THE AIR CALORIC TEST WITH SPECIAL REFERENCES TO PARAMETRIC STUDY

HARUKO YAMAZAKI, M.D., KANEMASA MIZUKOSHI, M.D.,

KAZUMITSU ISHIKAWA, M.D., AND YUKIO WATANABE, M.D.

*Department of Otolaryngology, School of Medicine, Niigata University, Niigata**(Director: H. Ino, M.D.)*

The authors performed the air caloric test using the air caloric stimulator NCA-100 (ICS) under various conditions, and determined the optimum conditions of 24°C, 50°C, 60 seconds and 6 litters/min. for air irrigation without causing discomfort to patients during a stimulation.

This air caloric test was applied to 15 normal subjects, and was evaluated by measuring nystagmic responses with respect to duration, total number of beats and maximum eye-speed of the slow-nystagmus-phase.

We found the duration of the air caloric nystagmus to be one of the most reliable parameters. No significant differences were noted between air caloric and water caloric responses (30°C, 44°C, 50 ml., 20 sec.). Considering our data obtained from normal subjects, the air caloric test is reliable, convenient and applicable. However, for a patient with inflammatory middle ear paradoxical caloric response was recorded by air calorization.

A80—0814—24082

Air Caloric Test (判定基準を中心に)

新潟大学医学部耳鼻咽喉科学教室 (主任: 猪 初男教授)

山崎 晴子, 水越 鉄理, 石川 和光, 渡辺 行雄

I 緒 言

従来、温水又は冷水を注水する温度性眼振の検査法は簡易な方法で信頼性のある一側耳の前庭反応が得られるので広く普及してきたが、刺激温度に誤差を生じやすく、また慢性中耳炎、外耳炎など耳疾患のある症例では外耳道への注水が炎症の再発、悪化を招くおそれがあり、十分な検査を施行できない場合があった。さらに注水による不快感のため年少者では検査不能となる場合もあるなどの問題点があった。

今回、私共は、これらの問題点を改善して温度性眼振検査の適応範囲を拡大し、この検査の診断的利用価値を高めるために、空気を一定温度に加温又は冷却して外耳道に送気し、内耳刺激を行う刺激装置 Air Caloric Stimulator NCA-100 (ICS) を用いた温度性眼振検査 (air caloric test) を試みたが、臨床的利用に先だってこの方法の正常限界と判定基準について検討し、さらに病的症例の経験から本検査法の利点と問題点などについて若干

の考察を加えて報告する。

II 刺激装置

使用した刺激装置 NCA-100 (ICS) と、そのブロックダイヤグラムを図1に示した。送気される空気は流量調節機により分時流量を設定した後に熱伝達機に送られる。流量は最大 10 l/min まで連続的に設定可能である。送気を加温、冷却する熱伝達機は送風部分の小ユニットに格納されており (図2)、送風ノズルの基部には温度検出機が装着されており、ともに本体の温度制御装置に接続されている。従って、送気温度があらかじめ設定した温度から変化した場合、速かに変化を感知して送気温度を修正し、ノズル先端から流出する空気の温度を常に一定に保つことが可能のように設計されている。刺激温度は 0°C から 50°C まで 0.2°C 以内の誤差で連続的に設定することが可能である。

実際の温度刺激には送風ノズルの先端に内径 2 mm、長さ 2.5 cm のビニール管を装着し、まず外耳道に耳鏡

図 1 air caloric stimulator NCA-100 と
ブロックダイアグラム

図 2 air caloric stimulator の送風ノズル

図 3 外耳道内の温度変化

を挿入し、その中にビニール管を挿入した。ビニール管の基部を耳珠の位置におくとビニール管の先端は耳鏡先端とほぼ一致し、ビニール管が外耳道に接触しないため痛みをおこさずに送風刺激を行うことができた。

ビニール管の方向による外耳道の温度変化を調らべるために、直径 1 cm、長さ 3 cm のプラスチック製模擬外耳道を作成し、周囲の温度を 37°C に保って一方に食道温測定用温度計を固定し、ビニール管の向きをいろいろに変えて冷温両刺激共それぞれ 5 回ずつ送風を行った。その結果、ビニール管の方向による温度変化は極めて少なく、また管内の温度は送風開始後 40 秒後よりほぼ一定となった。(図 3)

Ⅲ 検査条件

注水による冷温交互試験では、刺激温度は通常 30°C および 44°C が用いられている。Air caloric test では、空気の熱伝導率が水より低いために体温との温度差を注水の場合より大きくする必要があった。

著者らはできるだけ強い刺激を行うために、温刺激を刺激装置の温度の上限である 50°C に、これに対応する冷刺激に 24°C を刺激温度として設定した。刺激時間については先の実験結果から、外耳道温度が平衡状態に達するのに 40 秒を要し、また 70 秒以上の刺激では刺激中に多数の眼振解発をみる場合が多い点を考慮して 60 秒を刺激時間とした。

適切な送気流量を決定するために 5 名 (10 耳) の正常被検者に対して送気流量を変えて検査を行った。(図 4)

その結果 4 l/min 以上で安定した反応を示したが 8 l/

図 4 送気流量とその反応

min 以上では外耳道に痛みを訴える被検者が多く、被検者に不快感を与えずにかつ十分な反応を得るために 6 l/min に設定した。

検査の実施にあたり、被検者の体位は仰臥位で頭位を水平面より 30° 前屈位とし、閉眼下で検査を施行した。眼振は 4 誘導電気眼振計 (ENG) で記録し、被検者の意識レベルを保つために送風開始直後より被検者に暗算を命じた。

Ⅳ 正常人の検査成績

正常被検者 15 名 (年齢 19~26 歳, 平均 23 歳, 男 7 名, 女 8 名) について air caloric test を実施した成績を、注水による Hallpike 変法 (大谷, 1962) と対比して表 1

表 1 正常人の検査成績 (95%棄却限界 N=15)

に示した。

24°C, 50°C の air caloric test において、眼振反応のパラメーターとして持続時間、総眼振数、最大眼球速度を計測したが、眼振の各パラメーターとも温刺激と冷刺激の反応に有意差はみられなかった。air caloric test の眼振反応の絶対量を注水法と比較すると、すべてのパラメーターにおいて air caloric test の方が大きい反応量を示した。また、air caloric test の反応量のばらつきは注水に比較して少なく、本検査法が注水法に比較して安定した信頼性の高い検査法であることを示唆してい

る。

表 2 左右差 (95%棄却限界 N=15, 左右差は総反応量に対する CP%, DP% で示した)

		持続時間	眼振数	最大眼球速度
CP(%)	air	3.5 ± 5.6	4.9 ± 6.0	9.3 ± 12.6
	注水	4.0 ± 10.2	8.7 ± 17.0	6.2 ± 16.4
DP(%)	air	7.6 ± 12.2	9.4 ± 16.0	9.3 ± 12.6
	注水	8.6 ± 14.6	9.6 ± 17.4	8.8 ± 17.2

表2は同一被検者における前庭反応の総反応量に対する左右差(CP%およびDP%)を対比したものである。CP%においてair caloric testの方が左右差が少ない傾向がみられたが、統計学的に有意の差はなく、DP%は両者の差はみられなかった。これらのCP%、DP%の算定統計処理は大谷(1962)に準じた。

正常被検者におけるCP%、DP%の棄却限界を統計学的に求めた結果は表2に示したごとくであるが、実際の臨床検査においてはCP%は、眼振持続時間と眼振数では、15%、最大眼球速度では25%、DP%は各パラメーターとも25%を正常限界とした。本検査の施行中に外耳道の痛みなど送気による不快感を訴えた被検者はなく、この点でもair caloric testがすぐれた検査法である事が確認された。

V 症 例

病的症例に対してair caloric testを施行し応用した結果を報告する。

症例1 57歳女性

既往歴 特になし

現病歴 以前より右聾であったが、昭和51年8月突然回転性眩暈と共に左耳鳴、難聴発現。純音聴力検査で両側聾であった。本症例に注水による温度性眼振検査を施行したところ、両耳とも30°Cの冷水で無反応であったが、8°Cの冷水で反応が解発された。Air caloric testでは両耳とも24°C 6 l/min 60秒間刺激で反応が解発され、本検査法が注水に比較して感受性の高い方法であることが確認された。(図5)

症例2 32歳女性

主訴 右耳漏

既往歴 幼小児期より右慢性中耳炎に罹患、20歳：右中耳根治手術

現症 鼻咽腔に異常なく左耳鼓膜正常。右外耳道後壁は前回手術のため欠損。また右耳鼓膜も消失し鼓室は乾燥しているが、乳突洞に耳漏あり。

純音聴力検査：右耳45 dBの伝音難聴(骨導値正常)

平衡機能検査：ENG 上自発眼振はなく振子様回転検査でも左右差なく、内耳機能障害を示唆する所見はみられなかった。Air caloric testを行うと右耳は左耳に比して反応の潜伏時間は短く最大眼球速度が高かったが、検査判定は左側のCPという結果であった。(図6)これは根治手術による外耳道後壁欠損により左右の刺激条件が等しくないための所見で、外耳道形態は左右差がある場合は慎重にその判定を行わなければならないものと考

図5 左突発性難聴例の前庭反応

図6 右慢性中耳炎術後例の前庭反応

察された。

その他、現在までに臨床例274例に本検査を施行してきたが、一般に注水とは大差ない結果が得られた。しかし慢性中耳炎の症例にair caloric testで温度性眼振錯倒現象を経験しており、半規管に対する熱伝達系の構造機序を含めて今後検討の余地がみられた。

VI 考 案

温度性眼振検査は一侧の内耳半規管を個々に刺激して反応をみる、平衡機能検査の中で最も重要な検査の一つである。従来この検査は外耳道に冷水又は温水を注水する方法が用いられてきたが、注水による不快感、耳疾患の局所病変の悪化など検査施行上の問題点があった。これらの問題点を解決するために、エチルクロライドを用いたcold air testをSir Dandas Grand³⁾が行って以来、air caloric testを施行する装置の改良がなされてきた。Aantaa(1967)¹⁾は送風ノズルの先端に温度調節のついた刺激装置を作成した。しかしこの装置では空気を冷却できず室温以下の温度で刺激ができない欠点があった。Gatesら(1970)⁴⁾は空気を暖めるばかりでなく

冷却することができる刺激装置を開発し、この装置を用いることにより空気による冷温交互試験が可能となった。

空気による温度性眼振検査は外耳道を経由して半規管に熱刺激を行う点で注水による検査と基本的に変わらないが、熱容量、熱伝導率が異なるために刺激温度、送気流量、刺激時間などの刺激条件を注水の場合とは別個に設定する必要がある。この点 Capps ら (1970)²⁾ は air caloric test と注水による温度眼振反応を比較検討し、0°C air 8 l/min, 60 秒間刺激は氷水 5 cc を用いた場合の眼振反応に相当し、30°C および 44°C の注水 30 秒間には 24°C および 50°C air 8 l/min, 60 秒間刺激の眼振反応に相当すると報告した。また、Coats (1976)³⁾ も同様の検討を行って注水と同等の反応を示す刺激は 47°C, 25°C, 10 l/min, 60 秒間刺激であると報告している。私共は、送気と注水では熱的条件ばかりではなく粘性などの流体としての物理的条件が異なる点を考慮して注水刺激に対応する刺激条件を求めず、できるだけ被検者に不快感を与えずかつ十分な眼振反応が得られるよう air caloric test 独自の刺激条件を設定し、反応の判定規準を別個に検討することにした。今回設定した刺激条件による正常被検者の検査成績では、従来当教室で行なわれてきた冷温交互試験 (30°C, 44°C 50 ml, 20 秒間注水) (大谷: 1962)⁶⁾ と比較して反応の絶対量で air caloric test の方が強い眼振反応が得られた。この点病的症例でも、症例 1 では注水による検査では冷水でなければ反応が出現しない場合でも、air caloric test では通常の刺激条件で反応が出現しており、この刺激条件では注水に比較して検査による不快感を訴える例が少ないことを考慮すると、この検査法が従来の方法に比較して優れた検査法であると考察された。

眼振反応の総反応量に対する左右差 (%) では注水と air caloric test の間に有意差がみられず、反応量の左右差の検定においては刺激条件が異ってもこれまでの注水による判定基準が適用できることが確認された。なお、air caloric test の判定基準パラメーターとしては注水の場合と同様に持続時間による判定が最も変動が少ないことが認められた。

Air caloric test の利点の一つに耳疾患のある症例に対する検査適応があげられているが、症例 2 で示したごとく中耳手術後内耳周囲の解剖構造に改変が加えられた場合は、迷路に対する熱伝導に異常を来し、通常の判定基準では検査の判定を誤る場合がある。また慢性中耳

炎の症例で air caloric test による錯倒現象も経験⁷⁾しており、中耳の熱伝達系に異常のある症例では慎重にその検査結果の判定を行うべきであると考察された。さらに air caloric stimulator は刺激温度、送気流量の安定度、調節性が優れているので、この特性を生かして温度性眼振の域値測定、caloric recruitment など注水による検査では困難であった温度性眼振検査の新らたな分野が一般的臨床検査として導入されうなど今後の発展が期待された。

Ⅶ 結 語

air caloric stimulator NCA-100 (ICS) を用いて正常被検者 15 名に air caloric test を施行し、被検者に不快感を与えずかつ十分な反応を得る刺激として 24°C, 50°C, 6 l/min, 60 秒間を設定した。この刺激により得られる反応は、従来の注水による温度性眼振検査 (30°C, 44°C, 20 秒間注水) と有意の差はなく、判定基準としては持続時間による総反応量に対する CP %: 15 %, DP %: 25 % が最も変動が少ない傾向が認められた。さらに臨床例の応用経験から、air caloric test は適応の広さ、簡便さ、刺激条件の正確さ等より、注水に代り得る優れた検査法であることが確認された。

参 考 文 献

- 1) Aantaa, E.: Caloric test with air. Acta Otolaryngol., Suppl. 224: 82-85, 1967.
- 2) Capps, M. J., Preciado, M. C., Paparella, M. C., Paparella, M. M., et al: Evaluation of the air caloric test as a routine examination procedure, Laryngoscope 83; 1013-1021, 1973.
- 3) Coats, A. C.: The air caloric test, A Parametric Study. Arch. Otolaryngol. 102; 343-354, 1976.
- 4) Gates, G. A., Young, J. H., Winegar, L. K.: The thermoelectric air stimulator. Arch. Otolaryngol. 92; 80-84, 1970.
- 5) 井上敦子: cold air test の研究. 耳鼻臨 53; 増1, 1069-1089, 1960.
- 6) 大谷 務: 前庭反応の判定基準. 日耳鼻 65; 4, 524-543, 1962.
- 7) 竹田泰三・北原正章: Air Caloric Test 耳鼻臨, 70; 2, 115-118, 1976.

(原稿受付 昭和 52. 4. 30 日)

原著者住所 〒851 新潟市旭町通一番町 新潟大学
医学部耳鼻咽喉科学教室 山崎 晴子