側頭骨含気腔面積と体積の相関について

東京医科歯科大学医学部耳鼻咽喉科学教室（主任：小松崎 篤）

辺土名 仁，大久保 仁，田中英和
中村 弦，小松崎 篤

AREA AND VOLUME RELATIONSHIP OF TEMPORAL BONE AIR CELLS

HITOSHI HENTONA, M.D., JIN OKUBO, M.D., HIDEKAZU TANAKA, M.D.
YUZURU NAKAMURA, M.D. and ATSUSHI KOMATSUZAKI, M.D.

Department of Otolaryngology, School of Medicine, Tokyo Medical and Dental University, Tokyo

The area and volume of the air cell system of fifty normal temporal bones were investigated. The area on a plain X-ray, Sonnenkalb projection, was measured by a planimetric method and a rectangular dimensional method by Imai in 1978. The volumes of the temporal bone air cells on high-resolution CT were calculated separately as partial volumes divided in all CT planes. The sum of the partial volumes was calculated as the total volume of the air cells. The relationship between the area and the total volume of the air cell system was analyzed statistically. The ratio of the partial spatial volume, e.g. the tympanic cavity and the apical air space, to the total volume of the temporal bone air cells was also calculated.

The results were as follows: 1) The relationship between the two measurements were as follows: planimetric method, $Y = 0.901X - 2.26$ ($r = 0.885$), and rectangular dimensional method, $Y = 0.542X - 2.57$ ($r = 0.876$). 2) The ratio of the volume of the tympanic cavity to the total volume of the air cell system was $6.74 \pm 4.07\%$. The larger the total volume, the smaller the ratio. 3) The ratio of the apical space was $7.09 \pm 4.98\%$, and the larger the total volume, the larger the ratio.

Key words: 単純レ線, CT, 側頭骨含気腔, 面積, 体積

A 98—0968—22016

はじめに

側頭骨含気蜂巣の発育と種々の耳疾患との関連は、主に単純レ線における含気蜂巣面積を用いて検討されてきた。しかし本来含気腔は立体構造を呈しているため、その計測された面積が実際の体積を忠実に反映しているかどうか明確にする必要がある。Flisberg¹⁾はボイル・シャルルの法則を応用して含気腔体積を計測し面積との関係式を表しているが、対象症例の多くが慢性中耳炎で、しかも正常耳と合わせて式を算出するという問題点を含んでいる。また最近の含気腔ガス分析の問題や、今後の含気腔粘膜の分時代謝量の計測に際して正常耳あるいは疾患耳の含気腔体積の測定が必

要になると思われる。そこで今回我々は正常耳のみを対象とし、CTを用いて側頭骨含気腔体積を計測し、単純レ線の面積から含気腔の体積が推測可能かどうか検討した。

対象と方法

対象は中耳疾患の既往のない耳鳴、感音難聴、めまいの症例で、CT読影上器質的異常を認めない25症例（50耳）である。男性9例、女性16例で平均年齢は40.1歳であった。年齢分布は20歳代：8名、30歳代：7名、40歳代：2名、50歳代：3名、60歳代：5名であった。面積測定には単純レ線を用いたが、当施設でルーチ

ンに行われているゾンネンカルプ撮影を用いた。測定に用いたプランメータは牛方社製 X-Plan 360 で、側頭骨含気蜂巣のみでなく、レ線上下耳道と内耳道の重なった含気部すなわち鼓室腔も測定した。矩形面積法は今井ら²⁾の方法に準じ、含気蜂巣の最大横径と最大縦径の積により算出した。

体積測定に用いた CT 機器は横川 CT 8600 で、管電圧 120KPV、管電流は 250mA とした。スライス幅とスライス間隔はともに 2mm とし、骨モード撮影であるためウインドウ幅 2000、ウインドウレベル +300 とした。撮影方向は OM-line (Orbitomeatal line) に平行な水平断とし、含気蜂巣頭頂端から乳様突起先端までを撮影した。その後、拡大率約 4 倍で左右それぞれの側頭骨を高分解能部分拡大再構成を行った。つぎに CT の既設プログラム "Trace" を用いて各含気腔周囲をトレースし、その断面積と CT 値を測定した (図 1)。今回は CT 値プラスの腔は含気化なしとして除外した。ある症例の CT 画像を 1 枚おきにトレースしたものを示した (図 2)。各スライスで各含気腔の形態と大きさ、含気腔の数も異なるが、このような含気腔断面積の総和にスライス幅 2mm を掛けて体積を算

図 1 実際の CT 画像

CT 画面上でプログラム "Trace" を用いて各含気腔周囲をトレースすると、mean に平均 CT 値が表示され、area に面積が表示される。

図 2 CT 画像のトレース像

CT 画像を 1 枚おきにトレースし、頭頂側スライスからアルファベット順に並べた。平均 CT 値マイナスの腔 (S を付記) は含気化ありと判断した。

図3 体積、面積の各測定値の左右差
各値を絶対値で示したが、それぞれの群で統計的に左右差を認めなかった。各群の平均値と標準偏差は、体積： 10.41 ± 4.83 (cm³)、面積（プラニメータ法）： 14.52 ± 4.74 (cm²)、面積（矩形面積法）： 24.23 ± 7.92 (cm²) であった。

出した。

また鼓室、錐体尖という側頭骨の部分含気化の相違も検討した。鼓室は成書³⁾⁴⁾⁵⁾に従い上鼓室から下鼓室を計測したが、耳管は骨部耳管までとし、さらに全鼓室体積から耳小骨部分は削除した。錐体尖は Allam⁶⁾の定義に基づいて計測し、さらに著者らが報告⁷⁾した錐体尖含気部のCT値も参考とした。このように鼓室腔体積と錐体尖含気腔体積を測定後、全含気腔体積でこれらの値を除して鼓室腔体積比率、錐体尖体積比率とした。

結 果

面積と体積の各測定値の左右差を検定したが（図3）、最終的には単位の異なる両者の相関関係を検討するので、まず絶対値を用いて比較した。体積は3群のなかで最も値が低く、平均値と標準偏差は 10.41 ± 4.83 (cm³) であった。t-Dependent 検定では左右差を認めなかった ($p > 0.05$)。プラニメータによる面積測定値は同様に 14.52 ± 4.74 (cm²) で、統計的にはやはり左右差を認めなかった。矩形面積法では全体として最も値が高く、 24.23 ± 7.92 (cm²) であった。左右で

$$Y = 0.901X - 2.26 \quad (r = 0.885)$$

図4 プラニメータ法における面積と体積の相関図
両者の相関関係は高かった。

$$Y = 0.542X - 2.57 \quad (r = 0.876)$$

図5 矩形面積法における面積と体積の相関図
両者の相関関係は高かった。

のばらつきが大きくなったが、統計的には左右差を認めなかった。

プラニメータ法による面積測定値とCTによる体積

図6 鼓室腔体積比率

全含気腔体積が小さいと比率も高くなる傾向にあった。体積が10cm³を超えると全体として4～5%を占めるようになった。

図7 錐体尖体積比率

全含気腔体積が大きくなるほど、比率が大きくなる傾向にあった。

値との相関図である(図4)。両者は正の相関が得られ、その回帰式は $Y=0.901X-2.26$ で、相関係数は0.885と高い値を示した。矩形面積法における相関図(図5)では、全体の傾きがプラニメータ法の結果の約半分と

なったが、Y切片はほぼ同じ値を示した。その回帰式は $Y=0.542X-2.57$ で、相関係数も0.876と高い値を示した。

鼓室腔体積の平均値と標準偏差は $0.55 \pm 0.13 \text{ cm}^3$ で、全含気腔体積に対する鼓室腔体積比率(図6)の平均値と標準偏差は $6.74 \pm 4.07\%$ であった。全含気腔体積が小さくなるほど鼓室腔の比率は高くなり、20%近くを占める症例も認めた。しかし全含気腔体積の平均値である10cm³を超える例では全体として4～5%の値を示していた。錐体尖含気化は22耳のみに認められたが、その体積の平均値と標準偏差は $1.05 \pm 0.92 \text{ cm}^3$ で、全含気腔体積に対するその比率は $7.09 \pm 4.98\%$ であった(図7)。相関率は悪かったが、全含気腔体積が大きいくほどその比率も大きくなる傾向にあった。

考 察

側頭骨含気腔に関するこれまでの研究は、まず単純レ線による面積の解析が行われDiamant⁸⁾⁹⁾やRubenshon¹⁰⁾がプラニメータを用いて含気蜂巣の発生や発育について報告し、最近ではTosら¹¹⁾を含めて多くの研究者が滲出性中耳炎等について検討している。本邦では今井ら²⁾が面積測定の簡便法として矩形面積法を考案し、プラニメータとの関係式 $Y=0.545X+0.550$ ($r=0.982$) を表している。しかし実際の側頭骨含気腔は立体構造を呈しているため、平面的な計測しかできない面積による解析法では限界が生じてくる。そのため含気腔体積に関する解析が必要となるが、Silbiger¹²⁾は正常側頭骨200耳を対象に、water-weight法すなわち真空デシケータ内で蜂巣内腔が真空となる分割側頭骨標本作製し、そこへ水を注入して注水前後の重量差を計測する方法で蜂巣体積を算出している。その結果、蜂巣体積は8.7～9.8cm³としている。またFlisberg¹⁾はボイル・シャルルの法則を応用したVolumetric methodを用いて体積を測定し、プラニメータによる面積との関係式を $Y=0.917X-0.38 \pm 1.7$ と算出している。この式は側頭骨含気腔における面積と体積との相関を検討したものであるが、面積測定に用いられた撮影法がRunstrom法というスキャンジナビア独特の撮影方法であり、さらに対象症例の多くが慢性中耳炎(49耳)で、しかも正常耳(11耳)と合わせて関係式を算出しているという問題点を含んでいる。すなわち、この関係式では慢性中耳炎の結果が正常耳のそれに大きく影響を受けた可能性があり、本来であれば正常耳と慢性中耳炎を分けて検討す

べきものと考えられる。

このように側頭骨含気腔に関する研究では、その複雑な立体構造ゆえに単純レ線による面積の解析が主流をなし、含気腔体積に関する研究はいまだに不十分である。今後、含気腔ガス分析¹³⁾¹⁴⁾の問題を発展させたり、含気腔粘膜の分時代謝量を測定するには含気腔体積の正確な測定が必要になると思われる。そして実際の体積測定に際して予測値を算出する何らかの方法があれば、実測値を裏付ける方法として意義があると推察される。そこで今回我々は単純レ線による含気腔面積とCTによる含気腔体積との相関について検討し、単純レ線から含気腔体積を予測する関係式を算出した。

本研究の結果、図4、5のように単純レ線による含気腔面積とCTによる体積とは高い相関関係が得られた。その関係式は、プランメータ法では $Y=0.901X-2.26$ ($r=0.885$)、矩形面積法では $Y=0.542X-2.27$ ($r=0.876$)であった。プランメータ法は広く用いられ、矩形面積法は本邦で好んで用いられているが、このような関係式を用いることで、単純レ線一枚から複雑な立体構造を示す側頭骨含気腔の体積が推測可能であり、今後の側頭骨含気腔の解析に応用できるものと判断される。一方、鼓室腔体積比率や錐体尖体積比率についての報告は我々が渉猟した範囲では認めなかった。それは側頭骨含気腔体積に関する報告自体が少ないことと、含気腔の部分的体積を測定する方法が開発されていなかったためと推察される。今回の結果を検討すると、鼓室腔体積比率は全含気腔体積が小さいほど大きくなったが、これは本研究を始める前に予測したとおりであった。しかし具体的にはどの程度の比率を占めるのかこれまでに報告がないため、平均比率を表したことで、体積が約10cm³を超える場合には全体として4～5%を占めることを表したことは新発見と判断される。錐体尖に関する体積比率は全含気腔体積が大きいほど、その比率も高くなった。これは含気腔の発育のよい症例ほど錐体尖含気部の関与が大きくなることを示唆しており、含気腔のガス分析等においては同部の含気化に関しても考慮する必要があることを意味している。

含気腔面積と体積との相関を同様に検討したFlisbergらの方法と我々の用いた方法を比較すると、本法の利点は以下のようにまとめられる。すなわち 1) 鼓膜に操作を加えずに測定できる。そのため正常耳であっても多数検索できる。2) フロッピーディスク等

に記録すれば、目的とする含気腔を何度でも計測でき、さらに測定範囲を変えて計測することも可能である。3) 気体を用いる測定方法では部分的含気腔体積の測定は不可能であるが、本法では部位別体積も測定可能であるため全含気腔体積に対する部位的含気率の算出が可能である。一方、欠点としては 1) 含気腔としての実際の体積は測定していないことである。全含気腔体積の測定としてはFlisbergらの方法が優れていると判断される。2) 含気腔に陰影がある場合はどのように計測するかが問題である。CT値等を参考にすることができるが、本来は病理標本も含めた検討が必要になる。今後は慢性中耳炎や滲出性中耳炎の症例で本法を用い検討する必要がある。3) CTを撮影する分だけ被曝線量が多くなるという欠点がある。

最後に、今回の対象症例は正常耳だけであったが、今後慢性中耳炎や滲出性中耳炎の症例に対しても同様な検索を行い、含気腔面積と体積がどのような相関にあるのか検討が必要と判断される。

ま と め

1. 単純レ線による面積とCTによる体積とは正の相関が得られた。その関係式は

プランメータ法： $Y=0.901X-2.26$ ($r=0.885$)

矩形面積法： $Y=0.542X-2.27$ ($r=0.876$)

であった。

2. この関係式は、単純レ線による面積値から立体構造を示す含気腔体積値を予測する場合に応用できる。

3. 全含気腔体積が小さいほど、鼓室腔体積の比率が大きかった。

4. 全含気腔体積が大きいほど、錐体尖含気腔体積の比率が大きかった。

参 考 文 献

- 1) Flisberg K, Zsigmond M: The size of the mastoid air cell system. *Acta Otolaryngol* 60: 23-29, 1965.
- 2) 今井昭雄, 中野雄一, 高橋 姿: 側頭骨含気腔—炎症による影響. *耳鼻咽喉科* 50: 633-640, 1978.
- 3) 後藤敏郎, 白岩俊雄, 北村 武, 山本 馨, 渡辺 勲 他: *耳鼻咽喉科*. 第2版: 医学書院, 東京, 1968.
- 4) Kerr AG, Geoves J: Scott-Brown's *Otolaryngology*. Fifth edition. Butterworths, London, 1980.
- 5) Paparella MM, Shumrick PJ: *Otolaryngology*.

- Second edition. Saunders, Philadelphia, 1980.
- 6) Allam AF: Pneumatization of the temporal bone. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 78: 49-64, 1969.
- 7) 辺土名 仁, 大久保 仁, 堤 剛, 田中英和, 小松崎 篤: 錐体尖の含気化について. *日耳鼻* 97: 450-456, 1994.
- 8) Diamant M: Mastoid pneumatization and normal curve distribution. *Acta Otolaryngol* 60: 169-174, 1964.
- 9) Diamant M: The "pathologic size" of the mastoid air cell system. *Acta Otolaryngol* 60: 1-10, 1965.
- 10) Rubenshon G: Mastoid pneumatization in children at various ages. *Acta Otolaryngol* 60: 11-14, 1965.
- 11) Tos M, Stangerup SE, Andreassen UK: Size of the mastoid air cells and otitis media. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 94: 386-392, 1985.
- 12) Silbiger H: Über das Ausmass der Mastoidpneumatisation beim Menschen. *Acta Anat (Basel)* 11: 215-245, 1950.
- 13) Lunts M, Sadé J: Dynamic measurement of gas composition in the middle ear. I: Technique. *Acta Otolaryngol* 113: 349-352, 1993.
- 14) Sadé J, Luntz M: Dynamic measurement of gas composition in the middle ear. II: Steady State Values. *Acta Otolaryngol* 113: 353-357, 1993.
-
- 本論文の内容の一部は第4回日本耳科学会総会(大阪)にて口演した。
-
- (1995年1月5日受稿 1995年4月6日受理)
- 別刷請求先 〒113 東京都文京区湯島1-5-45
東京医科歯科大学耳鼻咽喉科学教室 辺土名 仁

<p>A 98—0974—30131</p> <p>Wegener肉芽腫症の治療とネフロスカラ・C-ANCによる抗好中球細胞質抗体値の変動</p> <p>間川四郎・滝沢昌彦・宮武出甲子・中丸裕爾 福田 諭・犬山征夫（北大）</p> <p>保険適用となったネフロスカラ・C-ANCによる抗好中球細胞質抗体の測定は従来の間接蛍光抗体法に比べ若干感度が低かったが、特異性の高さ、定量的、簡便性などから Wegener 肉芽腫症（WG）の診断、治療に有用であった。WG の治療においては、免疫抑制療法において多くの例で抗体価は低下し、病状の軽快と平行し推移し有用なマーカーであった。しかしながら、cANCA 再上昇は必ずしも再発を意味せず、その治療の変更は実際の症状増悪の後開始するのが良いと考えた。WG の治療に関しては従来の標準的免疫抑制療法以外の治療法も有用であり、治療法の選択は症例個々の状況に応じた stage adapted treatment が望まれると考えた。</p>	<p>日耳鼻</p> <p>ラット実験的滲出性中耳炎中のアラキドン酸代謝産物の変動</p> <p>榎本冬樹・市川銀一郎（順大） 長岡 功・山下辰久（同・生化学第二）</p> <p>滲出性中耳炎の病因は、多岐にわたることが知られているが、そのなかでも細菌感染や免疫アレルギー反応が強く関与している。感染や、それに伴う炎症反応を修飾するケミカルメディエーター、すなわち PGE₂, LTB₄, LTC₄ が滲出性中耳炎に関連するかどうか調べる目的でラットの滲出性中耳炎モデルを作製し、検討した。その結果、PGE₂, LTB₄, LTC₄ が中耳炎モデルで産生され、本滲出性中耳炎モデルにおける炎症細胞の滲出や、血管透過性の亢進に関与している可能性が示唆された。</p>
<p>A 98—0968—22016</p> <p>側頭骨含気腔面積と体積の相関について</p> <p>辺土名 仁・大久保 仁・田中英和・中村 弦・小松崎 篤 （東医歯大）</p> <p>正常50耳を対象に、単純レ線で側頭骨含気腔面積を測定し、CTで含気腔体積を測定して両者の相関を検討した。面積と体積とは正の相関が得られ、その関係式はプラニメータ法では $Y = 0.901X - 2.26$ ($r = 0.885$) で、矩形面積法では $Y = 0.542X - 2.57$ ($r = 0.876$) であった。この式は、単純レ線による面積から立体構造を呈する含気腔の体積を予測する場合に適用できる。また全含気腔体積に対する部位的含気腔比率を算出したが、全体積が小さいほど、鼓室腔体積の比率が大きかった。全体積が大きいほど、錐体尖含気腔体積の比率が大きかった。</p>	<p>日耳鼻</p> <p>術後性上顎嚢胞に対する内視鏡下鼻内手術</p> <p>中村光士郎・木谷伸治（愛媛県立中央） 佐藤英光・湯本英二・河北誠二（愛媛大） 相原隆一（廣の子病院）</p> <p>術後性上顎嚢胞に対して、内視鏡下鼻内開窓術を64例69側に施行した。手術は全例局所麻酔下に下鼻道側壁あるいは下鼻道と中鼻道に開窓し、嚢胞壁は全例保存した。術後6か月以上経過観察できた38例44側における開窓部の状態は36例（81.8%）で広く開存していた。</p> <p>本術式の適応を決めるために、今回新たな嚢胞の部位別分類を試みた。下鼻道中央部を通る軸位断 CT 像において、嚢胞の内側壁が下鼻甲介付着部前縁と翼状突起外側板分岐部を結ぶ直線の内側にあるか外側にあるかによって内側型と外側型に分類した。開窓部の術後経過よりみて、内側型が最も良い適応となり、外側型でも後方型には適応となる例があるが、外側前方型では適応とならない。</p>