原 著

Cold air caloric test における正常値の眼振最大緩徐 相速度の分布について

真野秀二郎¹⁾・徳増 厚二²⁾・山根 雅昭²⁾

The Distribution of Normal Values in Cold Air Caloric Test

Hidejiro Mano¹⁾, Koji Tokumasu²⁾, Masaaki Yamane²⁾

¹⁾ *Department of Clinical Physiological Laboratory, Toranomon Hospital*

²⁾ *Department of Otolaryngology, Toranomon Hospital*

We investigated the distribution of the maximum velocity of the slow phase of nystagmus (max. spv) induced by cold air caloric stimulation, that were evaluated as normal responses in different age groups. Test subjects who had no spontaneous nystagmus with eyes open in darkness and showed max. spv of caloric nystagmus above 20 degrees/sec were selected.

The distribution histogram of the values of max. spv in all 355 subjects (710 ears) was skewed and different from Gaussian distribution. Each value was much more concentrated at the level above the mean value than at the level below it. The subjects were classified into three groups, such as the younger (20–39 years old), the middle aged (40–64 years old) and the older group (above 65 years old) and the distribution of max. spv in each group did not show a Gaussian distribution. The mean value of max. spv in the younger group was significantly higher than one in the older group. The values in both the younger and middle aged group tended to be higher than the mean but those in the older group did not.

In conclusion, we must remain aware that when we obtain the normal range of cold air caloric nystagmus, max. spv of caloric nystagmus does not show a Gaussian distribution, especially in the elderly.

Key words: cold air caloric test, Gaussian distribution, Maximum velocity of the slow phase of nystagmus

はじめに

温度刺激検査は外側半規管面を垂直にし外耳道に冷水または温水を注入し、体温との温度差により外側半規管を刺激して、眼振を解発させて外側

半規管の機能を調べる検査法である。臨床検査として一般に用いられている方法は 30℃ と 44℃ の水を使用する冷温交互注水法と 20℃ による冷水少量注水法がある。最近は水の代わりに空気を使用する air caloric test が普及してきている。冷水または冷氣のみによる温度刺激検査では解発された温度眼振を眼振計で記録し、眼振最大緩徐

¹⁾ 虎の門病院臨床生理検査部

²⁾ 虎の門病院耳鼻咽喉科

相速度を計測する。左右耳刺激時の最大緩徐相速度を比較するとともに、最大緩徐相速度の絶対値で判定する。この判定のためには、検査結果に対する正常範囲を設定する必要がある、平均値 ± 2 SD (標準偏差) の範囲を用いることが多い。これは正常者の結果が正規分布していることが前提となる。さらに、air caloric test においては、いまだにはっきりした正常範囲の設定がないため、冷気を用いた air caloric test にて正常値を示した人の最大緩徐相速度の分布を求め、正常範囲設定のための統計的検討を試みたので報告する。

対象と方法

1999年2月から2000年9月までの間に当院耳鼻咽喉科にて温度刺激検査を受けた患者の中からその眼振記録に自発眼振を認めず、最大緩徐相速度の左右差が左右の最大緩徐相速度の速い方の10%以下で、かつ最大緩徐相速度が $20^{\circ}/\text{sec}$ 以上を示した人を対象とした。これは 20°C の水を5ml、15 sec 間で刺激した少量注水法 (上村) の判定基準は最大緩徐相速度の正常値を $20^{\circ}/\text{sec}$ 以上とした報告に基づく。人数は355人 (710耳)、年齢は20歳から82歳であった。さらに全体を20~39歳 (106名)、40~64歳 (137名)、65歳以上 (122名) の3群に分け、年齢との関係を検討した。

Air caloric test は第一医科の刺激装置 FAC-700 を使用した。検査に用いた刺激条件は 5°C の冷気を 5 l/min の流量にて60 sec 間で使用した。

被験者は前屈 30° の頭位の仰臥位で暗所開眼の状態にて検査を施行した。眼振記録は赤外線 CCD カメラを用いる Biodigital 社の VEONYS にて行った。最大緩徐相速度はコンピュータの画面にて最大緩徐相速度を計測した。

各年齢群との有意差検定には Statview の対応のない t 検定 (Mann-Whitney's test) を用いた。

結果

1) 各年齢の分布 (図1)

全年齢における最大緩徐相速度の平均 ± 1 SD は $37.5 \pm 6.1^{\circ}/\text{sec}$ 、中央値は平均値より高い $38.0^{\circ}/\text{sec}$ であった。歪度は -0.42 、尖度は -0.64 で正規分布を示さなかった。その分布は平均値より高い方の右方にピークがあり、左方の速度の低い方に裾が広がっていた。

2) 各年齢層の分布

図1 全年齢における最大緩徐相速度分布
曲線は正規分布曲線を示す。

a) 年齢20~39歳の若年者群 (図2)

最大緩徐相速度の平均 ± 1 SD は $40.2 \pm 4.8^{\circ}/\text{sec}$ 、中央値は平均値より高い $41.0^{\circ}/\text{sec}$ であった。歪度は -0.40 、尖度は -0.75 で正規分布を示さなかった。その分布は平均値より高い方の右方にピークがあり、左方の速度の低い方に裾が広がっていた。

b) 年齢40~64歳の中年者群 (図3)

最大緩徐相速度の平均 ± 1 SD は $37.2 \pm 6.1^{\circ}/\text{sec}$ 、中央値は平均値より高い $38.0^{\circ}/\text{sec}$ であった。歪度は -0.36 、尖度は -0.72 で正規分布を示さなかった。その分布は平均値より高い方の右方にピークがあり、左方の速度の低い方に裾が広がっていた。

図2 若年者群における最大緩徐相速度分布
曲線は正規分布曲線を示す。

図3 中年者群における最大緩徐相速度分布曲線は正規分布曲線を示す。

っていた。

c) 年齢65歳以上の高齢者群 (図4)

最大緩徐相速度の平均 ± 1 SD は $35.1 \pm 6.3^\circ/\text{sec}$ 、中央値は平均値より低い $35.0^\circ/\text{sec}$ であった。歪度は -0.20 、尖度は -0.95 で正規分布を示さなかった。その分布は特に突出したピークはなく、全体的に度数分布が平坦であった。

考 察

温度刺激検査における正常値を設定する場合は、正常者にその検査を施行し、その値を統計処理し平均値 ± 2 SD (標準偏差) を正常範囲とすることが多い ($p < 0.05$)。しかし、これはその正常値の分布が正規分布していることが前提とな

る。温度刺激検査法や温度眼振反応における加齢の影響に関する報告は多いが、それらの分布に関しては述べられていない。そのため、我々は温度刺激検査にて正常値を示した最大緩徐相速度の分布について統計的に検討した。

今回の検討に用いた温度刺激検査は水の代わりに空気を使用し、温度眼振を解発する air caloric test である。この air caloric test は被験者にとって耳の中に水を入れられるという恐怖心が少なく、鼓膜穿孔がある場合でも感染予防の処置が不要であるという利点があるが、刺激時間が60秒と少量注水法より長いので刺激中に吐気や嘔吐のため刺激が最後まで行えず、判定不可になることもある。しかし、air caloric test は水を用いないため、水が漏れて服などが漏れる心配がないなどの利点があるため、当院では少量注水法から, cold air caloric test に変更した。学会が以前に提示した平衡機能検査法基準化のための資料では、少量注水法 (20°C , 5 ml, 20秒間) における正常値は最大緩徐相速度が $20^\circ/\text{sec}$ 以上であるとされている¹⁾。当院で以前に用いた温度刺激検査は注水量が少し多い 20°C , 20 ml, 20秒間の少量注水法の変法であった。この変法から cold air caloric test に変更するにあたり、この変法の注水法と同等の air caloric test の刺激条件を検討し、その刺激条件を設定した²⁾。その刺激条件は 5°C の冷気を 5 l/min の流量で 60 sec 間であった。そのため、cold air caloric test における正常な最大緩徐相速度も $20^\circ/\text{sec}$ 以上であるとした。その正常な値を示した最大緩徐相速度の全年齢における分布傾向は平均値より高い方にピークがあり、低い方に裾が広がっている右肩あがりを示した。これは最大緩徐相速度が $40^\circ/\text{sec}$ 前後を示した人の割合が多く、 $30^\circ/\text{sec}$ 以下を示した人が少ない分布であり、その分布は正規分布を示さなかった。

加齢による影響を検討するために成人を若年者、中年者、高齢者の3群に分けたが、これは現在、高齢化が進み、定年も65歳となりつつあるため高齢者を65歳以上とした。それら各年代の最大緩徐相速度の分布を比較すると、若年者群と中年者群は全年齢の分布と同じような傾向を示した。これは最大緩徐相速度の高い方の人の割合が多く、低い方の人の割合が少ない傾向を示した。し

図4 高齢者群における最大緩徐相速度分布曲線は正規分布曲線を示す。

かし、高齢者群では、若年者群や中年者群の分布にみられた分布である右肩あがりの傾向を示さず、特に突出した度数がなく全体に平坦な分布がみられた。これは、高齢では最大緩徐相速度が若年者と同様に高い人と、年齢とともに徐々に低下する人が混在し、高齢者群では個人差が大きく、その分布を変化させたためと考えられた。

温度刺激検査における加齢の影響に関する論文はすでに報告されている。しかしながら、それらの論文で一致した結論には至っていない。例えば、加齢とともに内耳機能低下を示す最大緩徐相速度が低下する³⁾⁴⁾ 報告から、反対に最大緩徐相速度が増加する⁵⁾、また高齢になっても最大緩徐相速度には変化がない^{6)~8)} とする報告もある。今回の我々の結果では若年者群と高齢者群との最大緩徐相速度を比較すると、有意に若年者群の方が高かった ($p < 0.01$)。これらの論文の結果における違いは対象とした高齢者の人の構成と検討に用いた検査方法の違いが関係すると考えられる。高齢者でも若い時と同様に温度刺激に対する反応が保たれている人もいれば、年齢とともに内耳機能が低下する人も存在している。そのため、高齢者では温度刺激検査の判定基準である最大緩徐相速度が低い人から高い人と各個人との反応の差が顕著であり、若年者群と比べて高齢者群では各個人の差が大きくなっている。そのために、若年者群でみられた分布が高齢者群ではみられなかった。また、温度刺激検査に用いる刺激温度が低いほど、温度刺激における最大緩徐相速度は速くなる⁹⁾ ので、検査に使用した刺激温度の差が判定基準である最大緩徐相速度に影響する。そのため、氷水を用いた場合と 20°C の水を用いた場合で比較すれば、反応の良い人と正常下限の人では最大緩徐相速度の差も当然大きくなり、個人差も広がる。しかし、温度刺激検査における温度眼振の最大緩徐相速度はただ単に外側半規管の機能をみているのではなく、前庭神経系の反射の現われである。この温度眼振は脳、小脳的作用によって抑制される。このため加齢とともに脳血管に動脈硬化が進行し¹⁰⁾、さらに小脳プルキエ細胞の減少や変性加わる¹¹⁾¹²⁾ ことにより中枢神経系の機能が低下し、その抑制効果の作用が減少する。温度刺激に対する反応の脱抑制のため温度眼振が亢進し、最大緩徐相速度が高くであるという意見もあ

る⁶⁾⁸⁾。これも加齢による正常な影響であると考えられるならば、高齢者の温度刺激に対する反応は正常、低下あるいは亢進と様々な反応を示すことが理解できる。様々な反応を多く示すのが高齢者群における温度刺激反応の特徴であり、個人差が大きい。そのため高齢者における温度刺激検査の正常範囲を設定する場合、年齢を考慮しないで平均値 $\pm 2\text{SD}$ とすると下限は $25.3^{\circ}/\text{sec}$ 、上限は $49.7^{\circ}/\text{sec}$ となるが、年齢を考慮した高齢者群のみの平均値 $\pm 2\text{SD}$ の下限は $22.5^{\circ}/\text{sec}$ 、上限は $47.7^{\circ}/\text{sec}$ で、下限の差は $2.8^{\circ}/\text{sec}$ となる。この下限の差の中に高齢者の約 7% が存在し、正常から除かれてしまうが、正規分布ならば 2.3% である。そのため、温度刺激検査における正常範囲を設定するには、ただ単に統計学的に平均値 $\pm 2\text{SD}$ とはしないで、分布傾向、年齢を考慮した年代別の正常範囲を設ける必要があり、特に高齢者では、高齢者群特有の分布があるため、下限を 2SD より広く設定すべきである。

結 語

Cold air caloric test にて正常値を示した最大緩徐相速度の分布を統計的に検討し、以下の結果を得た。

1) 温度刺激検査における正常値を示した全年齢の最大緩徐相速度の分布は正規分布ではなく、平均値より高い方にピークがあり、低い方に裾が広がっていた。

2) 若年者群と中年者群の分布は全年齢と同様で平均値より高い方にピークがあり、低い方に裾が広がっていた。

3) 高齢者群は突出したピークはなく、全体に平坦な分布傾向を示した。

4) 若年者群と高齢者群の最大緩徐相速度の比較では、若年者群が有意に速かった。

5) 温度刺激検査の正常範囲を設定するには年齢を考慮し、高齢者ではその下限には注意する必要がある。

文 献

- 1) 徳増厚二, 大久保仁, 加藤 功, 他: 平衡機能検査法基準化のための資料. *Equilibrium Res* 47: 221-244, 1988
- 2) 真野秀二郎, 竹森節子, 鶴岡尚志, 他: Air caloric test における刺激条件の検討. *臨病理* 45: 271-276, 1997

- 3) Mulch G: Influence of age on results functions. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 88: 1-17, 1979
- 4) Von der Lan FL, Osternald WJ: Age and vestibular function. *Aerosp Med* 45: 540-547, 1974
- 5) Scöder HJ: Zur Reaktionsweise des Vestibularsystems im Alter. *Verkehrsmed Ihre Grenzgeb* 20: 180-183, 1973
- 6) 和多田等: 温度眼振反応に及ぼす加齢の影響に関する研究. *Equilibrium Res* 48: 184-189, 1989
- 7) 中川 肇, 水越鉄理, 渡辺行雄, 他: 高齢者のめまい, 平衡障害 (第3報)—温度眼振検査と重心動揺検査における加齢の影響および各検査間の相関関係に関する検討—. *Equilibrium Res* 47: 319-322, 1988
- 8) 大平真司, 藤田信哉, 松永 喬: 温度眼振反応の加齢による影響. *Equilibrium Res* 55: 556-560, 1996
- 9) Henriksson NG: Speed of slow componed and duration in caloric nystagmus. *Acta Otolaryngol Suppl (Stockh)* 125: 1-29, 1956
- 10) 武田修平, 川合宏彰, 松沢大樹: 脳血流の加齢変化—Xe-133. 吸入法に依る研究—. *日老医会誌* 23: 497-503, 1986
- 11) 田内 久: 病理形態学における加齢. *医学のあゆみ* 62: 276-281, 1967
- 12) Ito Masao: *The cerebellum and neural control*. pp 1-580, Raven Press, New York, 1984

(原稿到着: 平成13年10月18日
別刷請求先: 真野秀二郎
〒105-8470 東京都港区虎ノ門2-2-2
虎の門病院臨床生理検査部)