温度眼振検査における刺激法及び観察条件の差の検討

二 木 隆

Caloric Test Results : A Comparison between the Simplified Method and Electronystagmography

Takashi Futaki

(Tokyo University)

In 48 patients with Ménière's disease, caloric testing was done with 2 ml of ice water and 50 ml of hot water at 44°C for 20 sec. The simplified method measures the duration of caloric response. With electro nystagmography the maximum velocity of the slow component can be determined.

A statistical comparison showed that the latter test is significantly more sensitive than the former.

Key words : caloric test, duration, maximum velocity, Frenzel's glass ENG

はじめに

温度眼振検査法については、昭和45年の標準化¹⁾がなされているにも拘らず、各施設の方法は色々である。今回、その再度の標準化のための一資料たるべく、2つの異なる刺激ならびに観察条件下で温度試験を行ないその相異をしらべたので報告し、若干の考察を加えた。

方 法

対象：東京大学附属病院耳鼻科を訪れたメニエール病を中心とする患者48名で、男23、女25名で年齢は19歳から79歳におよぶ。

方法：これら同一被験者に対して、i) まず、氷水による「簡便法」（以後、簡便法と記す）を行った。即ち、アイスバケットの氷水をスポイトにとり（1.5~2 cc）、注水耳を上になるよう頸を廻し、15秒間注水（点耳）し直ちにティッシュペーパーで拭きとる。頭を正中にもどして、フレンツェル眼鏡下に、頻度、持続時間、

誘発眩暈のチェックを行なった。代表値は、持続時間とした。

ii) もう一つの方法は、暗所開眼下に ENG（原波形は DC、微分波形は TC=0.03 sec）記録し、刺激は、44°C、50 cc、20秒間の注水とした。用いたパラメーターの代表は、緩徐相最大速度とした（以後「ENG 記録」）。これは、用手計測で得られた数字である。

この2つの検査は、同一日に施行したものであるのではない。

結 果

48名に対して施行した2つの温度眼振検査の数値ならびに、各項の平均値とSDを示すと表1の如くなる。

すなわち、簡便法では患側の持続時間平均値97.1秒(28.7—カッコ内SD—)、健側では136.3秒(27.2)であり、そのCP-indexは17.6

表 1

番号	氏 名	年性	病 名	患 側	簡便法による温度試験						暗所開眼 ENG による			備 考
					持続時間 (秒)			頻 度	めまい感	患 側 (°/sec)	健 側	C P (%)		
					患側	健側	C P (%)							
1	H.N.	28♀	MD	L	80	115	18	118	136	正	9.5	14.0	21	op
2	N.H.	56♀	MD	R	95	198	35	201	278	正	9.0	17.0	31	
3	K.U.	64♀	MD	R	102	145	17	132	149	逆	9.0	17.0	31	
4	A.T.	58♂	MD	R	65	108	25	38	121	正	1.5	21.0	87	
5	B.K.	48♀	S.H.	R	72	113	22	56	123	正	9.5	13.0	16	op.
6	S.W.	51♀	S.D.	R	121	132	4	155	151	逆	42.0	44.0	2	
7	C.K.	34♂	Iate Hyd	L	143	106	-15	125	85	逆	8.5	17.0	33	
8	K.S.	46♀	S.D.	R(?)	117	134	7	196	201	正	29.0	23.5	-10	
9	S.C.	19♀	Iate Hyd	R	77	117	21	66	88	正	13.5	13.5	0	op.
10	M.H.	47♀	MD	R>L	91	102	6	125	101	正	9.0	10.5	8	op.
11	N.K.	54♀	MD	R	121	173	18	205	263	正	18.0	31.0	27	
12	Y.S.	43♀	MD	R	107	129	9	146	118	正	8.0	27.5	55	
13	H.C.	41♀	MD	L>R	62	114	29	56	189	正	6.0	31.0	68	
14	M.F.	45♂	MD	R	80	92	5	46	33	逆	15.0	15.5	21	op.
15	M.S.	28♀	hypo	R	57	104	29	86	115	正	35.0	47.0	5	
16	H.N.	61♂	S.D.	R	63	215	55	64	215	正	21.0	23.0	5	
17	S.M.	58♀	MD	L	125	138	5	156	188	正	17.0	62.0	57	
18	T.Y.	53♂	hypo	R	42	113	46	17	95	正	0.0	7.5	20	op.
19	Y.K.	65♂	MD	R	110	145	14	90	175	正	5.0	21.0	62	
20	K.S.	43♂	MD	L	92	109	8	86	152	正	7.5	22.0	49	
21	E.M.	43♀	MD	R	81	108	14	74	129	正	5.0	14.5	49	
22	S.Y.	49♂	MD	L	151	167	5	157	138	正	57.0	80.0	17	op.
23	M.G.	38♂	hupo	L	130	151	7	163	164	正	6.0	18.0	50	op.
24	K.M.	48♂	MD	L	94	127	15	96	147	正	10.5	4.5	-40	op.
25	I.S.	56♂	hypo	L	112	135	9	124	196	正	6.0	13.5	38	
26	T.M.	38♀	MD	L	86	115	14	139	186	正	19.0	26.0	16	
27	G.H.	60♂	hypo	L	165	185	6	196	185	逆	6.0	13.0	37	
28	I.K.	79♂	MD	R	58	115	33	26	122	正	5.5	3.5	-22	op.
29	T.T.	42♀	MD	R	83	152	29	32	136	正	21.0	38.0	29	
30	M.S.	49♂	MD	L	155	192	11	221	225	正	38.0	43.0	6	
31	Y.T.	46♂	MD	R	108	133	10	152	171	正	17.0	25.0	19	
32	K.W.	57♂	MD	L	115	140	10	142	122	正	4.5	10.0	38	op.
33	K.R.	54♀	MD	L	85	113	14	60	113	正	4.0	22.0	69	
34	U.G.	56♂	MD	L	140	152	4	159	162	正	11.0	19.0	27	
35	S.T.	31♂	MD	L	125	145	7	97	148	正	6.6	8.5	17	
36	K.S.	73♀	MD	R	97	145	20	68	230	正	13.0	18.0	16	op.

表 1 - 2

番号	氏 名	年性	病 名	患 側	簡便法による温度試験						暗所開眼 ENG による			備 考
					持続時間（秒）			頻 度	めまい感	患 側 （°/sec）	健 側	C P （％）		
					患側	健側	C P （％）							
37	S. R.	32♂	MD	L	132	160	10	86	149	正	10.0	29.0	49	op.
38	K. S.	67♀	MD	R	78	135	28	44	120	正	19.0	27.0	17	
39	I. K.	33♂	MD	R	76	137	29	58	168	正	8.0	25.0	52	
40	K. T.	48♀	MD	L	97	180	30	112	193	正	8.0	17.0	36	
41	K. N.	57♀	MD	L	113	138	10	127	147	正	7.0	15.0	36	
42	E. A.	29♂	MD	L	105	145	16	73	191	正	17.0	15.5	－5	op. pp.
43	I. K.	37♀	S. D.	R	70	143	34	42	167	正	5.0	36.5	76	
44	T. A.	62♀	MD	R	93	155	25	182	296	正	6.5	28.0	62	
45	K. N.	44♀	MD	R	48	131	46	23	167	正	8.0	18.5	40	
46	Y. C.	30♀	MD	L	97	116	9	125	236	正	9.0	32.0	56	
47	U. H.	47♂	MD	R	83	123	19	69	108	正	13.0	35.0	46	
48	T. M.	52♂	MD	L	62	104	25	53	130	正	6.5	17.0	45	
X S D					97.1 28.7	136.3 27.2	17.6 13.0				13.0 10.9	22.9 14.2	30.5 25.7	

MD: メニエール病 S. D.: 突発性難聴
late Hyd: 遅発性内リンパ水腫 S. H.: 梅毒性内リンパ水腫
Hypo: 末梢性迷路機能低下症

% (13.0) であった。この際、頻度は fidelity に乏しいので比較の項目とはしなかった。誘発された眩暈が、健側でより強かったものを正とすると、45/48例、即ち94%が正であった。

一方 ENG 法では、患側の緩徐相最大速度の平均は13.0°/sec (10.9) であるのに比して、健側のそれは22.9°/sec (14.2) でその CP-index は30.5% (25.7) であった。

CP の処で(+)を附したのは、健側の方が反応の低いもので、前者の方法で1例、ENG 法では4例 (8%) になった。

この簡便法での持続時間の各々と、ENG 法での最大速度の両者に有意差があるか否か検定すると、表2に示す如く、対応をとるかとりぬか2つのやり方でも、夫々、平均値において有意な差のあることが示された。

すなわち、2つの方法により得られた患側と健側の反応の差、或いは勾配は、有意の差をもつ異なったものであることが示された。最大速

度 (ENG) 法の方がより鋭敏にその勾配を示すが、バラツキも大きいことが示され、似つかわしい傾向を示すが、診断学的に2つの検査からの左右差は「等価値」のものではないといえる。

表 2

対応のある平均値の比較	
{ t = 3.088	
{ p < 0.01	
対応のない平均値の比較	
{ F = 3.905	
{ t = 3.088	
{ p < 0.01	

表2をまとめて図示すると図1の如くなり、患側、健側の高さの差は ENG の方が大きい、バラつきは簡便法の方が少ない。これは、CP-index を比較した図2に於いて、一そうそうした傾向がよくよみとれる。

図 1

図 2

誘発眩量の94%が、簡便法において(正)だったことは、本法において、「どちらがつよくまわりましたか」と問うことの重要性を物語っているといえよう。

なお、表1において患側欄に $R>L$ とあるのは、両側例で大きい方が先行耳である。

考

1909年の有名な論文の中で Bárány²⁾ は「Schmiedkam (1868) が、自分を実際に供してこの現象を最初に発見した人である。彼は、鼓膜に 117 cm の高さの冷水柱で荷重したら、強い疼痛、めまい、悪心、失神、嘔吐がおきた」と書いている。

何れにせよ Bárány によって温度眼振は生理学上、内リンパ運動説によって不動の地位を占めたものといえる。「迷路内容物の直接的部分的な冷却、または温度と、それによってひきおこされる内リンパ運動が存在する、という仮定が私にはもっともあり得べきことのように思われるからである」「眼振の方向に関する頭位の依存性は、注入水の温度と頭の位置によって確実にきまることがわかった」(村主好弘訳) と喝破している。

按

Bárány 法は 120 cc 以上の、大量法といえるが Kobrak (1923)³⁾ は、5 cc の 5°C 違いの minimal syring ng を提唱した。これに反対した Schmaltz (1932)⁴⁾ は、温度勾配と内リンパ流についての数学的な検討を加え、Steinhausen (1929)⁵⁾ のクプラの偏位した写真と相俟って、いずれにせよ cupular deflexion が温度眼振発生の mechanism と考えられている。

諸家により、例えば Atkins (1939)⁶⁾ 法では東大もこれに追随しており、本論文の「簡便法」となっているが……、いろいろの方法がいわれたが、決定的ともいえる報告は言うまでもなく、Fitzgerald and Hallpike (1942)⁷⁾ による冷温交互刺激法であるといえる。注水温はむやみに熱くはできないし、また冷たければよいというものではない。体温との差が最小でか

つ、最大の変化量を眼振にて観察できる点は、温度一反応曲線における変曲点であり、これは 37°C を体温としたときの $\pm 7^{\circ}\text{C}$ であるとした。これによって冷温交互試験を両耳に行う方法が確立されたといつてよい。Hallpike (1943)⁸⁾ は、それを持続時間で記載して有名なカロリグラムを考案している。原法は天井注視で 250 cc 近くの大量を 30秒で注入する (Rubin 1968)⁹⁾ 方法であるが Jongkees¹⁰⁾ は 1948年、温度眼振検査法の standard のない事を冒頭に挙げながら60名の医学生を用いた論文を発表している。彼の方法は頭を背位より 30° 挙上し、Frerzel 眼振鏡装着下に観察し、注水方法は、 30°C の水 50 cc から注入 (秒数の記載なし) する。次いで 44°C に移る。持続時間を要素として CP・DP の基準を 20%にとった彼の結果は、47名/60例 (78%) は正常範囲内であった。残り

の13例 (22%) は CP または DP であるが、CP 3 例のうち2例は家族歴にメニエールや喘息があり、CP で正常は1例にすぎないとしている (1.6%)。17%, 10例は DP で右向き2, 左向き8例であったとしている。右利きの大脳半球優位性とか、耳石系とか、血管性要素とかにつき詳しく論及しており、血管性要素、特に外耳道を介しての反射を証明する為に外耳道の麻酔をしてからの注水等、DP の謎に迫る優れた知見を述べており、興味のある方には一読を勧めたいものである。日本平衡神経学会の標準化が以前 (1970) 行われたが、その時 20 cc, 20秒注水ときまっていた。20秒は良いとしても、20 cc をチビチビ入れるのはかなりむづかしい。少なくとも 50 cc ないと水流を一定に保てないきらいがあるといえよう。

Frenzel 眼振鏡下での持続時間の観察が sc-

図3 両者の比較をした1例 (カッコ内は打数)

reening test に座を移さざるを得なくなったのは言うまでもなく、眼振電計 (ENG) の登場である。温度眼振の記録については、画期的な業績として Henriksson (1956)¹¹⁾ の論文がある。

「同様の刺激が用いられた場合は、持続時間の方が最大眼球速度より定常性がある。しかしながら、刺激の強さを上げていくとき、その数値に対応した反応を示すのは最大速度であって持続時間は大して変動しない。後者は反応の硬直性の表現と考えられ、眼球速度は感覚機構の刺激に対する反応における興奮性の正確度が高い

ものと考えられる」と記載されており、この事は現在も定説となっている。彼の報告は Hinchcliffe (1967)¹³⁾⁻¹⁴⁾ の3つの論文によって数学的な分析に基づいて確認され、さらに最大速度のうちでも暗所開眼での 44°C のものが一番迷路の興奮性を正確に表現するものであり、頻度や誘発眩暈感等は他の要素の修飾をうけてしまうものと指摘している。この 44°C の優位説は Barber ら (1971)¹⁵⁾ によって冷温両方からの CP-index と 44°C 単独でのそれは0.76の相関で最高値であったと報告されており、また、国

図4 暗所開眼 (D), 閉眼 (C) およびフレンツェル鏡 (F) で行った温度反応

立病院めまい班研究（班長：高安劭次）によっても全国的に施行された結果は 44°C の方が良くと出つつある。冷温交互試験は時間を喰うのでどちらかを省きたいと考える場合に、これらの仕事は大いに参考になるといえる。

ENG の記録で問題となるのは閉眼か暗所開眼かということであるが、これは言うまでもなく、前者では Bell 現象で眼球は上転してしまうし、suppression がかかってしまうし、一定の alertness を維持できて、打ち方の constancy の良い後者に軍配が上がる。やむなく閉眼

とする場合でも、Gillingham (1969)¹⁶⁾ の言うごとく暗算負荷または backward counting が、そうでない場合より有意に反応を良好にさせることを念頭に置かななくてはならない。

CP 側を予測できる指標はないか検討したのは Smith and Barber (1969)¹⁷⁾ で、自発や頭位眼振よりも、純音聴力低下や語音の方が良く相関するという興味ある報告をしている。このことは、蝸牛症状の無い回転性眩暈で末梢と思われるものに、もし、自発または頭位眼振をみても、それだけで決して患側を診断できないと

図5 暗所開眼(D)、閉眼(C)およびフレンツェル鏡(F)で行った温度反応

いう事を証拠立てている。温度試験を行ってはいじめて、患側を決めるのである。言うまでもなく、生理的刺激である回転試験は、両耳が刺激されてしまい、Ewaldの法則から脱脚できない。「患側はどちらか」という事に直接答えるのは、今の処、カロリックしかない。しかも、この検査は現在のところ耳科医によってしか行われていない。逆にいうならば、カロリックテストも行わずに、何の甲斐あつて耳鼻科かということになる。要は、これを行ったか否かにある。すなわち、行っていない場合は何の弁

解もできない、重ねて言えば、どのような方法を採用するかは二の次の事である。

さて、そうはいっても、その刺激で、どういった観察法がよいかは、いろいろ議論の分れる処であり、又、スクリーニングでよいのか研究的にやるのかといった「目的」によっても選択されなくてはならない。著者は¹⁸⁾、1983年耳鼻と臨床に、本シリーズの前身として15例の比較を同様にこなしたが、このときはt検定で10%でも、差がないと出た。しかし、今回の結果と比較すると、あれは、「例数が少ないので有意

図6 自発眼振（左向き：5°/sec）のある症例での温度反応

差をいえない」という意味であったと解釈せざるを得ない。

暗所開眼の ENG 法と、簡便法とを ENG で夫々記録して、その緩徐相や打数をプロットしてみると図3の如く、比較的並行して、すなわち、速度でも持続時間でも打数でも、左の hyporeaction の共通してよみとれるものもある。

しかし、次の3例では、暗所開眼、閉眼およびフレンツェル鏡の三者に対して、左右も含めてランダムに割りつけ、しかも、刺激は皆

44°C, 50 ml, 20 sec と同一にして記録してみた。

I. K. 例(図4)では、暗所開眼と閉眼は、殆ど等質の反応経過であることがよみとれるが、フレンツェルでは、はるかに反応は suppress されて了う。そしてこれは、速度でも、持続時間でもいえる。

図5の K. H. 例では、右では、暗所も閉眼も類似の経過を示すが、左耳では、閉眼で suppression がかかって、最大速度で差が出て了ったのが観察される。勿論フレンツェル鏡

図7 フレンツェル鏡の豆球を消したときの温度反応 (Frenzel-suppression)

では速度も持続時間も抑制されて了うのがよく示されている。

自発眼振のある症例では如何かとみると、図6, A. K. 例にみる様に、左向き、 $5^{\circ}/\text{sec}$ にO軸移動してみればよい訳で、速度におけるI-CPは言えるが、フレンツェル鏡の持続時間には自発眼振が重なっているのみよみとれる。このO軸移動はAschanがきれいに図示している。

図7のS. S. 例の如く、フレンツェル鏡の豆

球を消す、すなわち暗所開眼、とどうなるかみると倍近い反応の跳躍がみられる。これはVisual suppressionの逆をみている訳であって、Frenzel suppressionとでもいいたいくなる現象で興味深い。

いづれにせよ、このように、刺激する水の量や温度もさることながら、「視性条件」の差による反応の相異は大きく、暗所開眼にくらべてフレンツェル眼鏡下では、かなりの抑制がかかって了っているものであることがうなづける。

ま と め

1. メニエール病を中心とした48名の患者に、簡便法とENG法を夫々行なって、前者は持続時間、後者では最大速度をパラメーターとして比較した。
2. 対応の有無に拘らず、平均値の比較では有意差($P < 0.01$)が示された。
3. すなわち、2つの検査から得られた勾配は、診断学的に等価値のものではないことが示された。
4. 前者より後者の方が傾きは大きであるがバラつきも大きい。
5. 前者における「誘発眩暈」は94%にて健側で強かった。
6. フレンツェル鏡下で視性抑制はかなり大なるものがある。
7. 温度眼振検査について若干の文献学的考察を加えた。

本研究は文部省総合研究「平衡機能検査の基準化並びに診断学的貢献度」(班長：朴沢二郎)の費用によった。

文 献

- 1) Equilibrium Res, vol 26, 1970.
- 2) Bárány R: Untersuchungen über den vom Vestibularapparat des Ohres reflektorisch ausgelösten rhythmischen Nystagmus und seine Begleiterscheinungen. Mschr Ohrenhkde 40: 193~297, 1906. (村主好弘, 視神経耳科のために)
- 3) Kobrak F: Passow-scdäfers Beirage. XIX 321, 1923.
- 4) Schmaltz G: The physical phenomena occurring in the semicircular canals during rotatory and thermic stimulation. Proc Roy Soc Med 25: 359~381, 1932.
- 5) Steinhansen W: Folia Otol 57: 410, 1929.
- 6) Atkins: 猪初男「耳鼻咽喉科学」より。
- 7) Fitzgerald E and Hallpike CS: Observations on the directional preponderance of caloric nystagmus. Brain 65: 115, 1942.
- 8) Hallpike CS: The investigation of Meniere's disease. J Laryng 58: 349, 1943.
- 9) Rubin S: Nystagmography. Arch Otolaryngol 87: 266, 1968.
- 10) Jongkees LBW: Value of the caloric test of the labyrinth. Arch Otolaryngol 48: 402, 1948.
- 11) Henriksson NG: Speed of slow component and duration in caloric nystagmus. Acta Otolaryngol suppl 125: 1~39, 1956.
- 12) Hinchcliffe R: Nystagmus rate as an index of caloric test response. Acta Otolaryngol 65: 311, 1968.
- 13) Hinchcliffe R: Normal values for caloric test using Electrooculography. J Laryng 81: 221, 1967.
- 14) Hinchcliffe R: Subjective magnitude of indu-

- ced vertigo as an index of caloric response. J Laryng **81**: 875, 1967.
- 15) Barber HO: Wright G and Demanule F: The hot caloric test as a clinical screening device. Arch Otolaryng **94**: 335, 1971.
- 16) Gillingham KK.: Mental arithmetic during electronystagmographic testing. Ann Otol **78**: 3; 575, 1969.
- 17) Smith DM and Barber HO: Are caloric test necessary? Ann Otol **78**: 950, 1969.
- 18) 二木 隆: カロリック・テスト一気の重い検査一. 耳鼻 **29**: 1; 127, 1983.
- (別刷請求先: 二木 隆
〒113 東京都文京区本郷7-3-1
東京大学医学部耳鼻咽喉科学教室)