を測定し，映像傾斜後，体外離脱体験の付与後に再度垂直認知能力を測定した。結果，半側空間無視が重度であるほどベースラインの主観的視覚垂直は動揺性が大きく，半側空間無視が重度であるほど映像傾斜後の主観的視覚垂直は麻痺側へ偏倚していた。群間（半側空間無視と Pusher の有無）と条件間（ベースラインと映像傾斜後と体外離脱体験後）に交互作用がある傾向にあったが，事後検定で有意な差はみられなかった。垂直認知能力や映像傾斜による効果は半側空間無視の程度によって変化する可能性があること，また，映像傾斜による視覚的操作が半側空間無視あり Pusher あり群において身体垂直を改善する可能性があることが示唆された。

キーワード：脳血管障害，映像傾斜，体外離脱体験，垂直認知能力

## 【本文】

### I. はじめに

ヒトの姿勢制御には様々な要因が影響しているが，主に感覚情報（視覚，前庭覚，体性感覚）を利用し，内部モデルを更新しながらバランス制御に役立てている<sup>1), 14)</sup>。脳血管障害（Cerebrovascular accident; 以下 CVA）患者の理学療法では，この姿勢保持および姿勢制御能力の獲得が重要であり，外界の環境に適応しながら自己の安定に必要な情報の入力および統合と運動出力の調整が必要不可欠である。重症例では座位保持が困難で理学療法に難渋し，感覚情報を基にしたバランス制御が不十分であり，半側空間無視症例や Pusher 症例など高次脳機能障害を合併する例では特にそれが顕著である<sup>16), 18)</sup>。CVA 患者における座位保持に関与する障害の中でも，主観的垂直認知障害に関しては近年多数報告されている<sup>19)</sup>。主観的垂直認知には主観的視覚垂直（Subjective visual vertical; 以下 SVV）<sup>9)</sup>や主観的身体垂直（Subjective postural vertical; 以下 SPV）の障害が姿勢変化に影響し<sup>10), 12)</sup>，半側空間無視（Unilateral spatial neglect; 以下 USN）症例では SVV が麻痺側に偏倚しているとされる<sup>21), 24)</sup>。偏倚した SVV に対するアプローチとして，前庭刺激<sup>26)</sup>，頭部傾斜<sup>27)</sup>などの報告がある。先行研究では，頭部や体幹の傾斜が SVV に及ぼす影響を調査したものはあるが，視覚映像の傾斜による報告は健常者を対象としたもののみである<sup>3)</sup>。

一方，バーチャルリアリティを実現するツールとしてヘッドマウントディスプレイ（以下，HMD）が開発され，この HMD を利用して装着者の自己身体を後方から見る事が可

能である。さらに自己身体を後方から注視させ、ディスプレイ上に映る自己身体との一体感を現出させる体外離脱体験(Out-of-body experience; 以下 OBE) が報告されている<sup>4), 13)</sup>。従来の報告では、OBE の映像は正立位であるが、傾斜した映像を OBE に用いることにより、CVA 患者の SVV や SPV に影響を与える可能性がある。このような映像傾斜や OBE を利用した報告において、CVA 患者の SVV や SPV への影響に関するものは渉猟した限りみられない。先行研究では SVV の偏倚が少ない Pusher 症例に垂直指標を提示することで座位時の Pusher 症状が軽減したことから<sup>9)</sup>、視覚的な操作が垂直認知に影響を及ぼすことは十分に考えられる。

以上のことより、本研究は①健常高齢者と CVA 患者の SVV および SPV の相違を明らかにすること、②CVA 患者に対する映像傾斜と OBE の効果と神経心理学的検査との関連を明らかにし、映像傾斜と OBE が CVA 患者の SVV および SPV へ与える影響を検証すること、③USN や Pusher 症状の有無が映像傾斜後と OBE 後の SVV および SPV へ与える影響を明らかにすることを目的とした。

## II. 対象

当院回復期病棟における初発 CVA 後の入院患者 10 名と健常高齢者 4 名を対象とした。CVA 患者の性別は男性 6 名、女性 4 名、平均年齢(標準偏差)は 64.4 (11.8) 歳、発症から測定までの平均日数(標準偏差)は 109.8 (34.2) 日であった。健常高齢者の性別は男性 2 名、女性 2 名、平均年齢(標準偏差)は 68.5 (2.1) 歳であった。CVA 患者の取り込み基準は眼鏡装用なしで十分な視力を有する者、前庭機能に疾患既往のない者、30 分間の支持あり座位が保持可能な者、指示理解が可能な者とした。健常高齢者は既往に脳血管疾患がなく、参加に同意を得られた者とした。対象者には事前に本研究の内容について説明し書面にて同意を得た上で実施した。尚、本研究は事前に医療法人社団苑田会倫理審査委員会(承認番号第 25 号)、首都大学東京荒川キャンパス研究安全倫理委員会(承認番号第 14109 号)の承認を得た上で実施した。

## III. 方法

### 1. 測定項目

CVA 患者の調査項目は基本属性(年齢、性別、診断名、麻痺側、発症から測定までの日数)、身体機能[麻痺側下肢 Brunnstrom Recovery Stage (以下、BRS)、表在・深部感覚障害の程度]、能力障害として機能的自立度評価(Functional independence measure; 以下 FIM) をカルテ記録から情報を得た。高次脳機能障害を有する場合、次の神経心理学的検査を実施した。注意障害は Trail Making Test (以下、TMT) A および B を、USN は行動性無視検査(Behavioral Inattention Test; 以下 BIT) の通常検査<sup>7)</sup>を実施し、Pusher 症状の評価は Scale for Contraversive Pushing (以下、SCP)<sup>8)</sup>を用いた。

対象者の基本属性と身体機能、能力障害、神経生理学的検査値は表 1 に示した。本研究

では CVA 患者は全例左片麻痺（右半球損傷）であった。USN を呈した症例は 10 例中 7 例であり、Pusher 症状を呈した症例は USN を呈した 7 例中 3 例であった。

表 1：CVA 群各症例の基本属性

症例	性別	年齢	診断名	発症から測定までの日数	BRS	感覚障害	FIM	TMT-A	TMT-B	BIT	SCP合計	Neglect/Pusher
1	F	62	CI	127	IV	Mild	55	600	600	63	0	N+/P-
2	M	51	SAH	166	II	Mild	39	600	600	66	2.25	N+/P+
3	M	73	CI	139	II	Moderate	42	600	600	105	3.25	N+/P+
4	F	71	CI	87	III	Mild	45	199	608	121	0	N+/P-
5	F	79	CH	99	VI	Mild	113	13.4	600	126	0	N+/P-
6	M	63	CH	71	VI	Normal	115	183	232	129	0	N+/P-
7	F	49	CH	100	II	Moderate	83	246	261	135	0	N-/P-
8	M	74	CI	110	V	Mild	91	132	206	142	0	N-/P-
9	M	47	CH	143	III	Moderate	98	132	135	146	0	N-/P-
10	M	75	CI	56	II	Moderate	53	600	600	80	3.25	N+/P+

n= 10

※M:男性/F:女性、CI:脳梗塞/CH:脳出血/SAH:クモ膜下出血、Normal:正常/Mild:軽度/Moderate:中等度

※FIM: 126点満点、TMT-A・Bとも600秒は途中中断、BIT: 146点満点(cut off: 131点)、SCP: 0点が正常、>0でPusherあり

## 2. 使用機器と設定 (図 1)

### 1)SVV および SPV の測定方法

SVV および SPV の測定には簡易型垂直認知測定装置 (Vertical Board : 以下, VB) とデジタル傾斜角度計 (デジレベルコンパクト DGL-C, 最小表示  $0.1^{\circ}$  , 測定精度  $\pm 0.1^{\circ}$  , マイゾックス社製) を使用した。被験者は VB 上に端座位となり傾斜中に頸部、体幹が動かないように頸椎カラーと体幹ベルトで固定した。下腿部は固定せず、床や検査台などに接触しないよう設定した。SVV および SPV の測定は検者が VB を  $15^{\circ}$  もしくは  $20^{\circ}$  傾けた位置から、毎秒  $1.5^{\circ}$  の速さで垂直方向に向かって回転させ、被験者が主観的に垂直と判断した時点をデジタル傾斜角度計から読み取り、SVV もしくは SPV として記録した。垂直判断時の VB 角度が非麻痺側 (右) 方向へ傾斜した場合は +、麻痺側 (左) 方向へ傾斜した場合は - と記録した。SVV は開眼、SPV は閉眼にて実施し、SVV および SPV の測定は左右開始方向・初期傾斜角度が pseudo-random となるよう無作為に計 8 回ずつ測定した。平均値を方向性の指標、標準偏差を動揺性の指標と定義した。



図 1 SVV, SPV の測定方法



図 2 座圧測定から得られたサンプル例

### 2)座圧分布測定方法

座圧分布測定方法は、安静時と垂直判断時の座圧ピーク比率をみるために座圧分布測定

システム「コンフォ・ライト」(センサ部サイズ 400mm×360mm、サンプリング周波数最大 100Hz：ニッタ社製)を使用した。SVV および SPV 測定時に VB 座面上にコンフォ・ライトを設置し、左右殿部の圧を測定し(図 2)、下記の式より左右座圧比率を算出した。

$$[\text{座圧ピーク比率}(\%) = \text{麻痺側殿部圧} / (\text{麻痺側} + \text{非麻痺側殿部圧}) \times 100]$$

### 3) 映像の傾斜方法と OBE の付与方法 (図 3, 4)

映像の傾斜方法は、対象者に HMD (HMZ-T2：SONY 社製) を装着した後、対象者の視線と同じ高さに合わせた三脚上のデジタルビデオカメラ (HDR-CX630V：SONY 社製、以下カメラ) を対象者の 50cm 前方に設置し、30° 右にカメラを傾斜した(図 3)。カメラを右に 30° 傾斜すると被験者の HMD には 30° 左に傾斜した映像が映り、本研究では映像の左傾斜のみ実施した。介入中の映像傾斜時間は 3 分で HMD の映像を注視するよう指示した。

OBE の付与方法は Lenggenhager ら<sup>13)</sup>の方法に準じ、三脚上のカメラを対象者の 2m 後方に設置し、HMD に対象者の後ろ姿を映した。映像傾斜と同様にカメラを 30° 右に傾斜し、2Hz の叩打刺激を非麻痺側肩峰に 3 分間与え続けた(図 4)。



図 3 映像の傾斜方法

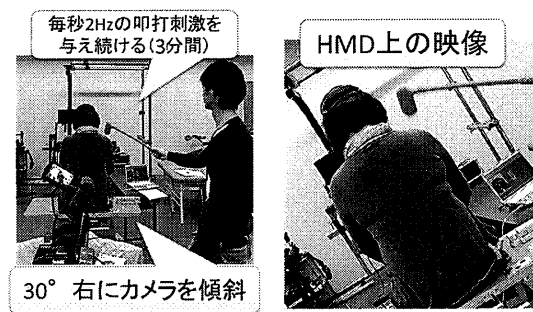


図 4 OBE の付与方法

### 3. 研究デザインと研究手順

研究デザインは映像傾斜実施前後と OBE 実施前後の SVV および SPV を測定する crossover design とした(図 5)。ベースラインは映像傾斜と OBE を行わない条件での SVV および SPV の測定、座圧分布測定を行った。実験手順として、まず対象者は座圧センサを敷いた VB 上に端座位となり、ベースラインとなる SVV もしくは SPV の測定と座圧分布測定を実施した。次に HMD を装着し、条件 A (映像の左傾斜) もしくは条件 B (映像の左傾斜+OBE 付与) を無作為に 3 分間実施した。その後効果判定として SVV もしくは SPV の測定と座圧分布測定を再度実施した。1 分間の休憩後、残りの条件 B もしくは条件 A を 3 分間実施し、再度効果判定を行った。条件 B の効果判定後は OBE 錯覚に関するアンケートを実施した。同日に SVV (SPV) で効果判定を行った場合は実施後 1 週間以内に同様の実験手順で SPV (SVV) での効果判定を行った。SVV, SPV の効果判定の実施順は無作為に決定した。条件間については効果判定後に 1 分間、安静座位で休憩を設けた。

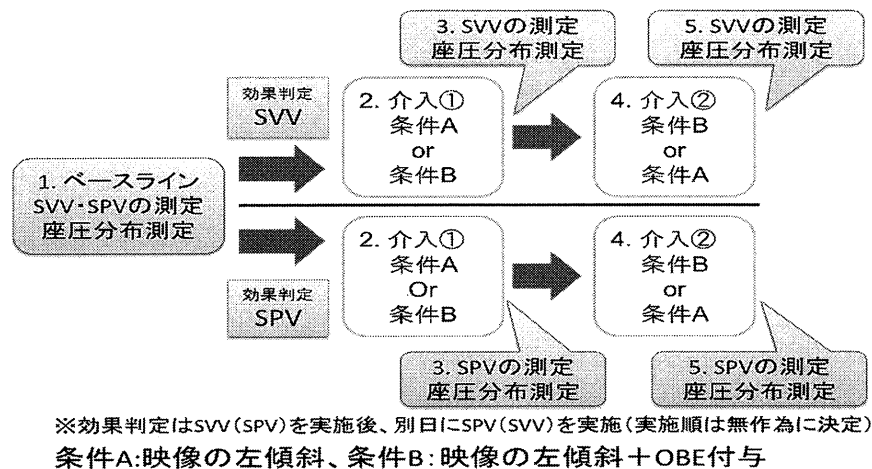


図 5：実験手順

#### 4. 統計解析

##### 1) 健常高齢者と CVA 患者の SVV および SPV の相違

健常高齢者と CVA 患者間の SVV および SPV の差を検討するために、群間（健常高齢者と CVA 患者）と条件間（ベースラインと条件 A と条件 B）を 2 要因とした分割プロットデザインの分散分析（ $2 \times 3$ ）と事後検定を実施した。

##### 2) 映像傾斜と OBE の効果と神経心理学的検査との関連、映像傾斜と OBE の効果

SVV および SPV と神経心理学的検査値の関連を Pearson の積率相関係数もしくは Spearman の順位相関係数を用いて検討した。次に CVA 患者の条件間の SVV および SPV の方向性と動揺性に差があるか反復測定の一元配置分散分析を実施し、有意差がみられた場合は事後検定（Scheffe 法）を実施した。

##### 3) USN や Pusher 症状の有無が映像傾斜後や OBE 後の SVV および SPV へ与える影響

USN や Pusher の有無が映像傾斜や OBE 後の垂直認知に影響を及ぼすか検証するために、USN あり/なし（N+/-）、Pusher あり/なし（P+/-）で群分けした。表 1 にあるように N-/P-群、N+/P-群、N+/P+群の 3 群に分けた。この群間と条件間を 2 要因とした分割プロットデザインの分散分析（ $3 \times 3$ ）と事後検定を実施した。

##### 4) 座圧ピーク比率の比較

CVA 患者の条件間の座圧ピーク比率に差があるか反復測定の一元配置分散分析を実施した。次に USN や Pusher の有無が映像傾斜や OBE 後の座圧ピーク比率に影響を及ぼすか検証するために、表 1 にあるように N-/P-群、N+/P-群、N+/P+群の 3 群に分けた。この群間と条件間を 2 要因とした分割プロットデザインの分散分析（ $3 \times 3$ ）と事後検定を実施した。すべての統計解析は IBM SPSSver.22 を使用し、有意水準は 5%とした。

#### IV.結果

##### 1. 健常高齢者と CVA 患者の SVV および SPV の相違

健常高齢者と CVA 患者の SVV および SPV の方向性と動揺性の結果を表 2 に示す. 分割プロットデザインの分散分析の結果, 群間 (健常高齢者と CVA 患者) と条件間に交互作用はみられず, 群間のみ主効果がみられた ( $p<0.05$ ). 事後検定の結果, SVV 方向性と SPV 方向性には有意差がみられなかったが, SVV 動揺性と SPV 動揺性ともに健常高齢者よりも CVA 患者の方が有意に高値を示した (図 6).

表 2 : 健常高齢者と CVA 患者の SVV および SPV の方向性と動揺性の比較

		健常高齢者	CVA患者			健常高齢者	CVA患者
SVV方向性	ベースライン	0.1±0.6	-0.2±1.5	SVV動揺性	ベースライン	1.7±0.5	3.6±1.7
	映像傾斜後	-0.3±0.8	0.2±2.0		映像傾斜後	1.7±0.2	4.1±2.7
	OBE後	-0.01±0.7	-0.1±1.9		OBE後	2.2±0.4	4.6±2.4
SPV方向性	ベースライン	-0.8±1.1	1.6±3.2	SPV動揺性	ベースライン	2.6±0.8	5.7±3.1
	映像傾斜後	-0.7±1.3	-0.3±2.3		映像傾斜後	3.0±1.2	4.8±2.1
	OBE後	-1.0±1.7	0.6±3.2		OBE後	3.5±1.3	5.6±2.4

数値は平均値±標準偏差(単位;°) \* ; $p<0.05$

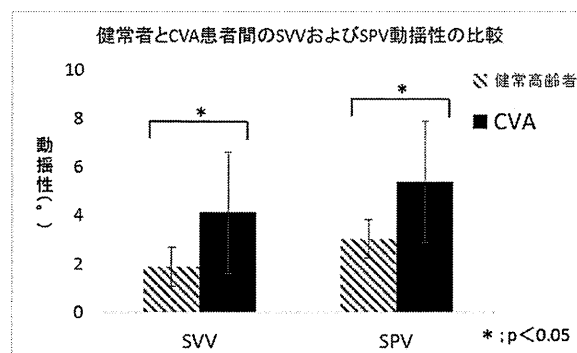


図 6 : 健常高齢者と CVA 患者の SVV および SPV 動揺性の比較

##### 2. 映像傾斜と OBE の効果と神経心理学的検査との関連, 映像傾斜と OBE の効果

相関分析の結果, ベースライン条件の SVV 動揺性と FIM 合計, BIT に中等度の負の相関がみられた ( $r=-0.76$ ,  $r=-0.64$ , いずれも  $p<0.05$ ). 映像傾斜後の SVV 方向性と BIT に中等度の正の相関がみられた ( $r=0.64$ ,  $p<0.05$ ). OBE 後の SVV 動揺性と FIM 合計に中等度の負の相関がみられた ( $r=-0.69$ ,  $p<0.05$ ). 反復測定の一元配置分散分析の結果, CVA 患者条件間の SVV および SPV の方向性と動揺性に有意差はみられなかった.

##### 3. USN や Pusher 症状の有無が映像傾斜後や OBE 後の SVV および SPV へ与える影響

3 群間 (N-/P-群、N+/P-群、N+/P+群) の SVV, SPV それぞれの方向性および動揺性を表 3, 表 4 に示す. N-/P-群は 3 名, N+/P-群は 4 名, N+/P+群は 3 名であった. USN と Pusher の有無で分けた群間と条件間において, SPV の方向性に交互作用がみられる傾向にあったが ( $p<0.1$ ), 多重比較検定の結果, 有意差はみられなかった. N+/P+群の SPV 方向性において, ベースラインおよび OBE 後は非麻痺側 ( $3.9^{\circ} \pm 5.7$ ,  $3.8^{\circ} \pm 4.2$ ) へ偏



倚していたが、映像傾斜後は  $1.1^{\circ} \pm 3.1$  となった。

表 3 : CVA 患者 3 群間の SVV および SPV の方向性の比較

SVV方向性			SPV方向性		
条件	群	平均値±標準偏差	条件	群	平均値±標準偏差
ベースライン	N-/P-	0.1±0.6	ベースライン	N-/P-	0.1±0.6
	N+/P-	-0.9±2.0		N+/P-	1.1±1.1
	N+/P+	0.6±1.2		N+/P+	3.9±5.7
映像傾斜後	N-/P-	-0.3±0.6	映像傾斜後	N-/P-	-1.1±1.1
	N+/P-	-0.1±2.9		N+/P-	-0.8±2.3
	N+/P+	0.9±1.9		N+/P+	1.1±3.1
OBE後	N-/P-	0.2±0.9	OBE後	N-/P-	-0.4±2.4
	N+/P-	-1.7±1.5		N+/P-	-1.1±0.7
	N+/P+	1.6±1.5		N+/P+	3.8±4.2

表 4 : CVA 患者 3 群間の SVV および SPV の動揺性の比較

SVV動揺性			SPV動揺性		
条件	群	平均値±標準偏差	条件	群	平均値±標準偏差
ベースライン	N-P-	2.6±0.5	ベースライン	N-P-	4.2±4.0
	N+P-	3.0±1.5		N+P-	4.6±1.6
	N+P+	5.4±1.4		N+P+	8.6±2.0
映像傾斜後	N-P-	2.7±1.1	映像傾斜後	N-P-	4.0±2.1
	N+P-	4.3±3.3		N+P-	5.4±3.0
	N+P+	5.3±3.1		N+P+	5.0±0.9
OBE後	N-P-	3.8±2.1	OBE後	N-P-	5.7±4.2
	N+P-	3.7±1.8		N+P-	5.0±1.8
	N+P+	6.8±2.8		N+P+	6.5±1.1

#### 4. 座圧ピーク比率 (表 5)

反復測定の一元配置分散分析の結果、条件後の座圧ピーク比率に有意な差はみられなかった。USN と Pusher の有無で分けた 3 群と各条件間で有意な差はみられなかった。

表 5 : CVA 患者 3 群間の座圧ピーク比率の比較

SVV測定時 座圧ピーク比率(%)			SPV測定時 座圧ピーク比率(%)		
条件	群	平均値±標準偏差	条件	群	平均値±標準偏差
ベースライン	N-/P-	40.4±4.8	ベースライン	N-/P-	45.9±4.5
	N+/P-	48.5±6.0		N+/P-	56.0±9.0
	N+/P+	54.6±13.2		N+/P+	52.2±12.7
	全体	47.9±9.5		全体	51.8±9.3
映像傾斜後	N-/P-	39.8±6.2	映像傾斜後	N-/P-	40.3±3.9
	N+/P-	47.1±5.4		N+/P-	52.6±9.6
	N+/P+	48.1±6.4		N+/P+	54.6±11.6
	全体	45.2±6.4		全体	49.5±10.3
OBE後	N-/P-	46.0±8.9	OBE後	N-/P-	42.3±2.2
	N+/P-	49.0±8.8		N+/P-	50.9±12.8
	N+/P+	53.7±9.9		N+/P+	54.9±9.1
	全体	49.5±8.7		全体	49.5±10.1

## V. 考察

本研究は健常高齢者と CVA 患者を対象に、①健常高齢者と CVA 患者の SVV および SPV の相違を明らかにすること、②CVA 患者に対する映像傾斜と OBE の効果と神経心理学的検査との関連を明らかにし、映像傾斜と OBE が CVA 患者の SVV および SPV へ与える影響を検証すること、③USN や Pusher 症状の有無が映像傾斜後や OBE 後の SVV および SPV へ与える影響を明らかにすることを目的として実施した。

### 1. 健常高齢者と CVA 患者の垂直認知能力の相違について

健常高齢者と CVA 患者の垂直認知能力の比較では、健常高齢者に比べ CVA 患者の SVV、SPV はともに動揺性が有意に高かった。動揺性の増加は垂直認知の偏倚というよりは、自己参照枠が垂直指標と一致していないことによる一種の混乱があることを示唆している。先行研究においても CVA 患者の垂直認知能力の動揺性は高い傾向にあるため<sup>19), 24)</sup>、方向性ととも考慮すべき事項であり、理学療法を進め上でも視覚的垂直指標の提示<sup>23)</sup>や姿勢鏡の使用による自己身体姿勢フィードバック<sup>20), 25)</sup>が重要であるという報告と一致する。視覚的手がかりがあることで偏倚した垂直認知も一時的に改善するが、その視覚的手がかりの環境(映像の傾斜や頸部、体幹の側屈)などにより変化することが報告されている<sup>19)</sup>。代表的なものとして、國弘<sup>11)</sup>はロッドアンドフレーム効果やベクション(疑似運動感覚)を挙げており、視覚的垂直認知は背景にある参照枠(家具や柱、窓など)の垂直指標の傾きに影響される。本研究において映像の垂直指標が左に 30° 偏倚していることで、身体傾斜時に起こるアウベルト効果により主観的垂直が傾斜と反対方向へ偏倚することを予測したが、群間と条件間で方向性に大きな差はなかった。これは CVA 患者も身体を垂直に固定した実験環境が要因として考えられる。CVA 患者の座位姿勢の特徴を報告した Laffosse ら<sup>12)</sup>によると、USN や Pusher によって分類すると特徴的な姿勢を呈しているが、本研究では垂直位に固定された身体を参照した可能性がある。また、下腿や頭頸部などの身体の固定部位によっても垂直認知能力に差があるため<sup>19)</sup>、今後さらなる検討が必要である。健常高齢者においては、実際の身体傾斜に伴い生じるアウベルト効果は視覚傾斜のみでは生じないことが示された。

### 2. 映像傾斜と OBE と神経心理学的検査の関連について

SVV 方向性について、映像傾斜後では BIT と中等度の相関がみられ、SVV 動揺性について、ベースラインでは FIM 合計点、BIT と中等度の相関がみられ、OBE 後では FIM 合計点と中等度の相関がみられた。SVV 方向性は USN のような視空間認知障害を有する場合、麻痺側へ偏倚するという報告がある<sup>21)</sup>。本研究では BIT63~146 点までの症例を対象としたため、ベースライン時の SVV 方向性は麻痺側へ大きく偏倚していなかった。しかし、USN の重症度により映像傾斜の影響は変化する可能性がある。健常者を対象に傾斜した映像を見せることにより映像傾斜側に SVV は傾斜したという報告があり<sup>3)</sup>、また CVA 患者を

対象とした研究ではロッドアンドフレーム効果による影響<sup>6)</sup>や頭部傾斜による影響<sup>5)</sup>で SVV が変化することが知られている。いずれも USN 例では視覚的内容の影響を強く受けることが示されており、本研究で得られた相関関係は、映像傾斜後に USN 重症度に応じて映像傾斜側（麻痺側）へ SVV は傾斜したことが反映されたと考えられる。SVV 動揺性についてはベースラインと OBE 後において、FIM 合計点と関連があり、SVV の平均偏倚（方向性）とばらつき（動揺性）が ADL と関連があることを指摘した Bonan ら<sup>2)</sup>の報告と一致した。

### 3. USN や Pusher の有無が映像傾斜後や OBE 後の垂直認知能力へ与える影響について

本研究の結果から、条件間の SVV および SPV の方向性と動揺性に有意な差はみられなかった。しかし、視覚的操作にも関わらず N+/P+群における映像傾斜後の SPV 方向性は映像傾斜側（麻痺側）へ正中化し、同時にそのばらつきが少なくなる傾向にあることが特徴的であった。SPV の測定は閉眼にて行うため体性感覚（表在感覚・深部感覚・内臓感覚・重力知覚など）<sup>1)</sup>が測定中の垂直判断に使用されている。これらの感覚を使用した垂直認知能力は健常者では強固で、それに対し視覚はあまり影響を受けないとされている。N+/P+患者の垂直認知能力には様々な報告があり、SPV は非麻痺側へ偏倚しているという報告<sup>8)</sup>や、麻痺側へ偏倚しているという報告<sup>19)</sup>がある。本研究において N+/P+群への映像傾斜が SPV の偏倚を減少した原因として、Karnath ら<sup>9)</sup>が報告したような視覚的指標の代償的利用が考えられる。SPV が垂直位より非麻痺側へ偏倚している症例は、偏倚した SPV を基準にした場合、非麻痺側へ転倒しないよう非麻痺側上下肢を伸展、外転し座位保持しようとする<sup>9)</sup>。USN を合併する場合は SVV が麻痺側<sup>17)</sup>もしくは非麻痺側<sup>22)</sup>へ偏倚しており、N+/P+群に垂直指標を提示しても効果がない可能性がある。本研究で提示した指標は 30° 傾斜した映像であり、これが閉眼時の SPV に影響をもたらすことが考えられる。本研究では左へ 30° 傾斜した映像を N+/P+患者がみることで視覚的な傾斜感覚を惹起し、映像の傾斜方向へ SPV 方向性が修正したと考えられる。

### 4. 座圧ピーク比率の変化について

本研究では左右臀部の座圧ピーク比率について特徴的な傾向はみられず、臀部圧のみではなく様々な情報を統合している可能性があることが考えられる。岡安ら<sup>15)</sup>は左片麻痺症例の静的座位時の左右座圧比率に差があり、動的座位時の座圧特性も損傷半球間で異なることを報告しているが、本研究では左片麻痺症例のみを対象とし、VB 上の垂直判断は静的座位であることから、座圧ピーク比率に差はみられなかったと考えた。

## VI. 研究の限界

本研究では、健常高齢者群、CVA 患者群ともにサンプル数が不十分であり、結果は傾向をみるに留まったことが研究の課題である。また映像傾斜や OBE を付与した直後に垂直認

知能力を測定したこと、映像傾斜や OBE を付与した時間は 3 分間であったこと、これら二つから映像傾斜効果が垂直認知能力測定時まで持続していたかは議論の余地がある。先に紹介したロッドアンドフレーム効果やベクションなどは SVV 測定時に背景を操作しているため<sup>11)</sup>、それらの報告に比べ垂直認知の方向性の変化は少なかった可能性がある。理学療法を行う場面においても映像傾斜や OBE 付与中の変化がどうなっているのか測定する必要があるため、今後の課題である。

## VII. 引用文献

- 1) Barra J, Marquer A, Joassin R, et al.: Humans use internal models to construct and update a sense of verticality. *Brain*, 133: 3552-3563, 2010.
- 2) Bonan IV, Hubeaux K, Gellez-Leman MC, et al.: Influence of subjective visual vertical misperception on balance recovery after stroke. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 78: 49-55, 2007.
- 3) Cowan MB, Harris LR: Perceived self-orientation in allocentric and egocentric space: Effects of visual and physical tilt on saccadic and tactile measures. *Brain Research*, 1242: 231-243, 2008.
- 4) Ehrsson HH: The experimental induction of out-of-body experiences. *Science*, 317: 1048, 2007.
- 5) Funk J, Finke K, Müller HJ, et al.: Effects of lateral head inclination on multimodal spatial orientation judgments in neglect. *Neuropsychologia*, 48: 1616-1627, 2010.
- 6) Funk J, Finke K, Müller HJ, et al.: Visual context modulates the subjective vertical in neglect: Evidence for an increased rod-and-frame-effect. *Neuroscience*, 173: 124-134, 2011.
- 7) 石合純夫 (BIT 日本版作製委員会代表): BIT 行動性無視検査日本版, 新興医学出版: 3・4, 1999.
- 8) Karnath HO, Ferber S, Dichgans J: The origin of contraversive pushing. Evidence for a second graviceptive system in humans. *Neurology*, 55(9): 1298-1304, 2000.
- 9) Karnath HO, Broetz D: Understanding and treating "Pusher syndrome". *Physical therapy*, 83(12): 1119-1125, 2003.
- 10) Karnath HO: Pusher syndrome - a frequent but little-known disturbance of body orientation perception-. *J Neurology*, 254: 414-424, 2007.
- 11) 國弘幸伸: 自覚的視性垂直位(SVV). *Equilibrium Res*, 63(6): 533-548, 2004.
- 12) Lafosse C, Kerckhofs E, Vereeck L, et al.: Postural abnormalities and contraversive pushing following right hemisphere brain damage. *Neuropsychol Rehabil*, 17(3): 374-396, 2007.
- 13) Lenggenhager B, Mouthon M, Blanke O: Spatial aspects of bodily self-consciousness.

*Consciousness and Cognition*, 18: 110-117, 2009.

14) Merfeld D, Zupan L, Peterka R, et al.: Humans use internal models to estimate gravity and linear acceleration. *Nature*, 398: 615-618, 1999.

15) 岡安 健, 三谷祥子, 小川英臣, 他: 片麻痺患者の座位特性と ADL 能力—麻痺側による違い—. *総合リハビリテーション*, 42(6) : 547-554, 2014.

16) Pérennou DA, Leblond C, Amblard B, et al.: The polymodal sensory cortex is crucial for controlling lateral postural stability: Evidence from stroke patients. *Brain Research Bulletin*, 53(3): 359-365, 2000.

17) Pérennou DA, Playford D, Guerraz M, et al.: Dissociation in the verticality perception after a stroke. Duysens J, Smits-Engelsman B, Kingma H (eds), *Control of Posture and Gait*: 686-688, *Elsevier*, Amsterdam, 2001.

18) Pérennou D: Postural disorders and spatial neglect in stroke patients: A strong association. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 24: 319-334, 2006.

19) Pérennou DA, Mazibrada G, Chauvineau V, et al.: Lateropulsion, pushing and verticality perception in hemisphere stroke: a causal relationship? *Brain*, 131: 2401-2413, 2008.

20) Pérennou D, Piscicelli C, Barbieri G et al.: Measuring verticality perception after stroke: Why and how? *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.neucli.2013.10.131>, 2013.

21) Saj A, Honore J, Davroux J, et al.: Effect of posture on the perception of verticality in neglect patients. *Stroke*, 36: 2203-2205, 2005.

22) Saj A, Honore J, Coello Y, et al.: The visual vertical in the pusher syndrome. Influence of hemispace and body position. *J Neurol*, 252: 885-891, 2005.

23) 鈴木誠, 寺本みかよ, 武捨英理子, 他: Pusher 現象における視覚の手がかり刺激の有効性. *作業療法*, 22(4) : 334-341, 2003.

24) Utz KS, Keller I, Artinger F, et al.: Multimodal and multispatial deficits of verticality perception in hemispatial neglect. *Neuroscience*, 188: 68-79, 2011.

25) Vaillant J, Vuillerme N, Janvy A, et al.: Mirror Versus Stationary Cross Feedback in Controlling the Center of Foot Pressure Displacement in Quiet Standing in Elderly Subjects. *Arch Phys Med Rehabil*, 85: 1962-1965, 2004.

26) Volkening K, Bergmann J, Keller I, et al.: Verticality perception during and after galvanic vestibular stimulation. *Neuroscience Letters*, 581: 75-79, 2014.

27) Yelnik AP, Lebreton FO, Bonan IV, et al.: Perception of verticality after recent cerebral hemispheric stroke. *Stroke*, 33: 2247-2253, 2002.

## Immediate effects of visual image tilt and out-of-body experiences using the head-mounted display for the subjective verticality in stroke patients

**Introduction, Purpose :** There have been reported that approaches to improve the biased subjective verticality perception in stroke patients with unilateral spatial neglect (USN) and/or Pusher syndrome (PS). The purpose of this study was to investigate ①the difference between verticality perception of stroke patients and healthy subjects, ②the correlation for the verticality perception and Neuropsychological test, and the effects of image tilt (IT) and out-of-body experiences (OBE) for subjective visual vertical (SVV) and subjective postural vertical (SPV) in stroke patients, ③the difference in the existence of USN and PS for SVV and SPV in stroke patients.

**Methods :** Ten stroke patients and four healthy subjects were assessed for SVV and SPV at baseline and after a session of IT and OBE. At IT session, subjects saw a 30° anti-clockwise tilting image for three minutes. At OBE session, subjects saw a 30° anti-clockwise tilting their back image with tapping their shoulder for three minutes.

**Results :** There were significant negative correlations among the variability of SVV and Behavioral Inattention Test (BIT) in baseline ( $r = -0.64$ ,  $p < 0.05$ ) and there were also significant positive correlations among the mean of SVV and BIT after the image tilt ( $r = 0.64$ ,  $p < 0.05$ ). The results of two-way ANOVA showed that there tended to be interactions among patient's groups (N-/P-, N+/P-, N+/P+) and conditions (baseline, after IT, after OBE) ( $p < 0.1$ ), but there was not significance in *post hoc* analysis.

**Discussion :** Present study suggest that the effects of IT and OBE is modified according to the severity of USN, and the tilting image ameliorate the mean SPV in patients with USN and PS.

**Key words :** stroke patients, image tilt, out-of-body experiences, verticality perception