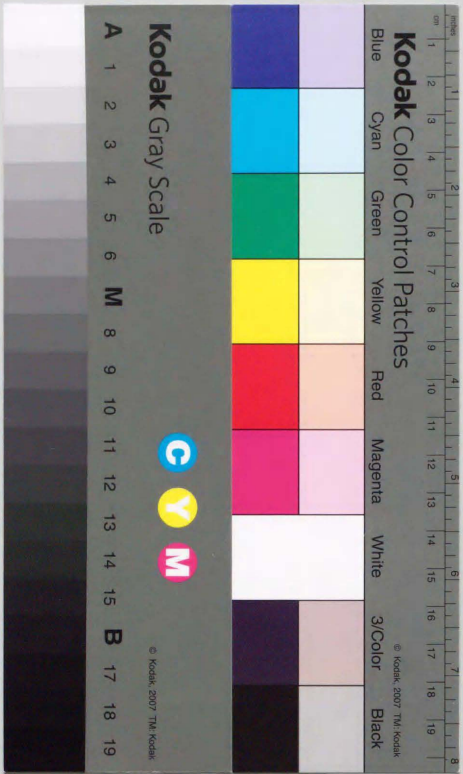


論文題目

“3次元回転枕”による前庭頸反射の計測

—正常者と脊髄小脳変性症患者との比較

小山内龍一



①
3次元回転枕による前庭頸反射の計測
— 正常者と脊髄小脳変性症患者との比較

小山内 龍一

[はじめに]

外耳道に温度刺激を与えることによって生ずる前庭反応にはいくつかのものが考えられるが、ほとんどの施設では日常的に計測・記録しているのはそのうちの眼振、すなわち前庭眼反射のみであろうと思われる。しかしながら、中枢・末梢疾患を問わず、平衡障害のある患者の前庭機能検査においては前庭入力に反応する他のシステムについても考慮する必要がある。大脳への出力は自覚的なめまい感をおこし、自律神経系への出力は心拍数の変化などの自律神経反射をおこし、脊髄への出力は筋緊張の変化をおこす。著者は図1に示した神経経路のうち、上に向かう経路すなわち前庭眼反射に加え、下に向かう経路すなわち前庭脊髄反射に注目し、その1つである前庭頸反射の大きさを回転光縞センサーであるエンコーダーを応用した「3次元回転枕」によって計測した。

[目的]

正常者と神経疾患患者において外耳道温度刺激時の前庭頸反射を計測・記録し、両群の差について検討する。脊髄小脳変性症の症例の中に、外耳道温度刺激時に温度眼振が誘発されないものがあることが知られているが、その神経耳科学的意義について考察する。

[方法]

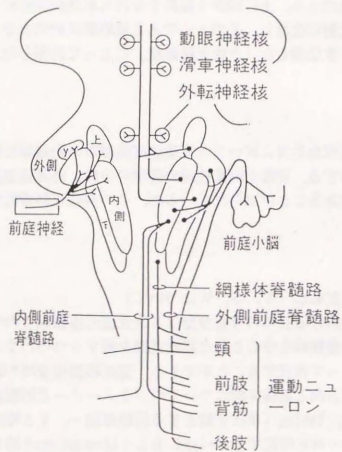
1. 頭部運動の記載法 (Y, S, Wについて)

一般に空間における立体の存在状態は3次元直交座標軸上の平行移動を表す3つのパラメーターと、各座標軸を中心とした回転運動を表す3つのパラメーターの、合計6つのパラメーターによって表現することができる。温度眼振検査時の頭部運動を考えると、平行移動のうち上下方向と前後方向についてのパラメーターと回転運動のうちPitchingは固定されているので、Yawing (頸椎を軸とする回旋運動 — Yと略記)、Rolling (前額面内の扇状運動 — Rと略記するとrightもしくはrotationと紛らわしいため本論文ではWipingと呼び、Wと略記することにした) および Sliding (左右への平行移動 — Sと略記) の3つのパラメーターで頭部運動を記載することができる (図2)。実際には頭部は有限の可動性を持つ頸部によって胴体に連結しているので、Y, S, Wの3つのパラメーターは互いに独立なものではない。YとWがそれぞれ単独のパラメーターとして動く状況は十分考えられるが、Sのみが動くという状況は実際の人体では極めて考えにくく、むしろSはWに従属して動くと考えるのが自然である。事実、後述するように全411症例における検討ではSとWは互いに高い相関関係を有していた。このため、本論文ではSを除外し、主としてYとWのデータについて検討することにした。

2. 検査装置について

回転光縞センサーであるエンコーダーを応用した「3次元回転枕」を導入した。本装置は水平面に対して30°の傾斜を持ったhead restに頭部を載せることにより頭部運動をY, S, Wの3成分に分けて計測するものである。各成分の検出部分のトルクは、Y: 300g cm, S: 70g, W: 330g cmであった (図3)。これを電気眼振図 (ENG) の記録装置に

前庭反射の主要径路



福島菊郎 (Clinical Neuroscience 6: 134, 1988) より引用

図 1

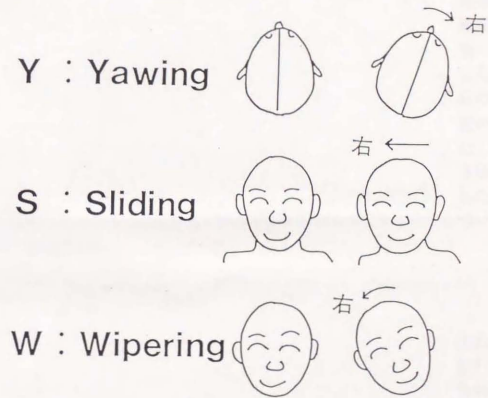


図 2 頭部運動の 3 成分. 温度眼振検査時の頭部運動は図に示した Y, S, W の 3 つのパラメーターで表現できる.



図3 “3次元回転枕”、この装置を用いてY、S、Wを計測した。

接続し、加えて通常のENG記録として眼球位置波形（原波形、時定数3秒）、眼球速度波形（微分波形、時定数0.03秒）および速度波形の緩徐相の3つを記録した。したがって、合わせて6チャンネルの同時記録となった。紙送りの速度は3mm/secとした。

3. 温度眼振検査の手技について

被検者を仰臥位に寝かせ、頭部は「3次元回転枕」に載せて30° 拳上した。これは内耳の外側半規管が鉛直面に含まれる頭位であり、温度眼振誘発のための至適条件である。検査開始前に被検者に検査中は頭も眼も正面を向いているようにと指示した。初めに頭部を左へ回旋し右耳内に20℃の水2mlを注入しスポイトを用いて20秒間にわたり攪拌し、その後、頭部を正面位に戻し頭部運動の記録を開始した。この時点で照明を消し暗所開眼の条件としたが、注水開始から1分後に照明をつけ眼前の視標を注視させ温度眼振の視性抑制の検査をした後、再び暗所開眼とした。記録時間は原則として10分以上としたが、シリーズの末期には5分間程度に留めた場合もあった。右耳の検査終了後にY成分の較正を行い、5分間程度の休憩の後に左耳について同様に検査した。右耳と左耳の検査の間隔は長いほうが望ましいが、15分以上あけることは臨床検査としては困難と考えた。また、同様の理由で大部分の症例においては冷温交互の注水試験は行わず、冷水による検査のみを行った。右耳・左耳それぞれの検査終了時にめまい感の有無をたずねて記載した。めまい感について正常者と脊髄小脳変性症患者で異なる結果が得られたが、これについては他の論文で報告する予定である。

【対象】

1987年2月から1990年3月までに都立神経病院神経内科で平衡機能検査を施行した411名の被検者のうち、正常被検者38名（年齢：45.29±14.12歳，男：女=30：8）と脊髄小脳変性症（SCD）の患者63名（年齢：52.19±13.39歳，男：女=33：30）を対象とした（表1）。正常被検者としては耳疾患、神経疾患の既往のない人を選び、検査の趣旨を説明し了承を得た。SCDの病型別の症例数についても表1に示す。なお、全てのデータの揃わない症例もあるため個々のデータ処理において対象となる症例数は異なっている。

【前庭頸反射の記録の例】

前庭頸反射の記録の1例を図4に示す。記録は最上段から順に、①1秒のtime scale、②水平の眼球位置波形（時定数3秒）、③水平の眼球速度波形（時定数0.03秒）、④水平の眼球速度波形のうち眼振緩徐相のみを取り出した波形、⑤Y、⑥S、⑦Wを示す。YとWは回転運動であるから単位は「度」であり、Sは平行移動であるから単位はmmである。YとSのチャンネルは記録の上方が右、下方が左を示す。Wのチャンネルは装置の製作上の都合で記録の上方が左、下方が右となっている。Y、S、Wの値の計測にあたっては、頭部が各パラメーターについて冷水注入側に動いたときに正の値、逆向きに動いたときに負の値を取るものとした。右耳注水時のY、S、Wの値を便宜的にそれぞれ右Y、右S、右Wと表示し、左耳注水時についても同様に左Y、左S、左Wと表示することにした。

Yチャンネルについては分度器を用いて頭部を一定角度動かして較正することが必要で

表 1

[対象]

1987年2月から1990年3月までに都立神経病院神経耳科で
平衡機能検査を施行した411名の被検者のうち

正常被検者 38名 (45.29±14.12歳, 男:女=30:8)

脊髄小脳変性症患者 63名 (52.19±13.39歳, 男:女=33:30)

OPCA (家族歴の明らかでないもの) 27名

OPCA (Menzel型) 9名

Holmes型 4名

Joseph病 4名

SCD (病型分類不明・未定) 19名

OPCA: オリーフ核小脳萎縮症

SCD: 脊髄小脳変性症

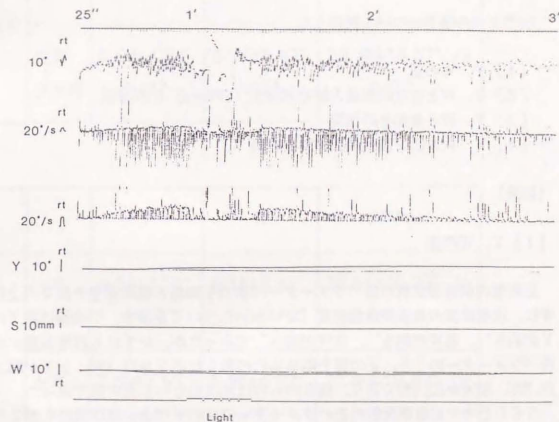


図 4 前庭頸反射の記録の1例。記録は最上段から順に、①1秒のtime scale, ②水平の
眼球位置波形 (時定数3秒), ③水平の眼球速度波形 (時定数0.03秒), ④水平の
眼球速度波形のうち眼振緩徐相のみを取り出した波形, ⑤Y, ⑥S, ⑦Wを示す。

あるが、SとWのチャンネルについては“3次元回転枕”の動きとして絶対値を知ることができる。後述するように大多数の例で前庭頸反射の各パラメーターは正の値を取った—すなわち頭部は冷水注入の側に向かって動いた。この動きは注水開始から約2分の時間経過でゆっくり動くものであり、被検者の意思による意図的な動きや、注水開始直後の逃避反動的な動きとは容易に区別できる。

【検討項目】

次の4つの項目について検討した。

- [1] Y, Wの値
- [2] Y, Wと温度眼振最大緩徐相速度 (SPVmax) との関係
- [3] Y, Wと年齢との相関
- [4] Y, Wおよび温度眼振の時間経過

【結果】

[1] Y, Wの値

正常者の前庭頸反射の各パラメーターの値の平均値と標準偏差を表2の上段に示す。参考に、温度眼振の最大緩徐相速度 (SPVmax) についても示す。平均値は右Yが約7°, 左Yが約5°, 右Wが約5°, 左Wが約5°であったが、いずれも標準偏差が大きかった。各パラメーターのうち、正の値を取るものの割合は右Yが81.1%, 左Yが83.8%, 右Wが75.8%, 左Wが82.4%であり、残りのものは無反応ないし負の値であった。

SCD患者の前庭頸反射の各パラメーターの値の平均値と標準偏差を表2の下段に示す。参考に、SPVmaxについても示す。平均値は右Yが約9°, 左Yが約7°, 右Wが約6°, 左Wが約6°であったが、いずれも標準偏差が大きかった。各パラメーターのうち、正の値を取るものの割合は右Yが91.7%, 左Yが87.3%, 右Wが84.3%, 左Wが84.9%であり、残りのものは無反応ないし負の値であった。

前庭頸反射のパラメーターのうちYの値と、SPVmaxの値について、度数分布を図5に示す。Yの度数分布のパターンは正常者とSCDで大きな違いはないが、SPVmaxの度数分布を見るとSCDにおいてSPVmax=0の例が多いことが正常者との相違点である。

後に述べるように正常者においてはYとWが年齢と相関することが判っているの、正常者とSCD患者のY, Wの値を比較する際には年齢のmatchingが必要である。今回の検査対象とした正常者全員をSCDとの比較検討の対象とすると両群の年齢が異なってしまうため、正常者33名のうち若年者が集中した初期の7名を除外してSCDと年齢をあわせた。

対象:

正常者 (SCDに対してage-matched) : 31名, 年齢=49.13±12.69歳
SCD患者 : 63名, 年齢=52.19±13.39歳

表2

		Y	W	SPVmax
正常者	右耳 注水時	7.05±8.18* n=37	4.73±6.25* n=33	25.81±13.79* /s n=38
	左耳 注水時	5.04±4.84* n=37	5.38±5.42* n=34	23.88±13.51* /s n=38

		Y	W	SPVmax
SCD	右耳 注水時	9.37±7.70* n=60	6.16±5.48* n=51	20.81±15.23* /s n=56
	左耳 注水時	7.52±7.58* n=55	5.55±6.37* n=53	22.80±19.96* /s n=58

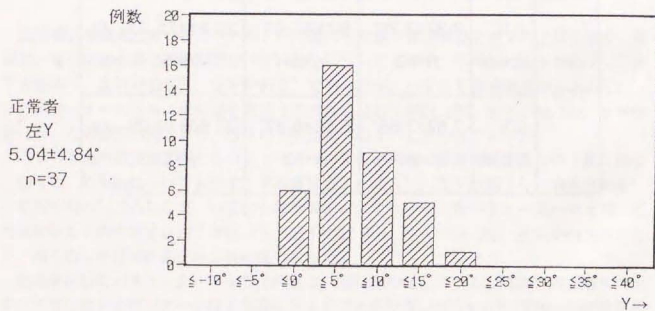
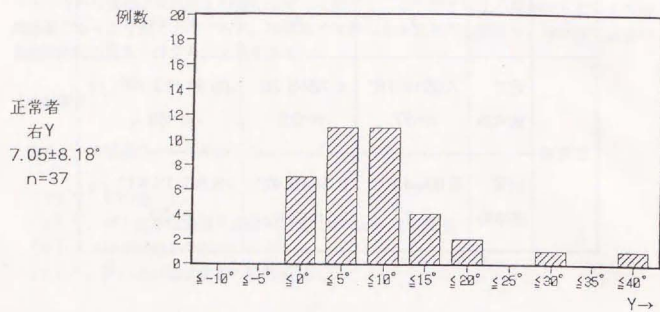


図5-1 正常者におけるYの値の度数分布, 平均値および標準偏差

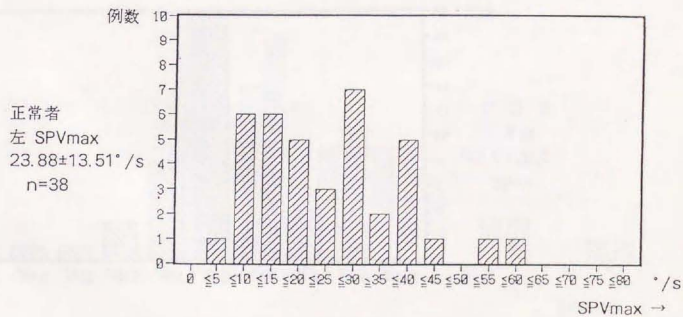
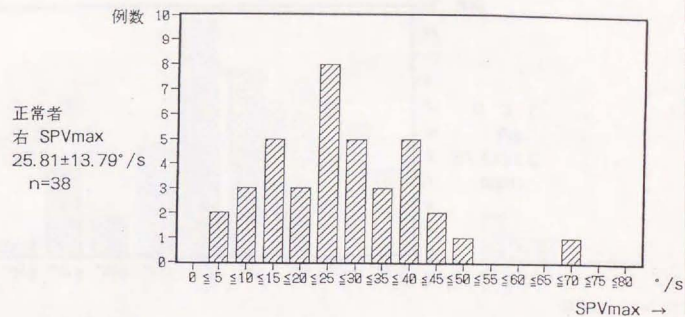


図5-2 正常者における温度眼振最大緩徐相速度 (SPVmax) の値の度数分布, 平均値および標準偏差

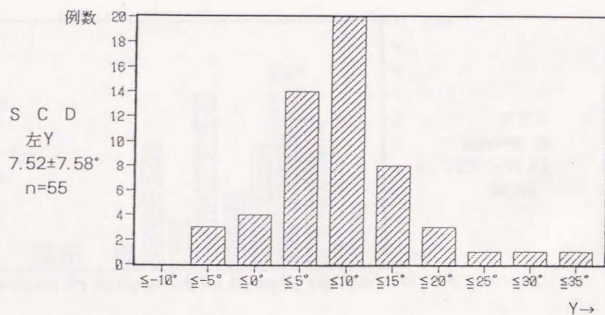
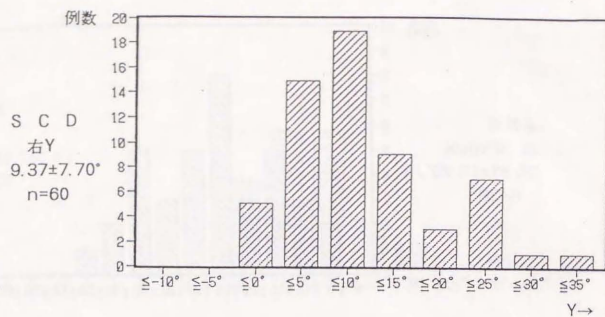


図5-3 脊髓小脳変性症におけるYの値の度数分布, 平均値および標準偏差

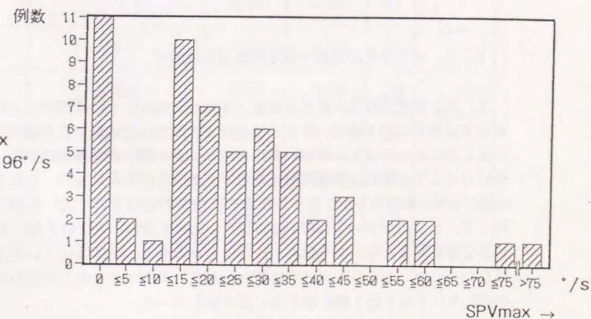
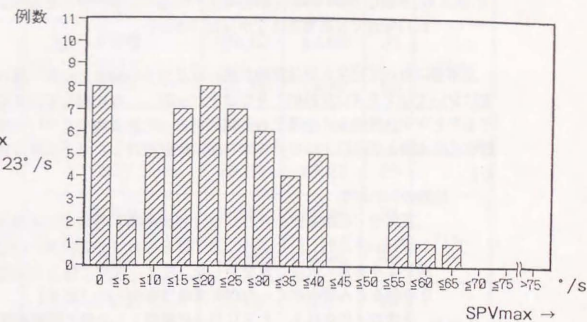


図5-4 脊髓小脳変性症における温度眼振最大緩徐相速度 (SPVmax) の値の度数分布, 平均値および標準偏差

比較検討の結果：

正常者とSCDの間で前庭頸反射の各パラメーターとSPVmaxを比較したが、いずれの項目でも有意差はなかった(表3)。

正常者においてはYとWは年齢が高いほど大きな値をとった。言い替えれば若年の正常者においてはYとWは比較的小きな値をとった。これに対して、SCDにおいては若年者でもYとWが比較的大きな値をとる症例があった。この点について明らかにするために各群を45歳未満と45歳以上に分けて次の様に比較検討した(正常者は初期の若年者7名を含む)。

比較検討の結果：

正常者(45歳未満)とSCD(45歳未満)の間で前庭頸反射の各パラメーターとSPVmaxを比較したところ、右YはSCD(45歳未満)のほうが正常者(45歳未満)より有意に大きな値を示した。左Y、左WではSCDのほうが正常者より大きな値をとる傾向があったが有意差はなかった(表4)。

正常者(45歳以上)とSCD(45歳以上)の間で前庭頸反射の各パラメーターとSPVmaxを比較したところ、右SPVmaxは正常者(45歳以上)のほうがSCD(45歳以上)より有意に大きな値を示したが、他の項目では有意差はなかった(表5)。

[2] Y、Wと温度眼振最大緩徐相速度との関係

Y、Wと温度眼振最大緩徐相速度(SPVmaxと略記)との相関関係を検討した。正常者においては表6に示す通り、YとWはそれぞれSPVmaxとの間に正の相関関係を有していたが、SCDにおいてはY、WのいずれもSPVmaxとの間に相関関係がなかった。2つの被検者群におけるYとSPVmaxの相関関係を表すグラフを図6に示した。正常者においてはSPVmaxが20°/sec未満の小さな値を取る場合にはYの値は全例で10°未満に収まっているのに対して、SCDにおいてはSPVmaxが20°/sec未満の小さな値を取る場合でも10°以上の大きな値を取るものが多く認められることがわかる。正常者においてはSPVmaxが0°の例はなかったが、SCDにおいてはSPVmaxが0°の例が少なからず認められ、しかもこれらの例においてもYは1例を除き全て正の値を取った。

SCDにおけるYとSPVmaxの相関関係を病型別に示した(図7)。Joseph病以外の各群とも広範囲に分布しているが、SPVmaxが0°の症例は左耳での1件を除きすべて遺伝歴のある症例であることがわかる。病型別の詳細なデータ解析は別の論文で報告する予定である。

[3] Y、Wと年齢との相関

Y、Wと被検者の年齢との相関関係を検討した。表7に示す通り、正常者においてはYとWはそれぞれ年齢との間に正の相関関係を有していた—すなわちYとWは年齢が高い

表 3

	被検者群	平均	標準偏差	件数	検定結果
年齢	正常者	49.13	12.69	31	n.s.
	SCD	52.19	13.39	63	
右SPVmax (°/s)	正常者	27.16	14.18	31	n.s.
	SCD	20.81	15.23	56	
左SPVmax (°/s)	正常者	26.41	13.34	31	n.s.
	SCD	22.80	19.95	58	
右Y (°)	正常者	8.18	8.57	30	n.s.
	SCD	9.37	7.69	60	
左Y (°)	正常者	5.75	4.95	31	n.s.
	SCD	7.52	7.58	55	
右W (°)	正常者	5.51	5.62	26	n.s.
	SCD	5.43	5.48	51	
左W (°)	正常者	5.26	5.36	29	n.s.
	SCD	6.31	6.37	53	

表 4

	被検者群	平均	標準偏差	件数	検定結果
年齢	正常者(45歳未満)	31.47	5.93	17	n.s.
	SCD(45歳未満)	33.65	8.33	17	
右SPVmax (°/s)	正常者(45歳未満)	20.69	12.33	17	n.s.
	SCD(45歳未満)	26.07	19.65	15	
左SPVmax (°/s)	正常者(45歳未満)	17.32	10.96	17	n.s.
	SCD(45歳未満)	18.74	23.83	14	
右Y (°)	正常者(45歳未満)	3.57	3.20	16	p<0.01
	SCD(45歳未満)	10.02	8.22	16	
左Y (°)	正常者(45歳未満)	3.38	4.70	16	n.s.
	SCD(45歳未満)	5.57	9.71	14	
右W (°)	正常者(45歳未満)	3.44	6.18	16	n.s.
	SCD(45歳未満)	3.41	5.17	13	
左W (°)	正常者(45歳未満)	2.46	3.76	14	n.s.
	SCD(45歳未満)	5.77	7.02	13	

表 5

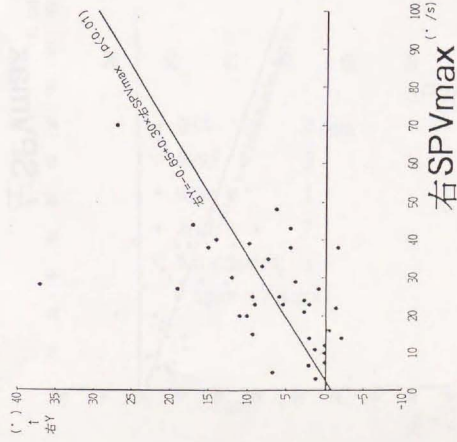
	被検者群	平均	標準偏差	件数	検定結果
年齢	正常者(45歳以上)	56.48	6.84	21	n.s.
	SCD(45歳以上)	59.04	6.66	46	
右SPVmax (°/s)	正常者(45歳以上)	29.94	13.79	21	p<0.005
	SCD(45歳以上)	18.89	13.02	41	
左SPVmax (°/s)	正常者(45歳以上)	29.19	13.24	21	n.s.
	SCD(45歳以上)	20.92	18.85	44	
右Y (°)	正常者(45歳以上)	10.19	9.36	21	n.s.
	SCD(45歳以上)	9.14	7.59	44	
左Y (°)	正常者(45歳以上)	6.30	4.65	21	n.s.
	SCD(45歳以上)	8.19	6.42	41	
右W (°)	正常者(45歳以上)	5.94	6.27	17	n.s.
	SCD(45歳以上)	7.10	5.33	38	
左W (°)	正常者(45歳以上)	7.42	5.54	20	n.s.
	SCD(45歳以上)	5.47	6.24	40	

表 6

正常者	相関の有無	相関係数	回帰直線	データ数
右Y vs SPVmax	p<0.01	0.51	右Y=-0.65+0.30×SPVmax	37
左Y vs SPVmax	p<0.01	0.51	左Y=0.71+0.18×SPVmax	37
右W vs SPVmax	p<0.05	0.36	右W=0.82+0.15×SPVmax	33
左W vs SPVmax	p<0.01	0.66	左W=-1.11+0.27×SPVmax	34

SCD	相関の有無	相関係数	回帰直線	データ数
右Y vs SPVmax	n.s.			55
左Y vs SPVmax	n.s.			53
右W vs SPVmax	n.s.			47
左W vs SPVmax	n.s.			51

正常者右Y



SCD右Y

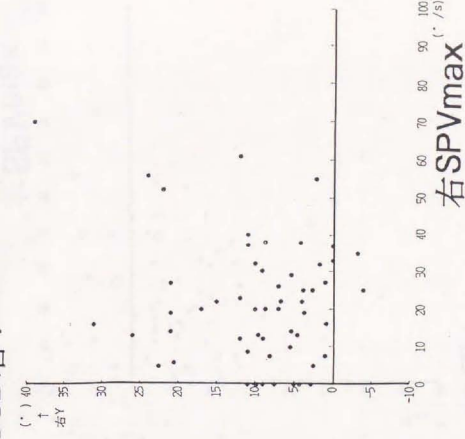
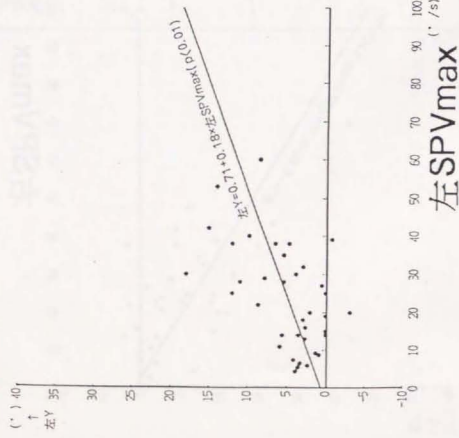


図 6-1 正常者および脊髄小脳変性症 (SCD) における Y と温度眼振最大振幅相速度 (SPVmax) との相関係係。右耳注水時。

正常者左Y



SCD左Y

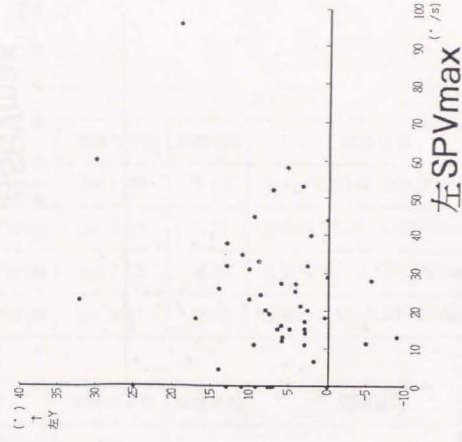
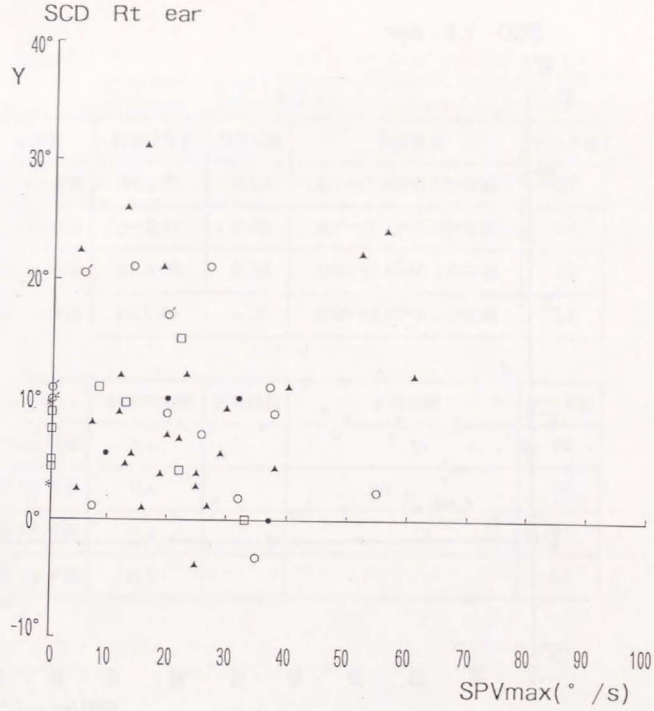
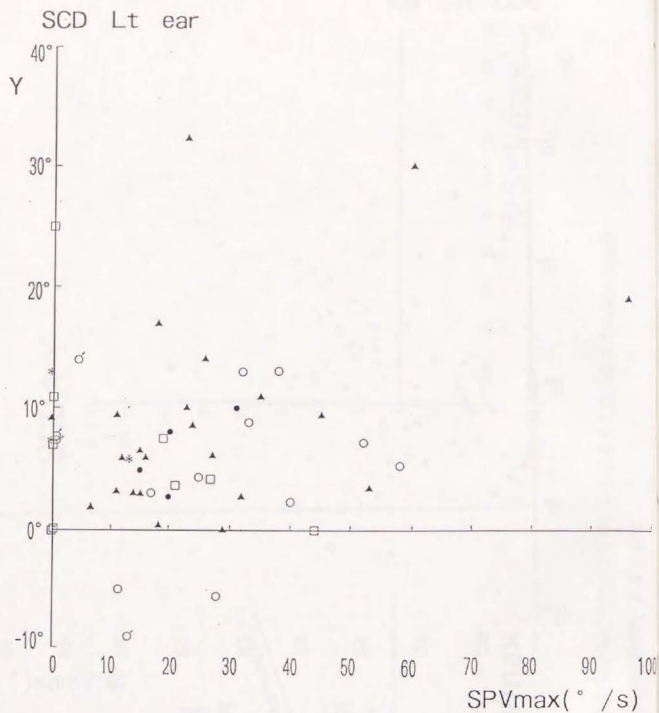


図6-2 正常者および脊髄小脳変性症 (SCD) におけるYと温度眼振最大減速相速度 (SPVmax) との相関関係。左頁注水時。



- ▲ OPCA 26 cases
- Menzel 9
- Holmes 4
- * Joseph 2
- SCD(unclassified) 14
- ◊ familial SCD(unclass)

図7-1



- ▲ OPCA 23 cases
- Menzel 9
- Holmes 4
- * Joseph 3
- SCD(unclassified) 14
- ◇ familial SCD(unclass.)

図 7-2

表 7

正常者	相関の有無	相関係数	回帰直線	データ数
右Y vs 年齢	p<0.01	0.56	右Y=-7.58+0.32×年齢	37
左Y vs 年齢	p<0.01	0.45	左Y=-2.29+0.16×年齢	37
右W vs 年齢	p<0.05	0.38	右W=-2.80+0.17×年齢	33
左W vs 年齢	p<0.01	0.56	左W=-4.60+0.21×年齢	34

SCD	相関の有無	相関係数	回帰直線	データ数
右Y vs 年齢	n.s.			60
左Y vs 年齢	n.s.			55
右W vs 年齢	n.s.			51
左W vs 年齢	n.s.			53

ほど大きな値を示した。これに対してSCDにおいてはY、Wのいずれも年齢との間に相関関係がなかった。参考までに、末梢神経疾患患者（末梢前庭由来のめまい、末梢性顔面神経麻痺など）においては左右のYは年齢との間に正の相関関係を有していたが、左右のWは年齢との間に相関関係がなかった。

図8に正常者とSCDにおけるYと年齢との相関関係を表すグラフを示した。SCDについては病型別にデータをプロットしたグラフも別に示した（図9）。Holmes型や遺伝歴のないOPCAと比較してMenzel型が低年齢に分布しているがこれはそれぞれの病型の特徴から当然の結果であろう。その他には病型別に特徴的なことは言えないように思われる。

[4] Y、Wおよび温度眼振の時間経過

Y、Wの記録において、①頸反射開始の時点、②plateauに達した時点、③plateauが終了し原点に向かって戻り始める時点、④原点に向かって戻る動きが終了した時点の4つの時点を注水開始時を起点として計測した。温度眼振の緩徐相速度が最大となる時点（peak time）と温度眼振の終了した時点（end time）も同様に計測した。

表8に正常者における4つの時点の平均値、標準偏差、例数を示した。②、③、④の各欄の下に、その時点での各パラメーターの値の平均値、標準偏差、例数を示した（①の時点は各パラメーターの原点に相当する）。

YとWの記録の全体像として概ね次の様なことが言える。すなわち、注水開始から30秒で動きが始まり、1分40秒ないし2分の時点まで動き続けてplateauになり、2分20秒ないし3分の時点から原点に向かって戻り始め、4分40秒ないし5分30秒の時点で戻る動きも終了する。戻り終わった時点でもY、Wは完全に原点の位置までは戻りきっていない（図10）。

表9に正常者およびSCDにおけるデータを並べて示し、比較検討した。YとWの記録波形の4つの時点に至る時間は正常者とSCDで有意差はなく、温度眼振の緩徐相速度が最大になるまでの時間も両群で有意差はなかった。これに対して、温度眼振が終了するまでの時間は正常者のほうがSCDと比べて有意に長かった。

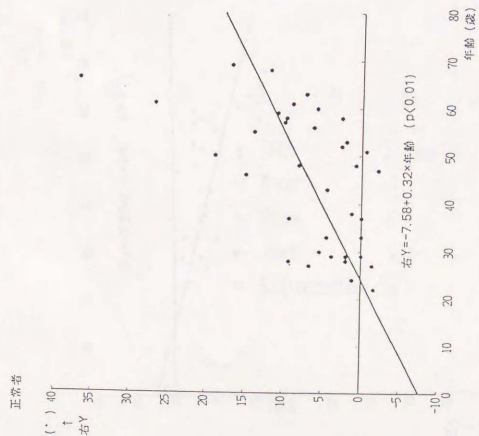
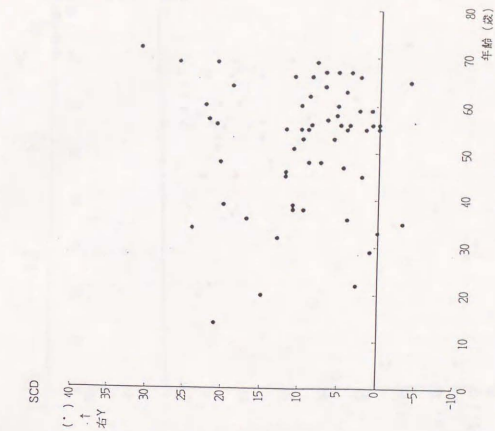


図8-1 正常者および脊髓小脳変性症におけるYと年齢との相関関係。右耳注水時。

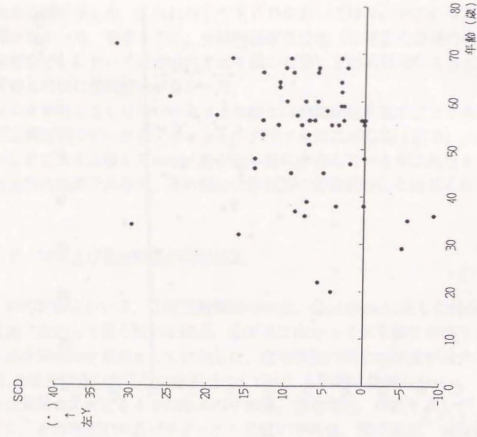
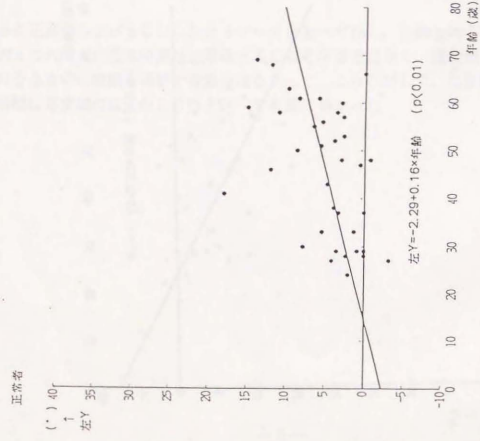


図 8-2 正常者およびび音随小脳変性症における Y と年齢との相関関係。左耳注水時。

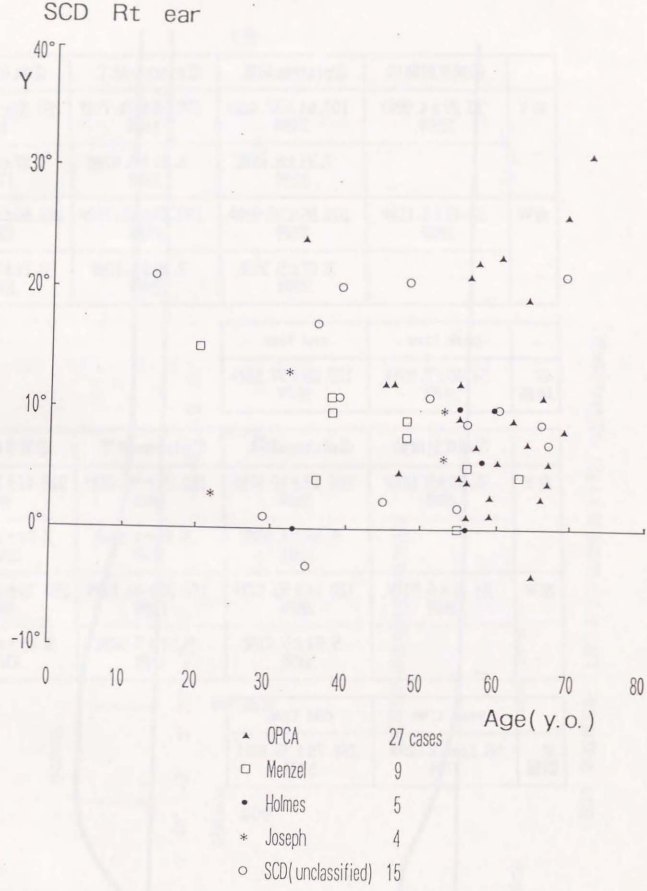


表 8

	①頭反射開始	②plateau到達	③plateau終了	④戻り終了
右 Y	30.29±4.99秒 28例	107.64±32.48秒 28例	175.78±74.79秒 18例	280.83±128.84秒 6例
		7.93±8.46度 32例	6.81±6.87度 29例	3.87±5.56度 17例
右 W	32.43±6.11秒 23例	103.65±39.93秒 23例	137.65±44.75秒 17例	288.60±160.95秒 10例
		3.97±5.39度 29例	3.29±5.10度 25例	0.74±3.13度 18例

	peak time	end time
右眼振	54.86±7.89秒 36例	180.86±37.68秒 36例

	①頭反射開始	②plateau到達	③plateau終了	④戻り終了
左 Y	31.55±5.61秒 29例	104.17±19.97秒 29例	161.17±59.48秒 18例	328.44±116.43秒 9例
		5.65±4.69度 33例	5.31±4.63度 31例	2.94±2.55度 22例
左 W	33.21±6.51秒 28例	120.14±59.97秒 28例	159.00±81.82秒 18例	289.78±141.66秒 9例
		5.54±5.41度 33例	5.51±5.50度 32例	3.86±4.36度 23例

	peak time	end time
左眼振	58.32±12.28秒 37例	188.78±35.32秒 37例

前庭頭反射の記録の全体像

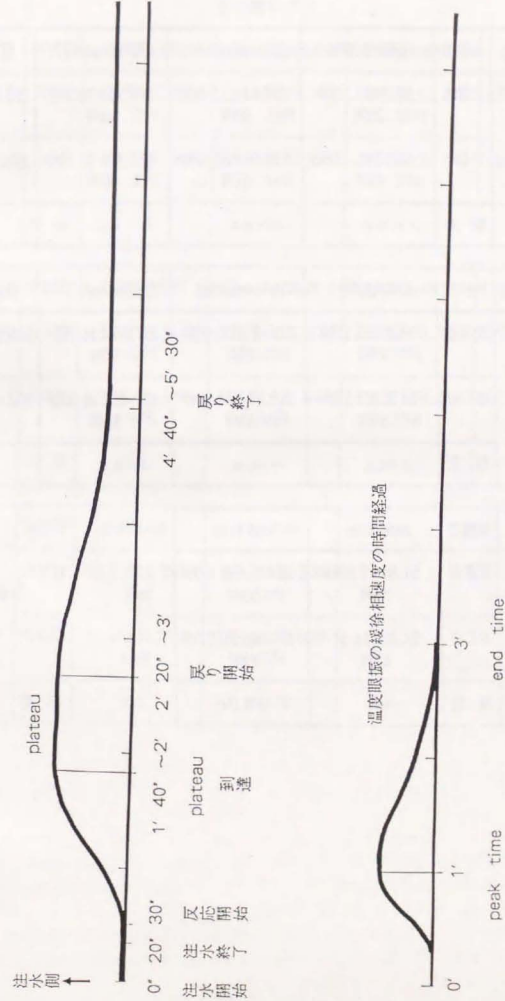


図10 前庭頭反射(上段)および温度眼振(下段)の記録の全体像。

表9-1

	被検者	①頭反射開始	②plateau到達	③plateau終了	④戻り終了
右Y	正常者	30.29±4.99秒 28例	107.64±32.48秒 28例	175.78±74.79秒 18例	280.83±128.84秒 6例
	S C D	32.62±6.11秒 45例	129.96±62.52秒 45例	177.37±70.40秒 38例	391.32±164.45秒 25例
	検定	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

	被検者	①頭反射開始	②plateau到達	③plateau終了	④戻り終了
右W	正常者	32.43±6.11秒 23例	103.65±39.93秒 23例	137.65±44.75秒 17例	288.60±160.95秒 10例
	S C D	31.31±5.13秒 39例	101.77±44.89秒 39例	131.42±38.30秒 31例	362.43±142.54秒 14例
	検定	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

	被検者	peak time	end time
右 眼振	正常者	54.86±7.89秒 36例	180.86±37.68秒 36例
	S C D	52.30±14.44 43例	153.04±21.27秒 45例
	検定	n.s.	p<0.005

表9-2

	被検者	①頭反射開始	②plateau到達	③plateau終了	④戻り終了
左Y	正常者	31.55±5.61秒 29例	104.17±19.97秒 29例	161.17±59.48秒 18例	328.44±116.43秒 9例
	S C D	31.37±7.40秒 38例	113.18±50.95秒 39例	168.00±59.77秒 35例	348.62±97.95秒 21
	検定	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

	被検者	①頭反射開始	②plateau到達	③plateau終了	④戻り終了
左W	正常者	33.21±6.51秒 28例	120.14±59.97秒 28例	159.00±81.82秒 18例	289.78±141.66秒 9例
	S C D	31.65±6.38秒 34例	108.94±38.46秒 34例	168.67±75.89秒 27例	295.07±131.52秒 14例
	検定	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

	被検者	peak time	end time
左 眼振	正常者	58.32±12.28秒 37例	188.78±35.32秒 37例
	S C D	54.43±17.25秒 44例	170.40±40.69秒 45例
	検定	n.s.	p<0.05

[参考:全411症例におけるY, S, W]

[対象]

1987年2月から1990年3月までに都立神経病院神経耳科で平衡機能検査を施行した神経疾患患者373名と正常被検者38名、合計411名(男:女=218:193)を対象とした。疾患別の内訳を表10に示す。

脊髄小脳変性症	63例
脳梗塞	40
パーキンソン病	32
多発性硬化症	25
めまい(中枢性を除く)	21
脳出血	12
パーキンソン症候群	12
進行性核上性麻痺	12
遷性対麻痺	9
脳腫瘍	9
多系統変性疾患	6
頸椎症	6
その他の神経疾患	126
正常被検者	38
合計	411例

[結果]

1. Y, S, Wの値

全被検者の前庭頸反射の各パラメーターの値の平均値、標準偏差を示す(表11)。参考に、温度眼振の最大緩徐相速度についても示す。平均値は右Yが約10°、左Yが約9°、右Sが約7mm、左Sが約5mm、右Wが約5°、左Wが約5°であったが、いずれも標準偏差が大きかった。各パラメーターのうち、正の値を取るものの割合は右Yが91.0%、左Yが92.0%、右Sが62.7%、左Sが52.9%、右Wが82.9%、左Wが83.0%であり、残りのものは無反応ないし負の値であった。

表11

		Y	S	W	SPVmax
全症例	右耳 注水時	9.75±8.89° n=379	6.91±10.14mm n=322	5.40±5.98° n=327	21.68±14.14°/s n=374
	左耳 注水時	8.70±8.20° n=362	5.12±10.17mm n=325	5.21±5.76° n=336	22.38±18.27°/s n=376

2. Y, S, Wの相互関係

1被検者・1検査におけるY, S, Wの相関関係について検討した。表12に示す通り、右耳注水時、左耳注水時ともに、YとS、YとWおよびSとWのいずれの組み合わせでも正の相関関係が認められた。特に、SとWは互いに強い相関を有していた。

表12

	相関関係の有無	相関係数	回帰直線	データ数
右Y:右S	p<0.01	0.37	右Y=7.35+0.31×右S	312
左Y:左S	p<0.01	0.25	左Y=7.32+0.20×左S	298
右Y:右W	p<0.01	0.30	右W=3.37+0.21×右Y	318
左Y:左W	p<0.01	0.28	左W=3.44+0.21×左Y	310
右S:右W	p<0.01	0.72	右W=2.63+0.40×右S	291
左S:左W	p<0.01	0.69	左W=2.96+0.38×左S	296

参考：他の神経疾患における 前庭頸反射

前出の411例の被検者のうち、症例数が比較的多い疾患としてパーキンソン病（PA）と進行性核上性麻痺（PSP）を検討対象とした。脳血管障害や多発性硬化症は症例数は多いものの障害部位の分布が症例ごとに異なるので今回の検討からは除外した。本文の冒頭で示した理由により、前庭頸反射のうちYとWのみを取り上げた。加えて温度眼振の最大緩徐相速度（SPVmax）についても検討した。

[結果]

PA、PSPおよび正常者（いずれも全例）のデータを表13に示した。疾患群においてYが大きな値を示す傾向があったが、これは主としてPA、PSPの中で70歳以上の症例が大きなYを示したためであり、70歳以上の正常者のデータはないので単純な比較はできない。本文ですでに述べた通り、正常者においては前庭頸反射の大きさは年齢と相関するので疾患群と正常者群の比較には年齢を合わせる必要がある。PAは33～77歳、PSPは52～78歳、正常者は22～69歳までの年齢分布を示した。そのため、1) 70歳未満のPAと30歳以上の正常者（表14）、2) 70歳未満のPSPと50歳以上の正常者（表15）の比較を行った。PA、PSPともに、年齢をマッチングした正常者と比較してSPVmaxが小さな値を示したが、Y、Wは有意な差がなかった。温度眼振の低下については脳幹障害を直接に反映したものと考えられる。

表13

	右Y	右W	右SPVmax
PA	8.45±7.56* n=29	4.37±4.78* n=27	18.65±8.20* /s n=26
正常者との差	n.s.	n.s.	p<0.025
PSP	11.80±8.47* n=11	2.19±5.41* n=8	13.62±12.76* /s n=11
正常者との差	n.s.	n.s.	p<0.025
正常者	7.05±8.18* n=37	4.73±6.25* n=33	25.81±13.79* /s n=38

	左Y	左W	左SPVmax
PA	11.71±9.69* n=30	4.10±6.87* n=28	23.74±10.09* /s n=27
正常者との差	p<0.005	n.s.	n.s.
PSP	10.89±8.28* n=11	4.74±7.48* n=10	11.13±16.44* /s n=9
正常者との差	p<0.005	n.s.	p<0.025
正常者	5.04±4.84* n=37	5.38±5.42* n=34	23.88±13.51* /s n=38

	年齢
PA	61.97±12.40歳 n=32
正常者との差	p<0.005
PSP	68.00±7.74歳 n=12
正常者との差	p<0.005
正常者	45.29±14.12歳 n=38

表14

	右Y	右W	右SPVmax
70歳未満のPA	6.29±5.51* n=19	3.55±4.47* n=17	17.74±9.58* /s n=20
正常者との差	n.s.	n.s.	p<0.005
30歳以上の正常者	8.53±8.55* n=28	5.48±5.77* n=24	28.41±13.30* /s n=29

	左Y	左W	左SPVmax
70歳未満のPA	9.00±8.56* n=20	2.57±7.13* n=18	18.20±12.48* /s n=20
正常者との差	n.s.	n.s.	n.s.
30歳以上の正常者	5.67±4.26* n=28	6.17±5.22* n=27	26.91±13.36* /s n=29

	年齢
70歳未満のPA	55.67±10.77歳 n=21
正常者との差	n.s.
30歳以上の正常者	50.97±10.80歳 n=29

表15

	右Y	右W	右SPVmax
70歳未満のPSP	8.47±5.95* n=7	2.90±4.59* n=5	9.11±6.58* /s n=7
正常者との差	n.s.	n.s.	p<0.005
50歳以上の正常者	11.31±9.27* n=17	7.21±5.98* n=14	28.41±13.30* /s n=29

	左Y	左W	左SPVmax
70歳未満のPSP	5.54±2.81* n=7	5.73±5.07* n=6	2.86±4.27* /s n=5
正常者との差	n.s.	n.s.	p<0.005
50歳以上の正常者	6.92±4.19* n=17	8.38±5.17* n=17	28.06±13.93* /s n=17

	年齢
70歳未満のPSP	62.43±5.21歳 n=7
正常者との差	n.s.
50歳以上の正常者	58.65±5.50歳 n=17

[考察]

外耳道に温度刺激を与えることによって生ずる前庭反応には眼振の他にいくつかのものが考えられる。大脳への出力は自覚的なめまい感をおこし、自律神経系への出力は心拍数の変化などの自律神経反射をおこし、脊髄への出力、すなわち前庭脊髄反射は筋緊張の変化をおこす。前庭脊髄反射についてはMagnus and de Kleijn(1912)¹⁾以来現在に至るまで基礎的な研究は数多く行われており、Ito²⁾、前田³⁾の総説に詳しくまとめられているが、ヒトにおける前庭脊髄反射の研究は意外に少ない。眼振、すなわち前庭眼反射についての臨床的研究の膨大さに比べ際立った点といえる。ヒトでの前庭脊髄反射の現れとしての重心動揺やひらめ筋筋電図については比較的多くの報告が行われているが、前庭脊髄反射の1つである前庭眼反射に注目した報告は著者の知るかぎり極めて少なく、Henrikssonら⁴⁾、Henrikssonら⁵⁾、Dolowitzら⁶⁾、Spector⁷⁾、Outerbridgeら⁸⁾、Hinokira⁹⁾、二木ら¹⁰⁾、石井ら¹¹⁾、石井ら¹²⁾の報告を見るのみである。これは、眼振が電気眼振計によって比較的容易に計測・記録できるの 비해、臨床例で前庭眼反射を簡単に計測・記録できる手段がこれまでになかったためと思われる。著者は二木ら¹⁰⁾、石井ら¹¹⁾、石井ら¹²⁾の方法にならい、前庭眼反射の大きさを回転光縞センサーであるエンコーダーを応用した「3次元回転枕」によって計測した。

文献的考察

Henrikssonら(1962)⁴⁾は臥位の被検者の後頭部に左右一対の空気枕を置きその圧差を計測することによって、温度眼振検査時の頭部の捻転運動を記録した。引き続き彼ら(1962)⁵⁾は25人の正常被検者に温度眼振検査を行なった。その結果、次のような結論を述べている。1) 冷水、温水のいずれの刺激でも頭部は温度眼振の緩徐相の方向に捻転した。2) 頭部捻転の大きさと眼振の最大緩徐相速度は同一被検者においてははかかなり一定していたが、被検者間のばらつきが大きかった。3) 自覚的なめまい感と頭部捻転は有意の相関関係を有していたが、めまい感と眼振には相関関係がなかった。4) 頭部捻転は眼振と比較して次に示す様な3つの点で異なった反応パターンを示した。すなわち、頭部捻転最大値と眼振の最大緩徐相速度の間には相関関係がなく、頭部捻転は眼振の最大緩徐相速度より遅れて最大値に達し、また、眼振が終了した後も頭部捻転は続いていた。なお、4)に示した理由からHenrikssonらは“頭部捻転は眼振との間に定量的相関関係がなかった。としているが、この点については後に考察を加える。

HenrikssonのグループのDolowitzら⁶⁾は正常者、末梢迷路障害患者、中枢神経疾患患者に対して温度眼振検査を行った。その結果、末梢迷路障害患者のうち前庭神経炎、先天性高度感音難聴、耳毒性物質による障害では眼振、めまい、頭部捻転ともに正常者より減弱していること、メニエール病では眼振、めまいは減弱しているが頭部捻転は正常なことで、逆に、中枢障害患者のうち髄膜炎においては眼振とめまいは正常者と変わらないものの頭部捻転が減弱していることを述べており、前庭眼反射と前庭脊髄反射とは関与する機構が異なっている可能性があるかと考察している。

Spector⁷⁾はHenrikssonら⁴⁾と同じ原理の空気枕を用いて125名の正常者に冷温交互検査を行ったが、頭部は温度眼振の緩徐相方向と急速相方向の両方に相半ばして捻転運動した

といい、この方法は技術的に問題があると述べている。

Outerbridgeら⁸⁾は頭部にサーチコイルを装着し磁界中に入れることによって頭部の回旋運動を計測した。身体を乗せたターンテーブルを回転させると頭部は前庭眼反射によって回転の回転加速度方向とは逆に回転すると報告した。

Hinokira⁹⁾はstrain-gaugeを用いて頭部運動を計測し、ヒトを回転させたとき頭部と眼球の同期的運動が生ずることを報告した。

今回著者の使用した“3次元回転枕”による前庭眼反射の計測については二木ら¹⁰⁾、石井ら¹¹⁾、石井ら¹²⁾がこれまでに報告している。これら3つの報告の内容を要約すると、1) 正常者では冷水注入では頭部は温度眼振緩徐相方向に動いたが、温水注入ではそのような規則性はなかった。ちなみに、これは冷水注入時の反応についてはHenrikssonら⁵⁾と一致するがSpector⁷⁾とは一致せず、逆に温水注入時の反応については前者とは一致せず後者と一致する。今回の著者の症例の検討では冷水注入時の反応については二木ら¹⁰⁾、石井ら¹¹⁾、石井ら¹²⁾と同様の結果を得ているが、温水注入は一部の症例にしか施行していない。二木ら¹⁰⁾、石井ら¹¹⁾、石井ら¹²⁾の報告では正常者の数は6名なので温水注入時の反応については今後例数を増やして検討する必要がある。2) 中等度迷路機能低下例では温度眼振の低下に比べ、前庭脊髄反射は比較的保たれていた。3) 高度迷路機能低下例では前庭眼反射の残存はばらつきが多く一定しないが、両側高度迷路機能低下例で前庭眼反射が残存している例ではJumbling現象が生ぜず、前庭眼反射の障害とJumbling現象との関連が示唆された。

今回の検査結果について

冒頭に述べたとおり温度眼振検査時の頭部運動はYawing, Sliding, Rolling(Wipering)の3つのパラメーターで過不足なく記載することができ、一口に頭が右に動くとか左に動くとか言っても実はY, S, Wのそれぞれについて動きが右向きか左向きかを記載しなければならぬわけであるが、このような観点で前庭眼反射を記載したのは二木らが初めてである。Mettler¹³⁾は頭部は頸椎の軸に沿った回旋をする場合と側方へ傾斜する場合があり、頭部運動を記載する場合には頭(あるいは後頭部)が右に動くとか左に動くとか記載すべきであると述べているが、頭(あるいは後頭部)の1つだけの動きで回旋(Y)と傾斜(W)の両者を表現することができないのは言うまでもない。実際、今回の被検者の中にはY成分が右向き、W成分が左向きといったケースが少数ながら認められた。Henrikssonら⁴⁾の始めた左右1対の空気枕を使用してその圧差から頭部偏倚の力を計測する方法は1つのパラメーターのみによる記載であり誤解の生じる余地がないという点は利点と言えるが、逆にY, S, Wの3成分を知りたい場合には欠点となり、また、頭部偏倚の力をグラム単位で表示されてもそれが頭部の動きとしてどの程度の大きさなのか分からないという欠点がある。前庭眼反射による頭部運動をY, S, Wの3成分に分けて411例という多数の被検者について計測したのは本報告が初めてである。

正常者において前庭眼反射のパラメーターのうちYとWの記録は無反応のものを除き大多数の例で概ね図10のようなパターンを示した。注水開始後、強い温度眼振が出ている時

期には外側半規管から前庭神経・脳幹を経て頸髄の頸筋運動ニューロンにいたる経路 (cristo-spinal reflex) も活発に活動しているものと予想され、反応パターンの初期に見られる一定方向への動きはこれを反映したものと考えられる。頭部が一定方向に偏奇した時点では頸椎の捻転刺激を入力とし頸部筋肉を出力とする系 (cervico-colic reflex) と頭部の傾斜刺激を入力とし頸部筋肉を出力とする系 (vestibulo-colic reflex) のうち耳石器由来の部分 — otolith-colic reflex または maculo-colic reflex と呼ぶべきものと思われる) の2つの系が賦活され、cristo-spinal reflex が弱まった時点ではこれら2つの系により、偏奇した頭部を元に戻そうとする動きが生ずるものと考えられる。反応パターン上のplateauに引き続いて起こる原点方向への戻り運動はこのメカニズムで説明できると思われる。被検者の大部分は検査中に頭部が偏奇したという自覚はなかったと答えており、また、neo-cortical deathの患者でも戻り運動が認められており、戻り運動が大脳レベルの活動によって起こったという可能性は低い。

[1] Y, Wの値

正常者の前庭頸反射 (Y, W) は平均値として正の値を取り、また、被検者の80%前後が正の値を取った。すなわちこれらのパラメーターは冷水注入の方向に動いた。これはHenrikssonら^{4,5}、二木ら¹⁰、石井ら¹¹、石井ら¹²の報告と一致する (ただし、これらの著者たちの言うように“全例で”とは言うことができない)。SCDにおいてもY, Wのいずれも平均値として正の値を取り、YとWは被検者の90%前後が正の値を取った。多種多様の神経疾患患者も含めた全411例のデータではSも含めて冷水注入方向に動くものが大多数であり、一般的にY, S, Wのいずれも冷水注入方向に動くものと考えておいてよいと思われる。

正常者 (SCDに対してage-matched) とSCDの間で前庭頸反射の各パラメーターと温度眼振最大緩徐相速度 (SPVmax) を比較したが、いずれの項目でも有意差はなかった。しかしこれは両群で全く差がなかったということではない。正常者においてはYとWは年齢が高いほど大きな値をとった。言い替えば若年の正常者においてはYとWは比較的小きな値をとった。これに対して、SCDにおいては若年者でもYとWが比較的大きな値をとる症例があり、年齢と前庭頸反射との相関は認められなかった。末梢神経疾患患者 (末梢前庭由来のめまい、末梢性の顔面神経麻痺など) については左右のYと年齢に相関関係が認められた。このように、正常者においては前庭頸反射 (YとW) と年齢に相関関係が認められ、SCDにおいては認められないという事実はこれまでに報告がなく、その神経学的背景についても不明と言わざるを得ないが、加齢による神経回路網の変化と同様の過程が若年のSCD患者において生じているという可能性は考えられる。

若年者 (45歳未満) のみを対象として正常者とSCDを比較したところ、右YはSCDのほうが正常者より有意に大きな値を示した。左Y, 左WではSCDのほうが正常者より大きな値をとる傾向があったが、両群ともばらつきが大きく、有意差はなかった。45歳以上のみを対象として正常者とSCDを比較したところ、YとWは両群ともほぼ同様の値を示した。なお、温度眼振最大緩徐相速度 (SPVmax) は正常者のほうがSCDより大きな値を示し、右耳では有意であったが、左耳では有意差はなかった。前庭頸反射の大きさは45歳以上の群については正常者でもデータのばらつきが大きかったが、45歳未満の群につい

ては正常者では比較的ばらつきが小さく、平均+2σが右Yで9.97°、左Yで12.78°となることから、“45歳未満の症例で右Yが10°、左Yが13°を越えるものは異常と判定してよい。ものと考えられた。さらに、45歳未満の末梢神経疾患患者においては平均+2σが右Yで9.44°、左Yで10.89°と正常者とほぼ同様の値を取るから、若年者においてYが前記の条件を越える値を取る場合 (SCDでは少なからず認められる)、SCDに特異的とは断定できないものの、何らかの中脳神経系の障害を反映したものである可能性が考えられ、さらには正常者の中脳神経系においては前庭頸反射に対して抑制的に働く系が存在することが推察された。

[2] Y, Wと温度眼振最大緩徐相速度との関係

正常者においてはYとWはそれぞれ温度眼振最大緩徐相速度 (SPVmax) との間に正の相関関係を有していた。この点はHenrikssonら⁶の報告と相違しているが、前庭頸反射の大きさが末梢前庭入力の大さに依存していると考えれば正常者でこのような相関関係があっても不思議ではない。これに対してSCDにおいてはY, WともSPVmaxとは相関関係がなかった。

正常者においてはSPVmaxが20°/sec未満の小さな値を取る場合にはYの値は全例で10°未満に収まっているのに対して、SCDにおいてはSPVmaxが20°/sec未満の小さな値を取る場合でも10°以上の大きな値を取るものが多く認められた。正常者においてはSPVmaxが0°の例はなかったが、家族性のSCDにおいてはSPVmaxが0°の例が少なからず認められ、しかもこれらの例においてもYは1例を除き全て正の値を取った。温度眼振と前庭頸反射との解離現象についてはDolowitzら⁶が報告している。この報告によれば、メニエール病では前者が減弱、後者が正常だったのに対して、髄膜炎では逆に前者が正常、後者が減弱していた。また、症例が3例で統計学的に有意ではなかったものの、小脳腫瘍においては眼振が減弱、頸反射は増強していたという。われわれのSCDの症例における解離現象はDolowitzら⁶の小脳腫瘍の結果に類似していると思われる。このことは正常者において統合されている前庭眼反射 (図1で前庭神経核から上に向かう系) と前庭脊髄反射 (下に向かう系) の2つの系がSCDにおいては異なった様態で障害されている可能性を示唆しているものと思われる。

なお、前庭頸反射の各パラメーターをSPVmaxで除した値 (Y/SPVmax, etc) およびその逆の値 (SPVmax/Y, etc) について正常者 (SCDに対してage-matched) とSCDの差を検討したが、有意な差は認められなかった。分母が0になるケースが除外されたこと、SCDにおけるデータのばらつきが大きかったことが関係している。

[3] Y, Wと年齢との相関

正常者においてYとWはそれぞれ年齢との間に正の相関関係を有していた — すなわち年齢が高いほど前庭頸反射は大きな値を取った。その神経学的意義は不明である。単に前庭頸反射の値が大きいというだけでは異常とは言えないことになり、注意が必要である。これに対してSCDにおいてはY, Wのいずれも年齢との間に相関関係がなかった。この相違点については [2] で考察を加えた。

[4] Y, Wおよび温度眼振の時間経過

[正常者について]

Henrikssonら⁸は頭部捻転が最大値に達するまでの時間は注水開始から122+26秒(左右、冷水・温水の4施行の平均)であったとしており、今回の正常者に関するデータ(1分40秒ないし2分)とほぼ一致する。彼等は前庭頸反射の開始時点と終了時点は決定できなかったとしている。今回の著者のデータでも記録開始時点(25~30秒)から直ちに頸反射が開始するケースが少なからずあり、この場合記録開始時点を頸反射開始時点としたので真の意味での開始時点とは言えないものも含まれている。反応終了時については著者は充分長時間の記録を行ったので、前庭頸反射の戻り運動の終了時点は4分40秒ないし5分30秒であるとして問題ない。ただし、戻りの終了時点は標準偏差が大きく、7~8分に達するケースがあることも確かである。温度眼振が最大に達するまでの時間、温度眼振が終了するまでの時間についてはHenrikssonら⁸と同様の結果が得られ、また、前庭頸反射は温度眼振より遅れて最大に達し、温度眼振が終了した時点でも前庭頸反射は終わっていないという点でも彼等と同様の結果であった。カロリックテストの際、温度眼振が約3分で終了した後、閉眼足踏み運動をさせると10分ないし15分の時点でも身体の偏奇が認められ、前庭刺激の影響が依然として残っていることが推察されるが、前庭頸反射の持続時間が温度眼振の持続時間より長いという事実はこのことの1つの裏付けである。

[正常者とSCDの比較]

Y, Wの記録波形の4つの時点に至る時間は正常者とSCDで有意差はなかった。温度眼振の緩徐相速度が最大になるまでの時間も両群で有意差はなかった。これに対して、温度眼振が終了するまでの時間は正常者のほうがSCDと比べて有意に長かった。SCDの中で、家族性のもの、病期の進んだものに温度眼振そのものが障害されるものがあることは知られているが(水野ら^{14, 15})、このような症例でも前庭頸反射は障害されていないことからくる結果であり、この点からも、正常者において統合されている前庭眼反射と前庭脊髄反射の2つの系がSCDにおいては異なった様態で障害されている可能性が示唆された。

今回の研究により、SCDの一部の症例における温度眼振の減弱・消失は末梢前庭や前庭神経の障害によるものではなく、中枢前庭系の障害によるものである可能性が示唆された。SCDの病期の進行の過程において温度眼振検査を見ていると、前庭眼反射の障害は急速眼球運動(saccade)の障害と密接に関連していることがわかる。この事実からすれば前庭眼反射と前庭脊髄反射の障害の差の病理学的な背景については、前庭神経核の内部における障害の不均一と、前庭神経核より先の経路の障害の差の2つの可能性が考えられるものの、後者のほうがSCDにおける温度眼振検査の結果をより統一的に説明できるものと思われる。

なお、今回の検査では当然ながら温度眼振の検査時に頭部は自由に動き得る条件になっているが、このことが正常者とSCDにおける温度眼振持続時間の差の原因になっているとは考えにくい。

[5] データの左右差について

以上、本論文においては全て左右耳の試行別に検査結果をデータとして呈示した。前庭頸反射の値、温度眼振最大緩徐相速度との関係、年齢との相関、時間経過のいずれにおいても大部分のデータにおいては左右耳で大きな差はなかった。正常者とSCD患者の前庭頸反射の値の比較においては右耳で有意差があり左耳では有意差がないというような場合があったが、この場合も、左耳では傾向として右耳と同様の差がありながらデータのばらつきが大きいために有意差がなかったということであった。当然ながら外耳道への注水方法などの検査手技は左右で同じであるが、検査は全被検者において初めに右耳、引き続き左耳という順番で行ったので、これがデータの左右差に何らかの影響を及ぼした可能性がある。温度眼振検査を連続して反復施行すると次第に眼振が減弱してきているが、前庭頸反射では右耳に続き左耳を検査するというだけでも順序効果ないしhabituationの影響があらわれるのかもしれない。したがって本論文のように左右耳別にデータを処理するのは意味のあることと思う。

[結論]

外耳道温度刺激時の前庭頸反射の3成分のうち、YとWについて検討した。

1. 正常者においてはYとWは平均値として正の値を取り、また、被検者の80%前後が正の値を取った。すなわちこれらのパラメーターは冷水注入の方向に動いた。SCDにおいても正常者と同様に、YとWは冷水注水耳の方向に動くものが多かった。参考までに、神経疾患患者も含めた全41例のデータではY, S, Wのいずれも冷水注入方向に動くものが多かった。
2. 正常者においてはY, Wはそれぞれ温度眼振最大緩徐相速度との間に正の相関関係を有していた。これに対してSCDにおいてはY, Wのいずれも温度眼振最大緩徐相速度との間に相関関係はなかった。正常者において統合されている前庭眼反射と前庭脊髄反射の2つの系がSCDにおいては異なった様態で障害されている可能性を示唆しているものと思われる。
3. 正常者においてはY, Wはそれぞれ年齢との間に正の相関関係を有していた。すなわち年齢が高いほど前庭頸反射は大きな値を取った。SCDにおいてはY, Wのいずれも年齢との間に相関関係はなかった。これも正常者における結果との相違点である。
4. 正常者において、Y, Wについては記録の全体像として概ね次の様子が言える。すなわち、注水開始から30秒で動きが始まり、1分40秒ないし2分の時点まで動き続けてplateauになり、2分20秒ないし3分の時点から原点に向かって戻り始め、4分40秒ないし5分30秒の時点で戻る動きも終了する。戻り終わった時点でもY, Wは完全に原点の位置までは戻りきっていない。SCDにおけるY, Wの時間経過は正常者におけるY, Wの時間経過と大差なかった。温度眼振が終了するまでの時間はSCDのほうが正常者と比べて有意に短かった。SCDの中に温度眼振そのものが障害されるものがあり、このような症例でも前庭頸反射は障害されていないことからくる結果であり、この点からも、正常者において統合されている前庭眼反射と前庭脊髄反射の2つの系がSCDにおいては異なった様態で障害されている可能性が示唆された。
5. 45歳以上の被検者については正常者でも加齢の影響で前庭頸反射が大きな値を取る場

合が多く、正常者とSCDで前庭頸反射の値に差は認められなかった。45歳未満の被検者については前庭頸反射のうち右W以外の各パラメーターは正常者よりSCDのほうが大きな値を示し、右Yでは統計学的有意差が認められた。

6. 前庭頸反射の大きさは45歳以上の群については正常者でもデータのばらつきが大きかったが、45歳未満の群については正常者では比較的ばらつきが小さく、平均+2σが右Yで9.97°、左Yで12.78°となることから、“45歳未満の症例で右Yが10°、左Yが13°を越えるものは異常と判定してよい。ものと考えられた。さらに、45歳未満の末梢神経疾患患者においては平均+2σが右Yで9.44°、左Yで10.89°と正常者とはほぼ同様の値を取ることから、若年者においてYが前記の条件を越える値を取る場合(SCDでは少なからず認められる)、SCDに特異的とは断定できないものの、何らかの中樞神経系の障害を示唆している可能性があるように思われた。

【要約】

回転光縞センサーであるエンコーダーを応用した“3次元回転枕”を用い、外耳道冷水注入時に誘発される頭部運動(前庭頸反射、VCR)をY(yawing)、S(sliding)、W(wiping, rolling)の3成分に分けて計測した。正常者、脊髄小脳変性症(SCD)、被検者全体のいずれの群においてもVCRは基本的に冷水注入側方向に動いた。正常者群ではVCRの大きさと温度眼振最大緩徐相速度(SPVmax)の間に有意な正の相関があったが、SCD群においてはVCRの大きさとSPVmaxの間に相関はなかった。VCRの記録波形の時間経過上のパターン(VCRの最大値到達時間、終了時間、etc)は正常者とSCDで差がなかったが、温度眼振の持続時間はSCD群が正常者より有意に短かった。これはSCDの患者群の中には温度眼振自体が高度に減弱ないし消失していた被検者がおり、これらにおいてもVCRがほぼ正常であったことによるものである。以上の結果はSCD患者の中樞神経系において前庭眼反射系(眼振)と前庭頸反射系の障害に解離が存在することを示唆するものである。

参考文献

- 1) Magnus R and de Kleijn A: Die Abhängigkeit des Tonus der Extremitätenmuskeln von der Kopfstellung. Pflügers Arch. 145: 455~548, 1912.
- 2) Ito M: The Cerebellum and Neural Control. pp413~419, Raven Press, New York, 1984.
- 3) 前田 稔: 姿勢制御 — 前庭脊髄反射を中心に — . 脳の構造と機能 下巻 (大村裕他編). 141~163頁, 医学書院, 東京, 1984.
- 4) Henriksson NG, Dolowitz DA and Forssman B: Studies of cristospinal reflexes (laterotorsion) I. A method for objective recording of cristospinal reflexes. Acta Otolaryngol (Stockh) 55: 33~40, 1962.
- 5) Henriksson NG, Forssman B and Dolowitz DA: Studies of cristospinal reflexes (laterotorsion) II. Caloric nystagmus and laterotorsion in normal individuals. Acta Otolaryngol (Stockh) 55: 116~128, 1962.
- 6) Dolowitz DA, Forssman B and Henriksson NG: Studies of cristospinal reflexes (laterotorsion) III. Patterns of cristoculo and cristospinal reflexes in clinical oto-neurology. Acta Otolaryngol (Stockh) 55: 496~504, 1962.
- 7) Spector M: Pneumatic registration of vestibulo-spinal reflexes. Pract oto-rhino-laryngol 32: 11~16, 1967.
- 8) Outerbridge JS and Melvill, Jones G: Reflex vestibular control of head movements in man. Aerospace Med. 42: 935~940, 1971.
- 9) Hinoki M, and Kitahara M: An application of strain-gauge-type instruments to the analysis of the equilibrium function in human subjects and animals. Acta Otolaryngol (Stockh) Suppl. 179: 110~121, 1963.
- 10) 二木 隆, 山根雅昭, 土肥健純: 温度刺激後の頭部にあらわれた前庭頸反射の測定 — 健常者及び両側高度迷路反応低下例について — . 耳鼻臨床 77: 増6; 2292~2302, 1984.
- 11) 石井甲介, 二木 隆, 土肥健純: 両側迷路機能廃絶及び高度低下例における温度刺激後の前庭脊髄反射の観察 — その2 — . 耳鼻臨床 78: 増6; 2563~2569, 1985.
- 12) 石井甲介, 二木 隆, 土肥健純: 健常者及び、迷路機能低下例における前庭脊髄反射の観察. Equilibrium Res 44: 263~267, 1985.
- 13) Mettler FA: Deviation of the head. Arch Neurol Psychiatry 81: 442~457, 1959.
- 14) 水野正浩, 山根雅昭, 小山内龍一: 脊髄小脳変性症におけるvisual suppression testについて. 耳鼻臨床 81: 165~171, 1988.
- 15) 水野正浩, 山根雅昭, 小山内龍一: 脊髄小脳変性症のvisual suppression test — 神経科学的検査との関連について — . 耳鼻臨床 82: 647~652, 1989.

