



Title	高分解能CTによる耳小骨の正常位置の計測基準の設定と臨床応用
Author(s)	原, 上子
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1988, 48(9), p. 1133-1141
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17514
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

高分解能 CT による耳小骨の正常位置の 計測基準の設定と臨床応用

聖マリアンナ医科大学放射線医学教室

原 上 子

（昭和63年6月21日受付特別掲載）

（昭和63年7月21日最終原稿受付）

Measurement of Normal Auditory Ossicles by High-Resolution CT with Application of Normal Criteria to Disease Cases

Jyoko Hara

Department of Radiology, St. Marianna University School of Medicine

Research Code No. : 504.1

Key Words : Auditory ossicles, Measurement, CT,
Temporal bone

High-resolution computed tomography (CT) is used increasingly in the diagnosis of middle ear diseases. For diagnosing these lesions certain criteria were proposed by measuring the position of the ossicles. According to those criteria it can be allowed to evaluate dislocation of the ossicles, namely to find out abnormal position of the ossicles caused by a disease process. Ossicles were measured on high-resolution CT images of the middle ear in a total of 203 subjects (300 ears: normal controls 241 ears, disease group 59 ears) during the period of 1983-1988. Three angles A, B, C and one distance-ratio b/a were measured and the normal ranges were obtained. The baseline for measurement of angles A, B, C were established as the line between the most lateral margins of both internal auditory canals. "A" is the angle at which the line through the malleo-incudal joint crosses the baseline on the slice of the level of the malleo-incudal joint. "B" is the angle at which the line drawn between the center of the malleus and incus crosses the baseline on the slice of the level of the malleo-incudal joint. "C" is the angle at which the line drawn between centers of malleus and incus crosses the baseline on the slice 2 mm on the caudal side from the slice of the level of malleo-incudal joint. "a" is the distance between the center of the malleo-incudal joint and the lateral wall of the middle ear cavity on the line through the center of malleo-incudal joint and the most lateral margins of the internal auditory canal. "b" is the distance between the center of the malleo-incudal joint and the medial wall of the middle ear cavity on the same line. The distance ratio b/a was calculated to determine the normal criteria for diagnosis of ossicular abnormality. The normal ranges of angles A, B, C and the distance-ratio b/a were 19°-59° for angle A, 101°-145° for angle B, 51°-89° for angle C, and 0.49-0.51 for the b/a ratio. Thirty of 34 ears (88.2%) in cases of otitis media and mastoiditis were normal in all these 4 measurements. Five of 7 ears (71.4%) in cases of cholesteatoma and 4 of 4 ears (100%) in cases of external ear anomaly were abnormal in one or more of these 4 measurements, and most of these abnormal values were more than 3 S.D. beyond the normal range.

These measurements were useful for evaluation of auditory ossicles especially for diagnosis of cholesteatoma and abnormality of the auditory ossicles.

緒 言

聴覚系、特に中耳の放射線診断は従来、単純撮影と多軌道断層撮影とで行われてきた。しかし、これらの診断法では、骨構造の破壊や、変形、あるいは耳小骨の位置異常や、偏位といった所見が著明になったときに、はじめて病変の存在診断や進展範囲の決定が可能である。近年、高分解能CTの普及およびその性能の飛躍的な進歩に伴い、短時間に高画質の画像が得られるようになり、耳小骨などの微細な骨構造や骨破壊、あるいは軟部組織の病変に対しても、より多くのかつ正確な情報が得られるようになってきた。特に、外耳・内耳奇形の種類や程度、真珠腫の診断およびその進展範囲などを詳細に把握できるため、高分解能CTが治療法の選択や術式の決定に役立つという報告が散見されるようになってきた^{1)~5)}。一方、耳小骨の位置異常のような微細な異常の診断では、客観的な基準が不可欠であり、そのnormal criteriaの設定が必要とされる。しかしながら、耳小骨の計測に関する報告は、著者が調べ得た範囲では、1983年に黒崎ら⁶⁾が矢状面に対する耳小骨の角度について57例を対象とした報告を行っているのみである。

そこで今回、著者は高分解能CTを用いて耳小骨の位置に関する4つの計測方法を提示し、これらの計測方法で正常耳小骨を計測してその正常値を確立した。さらに、その結果を症例にも応用して、中耳病変の評価に極めて有用であったので報告する。

対象および方法

1) 対象

対象は昭和58年6月から昭和63年2月までの5年間に当科にて側頭骨の高分解能CT検査を施行した203症例、300耳である。これらのうち、既往に耳鼻科的疾患がなく、耳鼻科学的検査およびCTなどの放射線学的検査にて、聴覚系および側頭骨に異常が認められなかった102例、195耳と、さらに疾患群の健側46耳を加えた計241耳を対照群とした。対照群の内訳は男性75例、117耳、女性73例、124耳であり年齢は3歳から82歳までで、その平均は44.9歳であった。

Table 1 Materials (203cases, 300ears)

Normal controls		
Normal group	102cases	195ears
Normal side of disease group	46	46
Total	148	241
Disease group		
Otitis media and mastoiditis	35cases	38ears
Cholesteatoma	9	9
Congenital anomaly	7	8
Internal ear anomaly	3	4
External ear anomaly	4	4
Trauma of temporal bone	4	4
Total	55	59

疾患群は、耳小骨に異常を有する可能性のある疾患を有するもので、耳鼻科学的、あるいは病理学的に確定診断の得られた55例、59耳を対象とし、その内訳は中耳炎および乳様突起炎が35例38耳、真珠腫が9例9耳、先天性奇形が7例8耳（内耳系奇形3例4耳、外耳系奇形4例4耳）、側頭骨外傷が4例4耳であった。その内訳は男性34例37耳、女性21例22耳であり年齢は6歳から78歳まで、その平均は48.1歳であった（Table 1）。

2) 方法

CT装置は東芝製TCT900S、TCT60A30およびTCT60AEXを使用した。スライス面はOM基準線に平行で、外耳道下縁から上半規管の上部までスライス厚2mm、スライス間隔2mmで撮影し、必要に応じて1mm間隔での追加撮影を行った。撮影条件は装置によって異なるが、120kV、150mA、スキャン時間2秒～9秒であった。

3) 基準線の設定と耳小骨(つち骨およびきぬた骨)の位置の計測

1. 基準線の設定：両側の内耳道最外側端を結ぶ線を、角度計測のための基準線とした(Fig. 1)。
2. 角度A：つち骨頭および、きぬた骨体のレベルで、つち・きぬた関節が最もよく描出されているスライス面において、関節面を通る線と基準線とのなす角を角度Aとした(Fig. 2)。

3. 角度B：角度Aと同じスライス面において、つち骨頭の中心と、きぬた骨体の中心とを結ぶ線と基準線との成す角を角度Bとした(Fig.

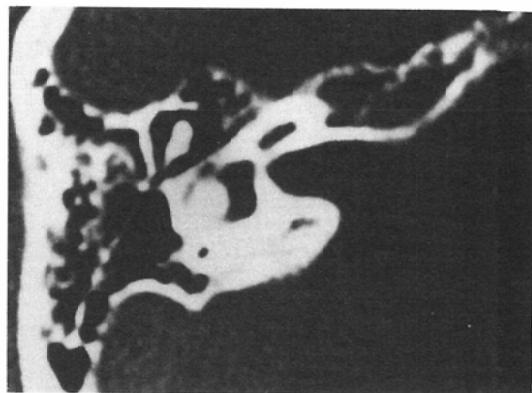
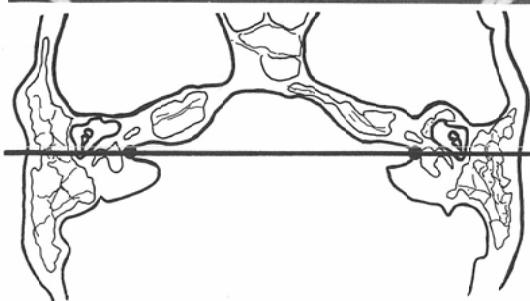


Fig. 1 The baseline for measurement of angles A, B and C is drawn between the most lateral margins of both internal auditory canals.

2).

4. 角度 C : 角度 A のスライス面より約2mm 尾側でつち骨柄ときぬた骨長脚が描出されるスライス面において、つち骨柄の中心ときぬた骨長脚の中心とを結ぶ線と基準線との成す角を角度 Cとした (Fig. 3).

5. 距離比 b/a : 角度 A のスライス面で、つち・きぬた関節面の中央と同側の内耳道最外側端とを結ぶ線の延長線が、上鼓室外側壁と交わる点から、つち・きぬた関節の中央までの距離を a、つち・きぬた関節面の中央と内耳道最外側端とを結ぶ延長線が上鼓室内側壁と交わる点から、つち・きぬた関節面中央までの距離を b とし、a と b の距離比 b/a を算出した (Fig. 4). なお、erosion により上鼓室内・外側壁のいずれか、または両者が破壊されている場合は測定不能とした。また、症例により、角度 A, B, C あるいは距離比 b/a のいずれかが計測できない場合もあったが、計測可能であった項目の結果を検討対象に加え、項目別に検討した。

Fig. 2 Measurements of angles A and B.
M : Malleus I : Incus

結 果

対照群では、角度 A, B, C はほぼ正規分布を示し、角度 A の正常範囲は 39 ± 20 度 ($n=227$, 危険率 1%), 角度 B の正常範囲は 123 ± 22 度 ($n=227$, 危険率 1%), 角度 C の正常範囲は 70 ± 19 度 ($n=225$, 危険率 1%), 距離比 b/a の正常範囲は 1.00 ± 0.51 ($n=227$, 危険率 1%) であった (Fig. 5, 6, 7, 8). また、角度 A と角度 B との間には明らかな正の相関関係 ($r=0.653$, $n=227$) がみられた (Fig. 9).

疾患群では、4 項目すべての計測値が正常範囲であった耳を計測上の正常とし、計測値のいずれか一つでも正常範囲からはずれた耳を計測上の異常と判定して疾患別にその割合を検討した。

中耳炎および乳様突起炎では、38耳中 4 耳が判定不能、34耳中 30耳 (88.2%) が正常、34耳中 4 耳 (11.8%) が異常であった (Table 2). 角度の

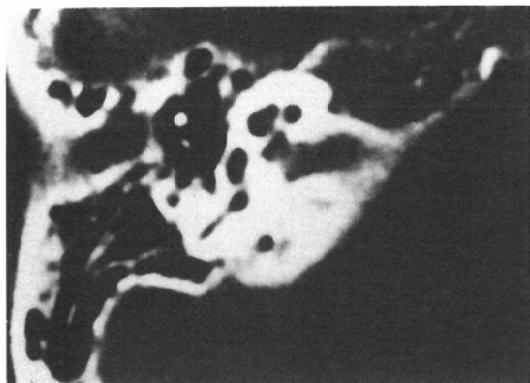


Fig. 3 Measurement of angle C.

Fig. 4 Measurement of distance -ratio b/a.

Table 2 Value of measurement in disease group.

	Normal	Abnormal	Total
Otitis media and mastoiditis	30ears(88.2%)	4ears(11.8%)	34ears
Cholesteatoma	2(28.6)	5(71.4)	7
Congenital anomaly	2(25.0)	6(75.0)	8
Internal ear anomaly	2(50.0)	2(50.0)	4
External ear anomaly	0(0.00)	4(100.0)	4
Trauma of temporal bone	3(75.0)	1(25.0)	4

Normal : Ears in which all of 4 measurements were within normal range.

Abnormal : Ears in which one or more of 4 measurements were out of the normal range.

異常を示したのは4耳3項目中1耳1項目(8.3%)であり、その正常範囲からのずれは1 S.D.以下でわずか1度であった。距離比b/aの異常は4耳すべてにみられたが、その正常範囲からのずれはいずれも2 S.D.以下であった(Table 3, Fig. 10)。

次に、真珠腫では9耳中2耳が判定不能、7耳

中2耳(28.6%)が正常で、7耳中5耳(71.4%)が異常であった(Table 2)。異常の5耳すべてが角度の異常を示し、角度の3項目のうち必ず1項目はその正常範囲からのずれが3 S. D. をはるかに越えるものであった。また距離比b/aの異常も2耳でみられたが、その正常範囲からのずれは、いずれも3 S. D. 以上であった(Table 3, Fig.

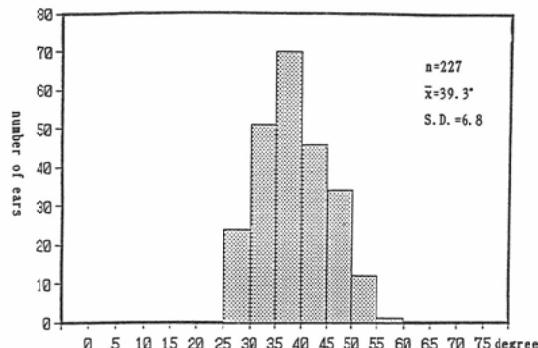


Fig. 5 Distribution of angle A in normal controls.

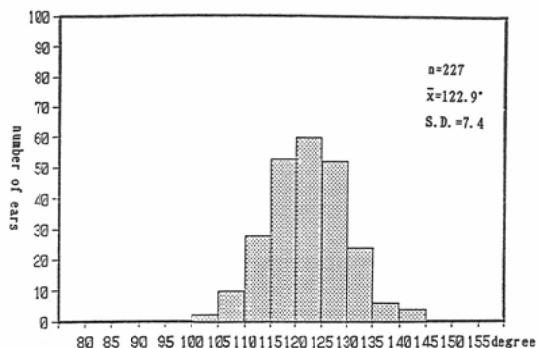


Fig. 6 Distribution of angle B in normal controls.

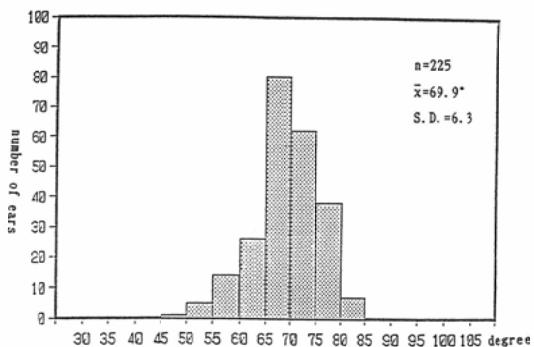


Fig. 7 Distribution of angle C in normal controls.

10).

先天性奇形では8耳中2耳(25%)が正常で、8耳中6耳(75%)が異常であった。すなわち、先天性奇形のうち、内耳奇形は4耳で、うち2耳(50%)が正常、2耳(50%)が異常であり、外耳奇形は4耳あり、4耳(100%)が異常であった(Table 2)。異常であった6耳すべてに角度の異常

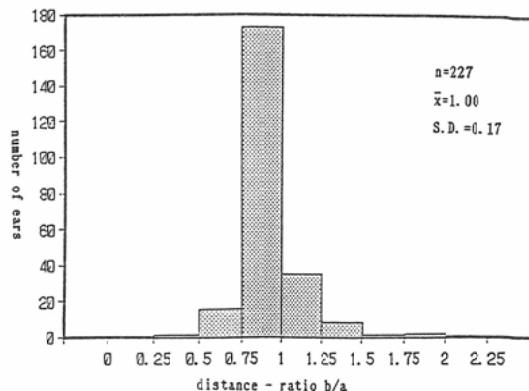


Fig. 8 Distribution of distance - ratio b/a in normal controls.

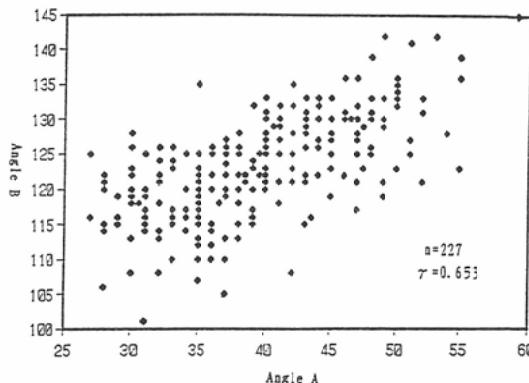


Fig. 9 Correlation between angles A and B in normal controls.

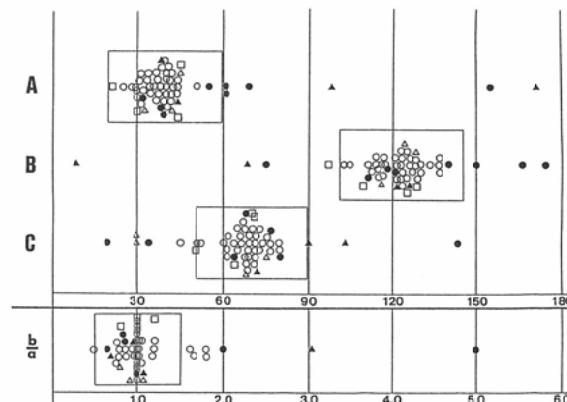


Fig. 10 Distribution of angles A, B, C and distance -ratio b/a in disease group.

○; otitis media and mastoiditis, ●; cholesteatoma, △; internal ear anomaly, ▲; external ear anomaly, □; trauma of temporal bone.

Table 3 Normal criteria and measurements
of abnormal ears

	Angle A	Angle B	Angle C	Distance ratio b/a
Average	39.3°	122.9°	69.9°	1.00
Standard deviation	6.8	7.4	6.3	0.17
Normal range	19~59	101~145	51~89	0.49~1.51
	40°	127°	72°	1.80**
Otitis media and Mastoiditis	37	123	82	1.60*
	33	137	50*	1.80**
	26	102	68	1.67*
	155***	75***	70°	—
	69**	166***	64	2.00***
Cholesteatoma	61*	174***	34***	—
	55	150*	19***	0.87
	61*	140	143***	5.00***
Internal ear anomaly	33°	124°	30***	1.00
	—	—	30***	—
	98***	8***	—	0.67
External ear anomaly	42	126	90*	1.00
	38	122	103***	1.00
	171***	68***	72	3.11***
Trauma of temporal bone	22°	97*	50*	—

* : Abnormal value within 1 S.D. beyond the normal range.

** : abnormal value within 2 S.D. but over 1 S.D. beyond the normal range.

*** : abnormal value over 2 S.D. beyond the normal range.

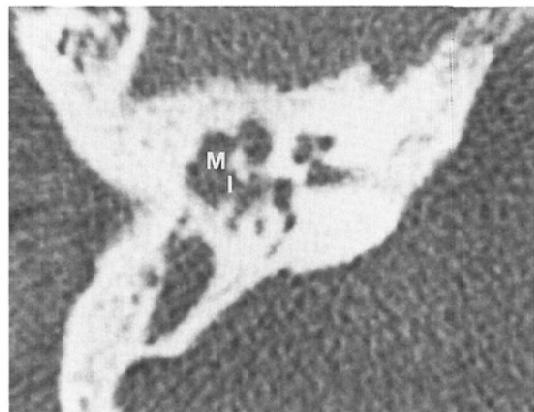
がみられ、1耳を除いたすべてに3 S. D. 以上の正常範囲からのずれがみられた。距離比 b/a に異常を示した1耳も正常範囲から3 S. D. 以上の大差なずれを示していた (Table 3, Fig. 10).

側頭骨外傷では4耳中3耳(75%)が正常で、1耳(25%)が異常であった (Table 2). この1耳では角度Bと角度Cの異常がみられたが、その正常範囲からのずれは1 S. D. 以内(1度~4度)であった (Table 3, Fig. 10).

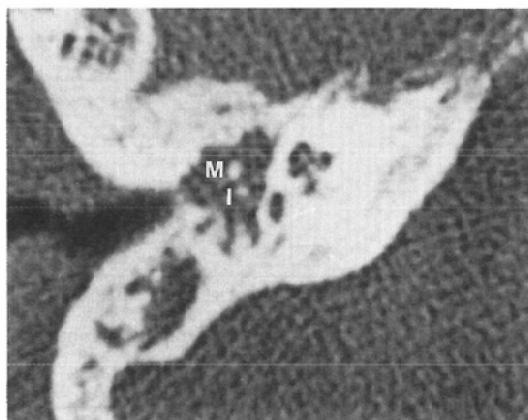
症 例

(症例1) 46歳、女性、右中耳真珠腫。

角度Aは155度、角度Bは75度で、両者とも明らかな異常値を示しており、つち骨頭、きぬた骨体及び、つち・きぬた関節の異常なねじれを示唆している (Fig. 11a). 角度Cは70度で正常範囲にあり、つち骨柄、きぬた骨長脚レベルでの偏位は見られていない。中耳腔は異常な軟部組織陰影で



a



b

Fig. 11 A 46 year-old female with cholesteatoma in the right middle ear.

a) Angle A: 155°, Angle B: 75°, which suggest distortion of the ossicular chain. Erosion of the lateral wall of the attic is also demonstrated. b) Angle C: 70°, which is normal. Soft tissue opacity within the middle ear cavity is also demonstrated. Small cholesteatoma was proved in the surgical specimen. M: Malleus I: Incus.

充たされている。(Fig. 11b).手術にて比較的小さな真珠腫が証明された。

(症例2) 49歳、男性、右中耳真珠腫。

角度Aは61度、角度Bは174度で、明らかな異常値を示しており、つち骨頭、きぬた骨体及び、つち・きぬた関節の異常なねじれを示唆している (Fig. 12a). 角度Cは34度で大幅な異常を示し、耳小骨全体の大きなねじれを示唆している。鼓室

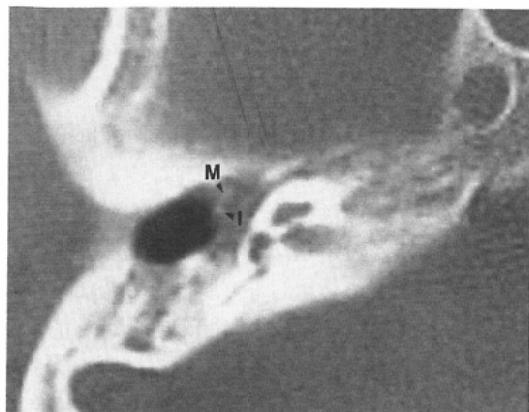


Fig. 12 A 49 year-old male with cholesteatoma in the right middle ear. a) Angle A : 61°, Angle B : 174°, distance -ratio b/a : 1.3. b) Angle C : 34°. Soft tissue opacity in middle ear cavity is demonstrated. These measurements are compatible with distortion of the ossicular chain. A large cholesteatoma was confirmed at surgery.

内には軟部組織陰影が認められている (Fig. 12b). 手術にて大きな真珠腫が証明された。

(症例3) 54歳、男性、左中耳真珠腫。角度Aは61度、角度Bは140度で、距離比b/aは5であり、つち骨頭、きぬた骨体及び、つち、きぬた関節の異常なねじれと共に、つち骨頭、きぬた骨体の上鼓室外側壁側への著明な偏位がみられている。鼓室および乳突洞内には異常な軟部組織陰影がみられている (Fig. 13)。手術にて真珠腫が証明され

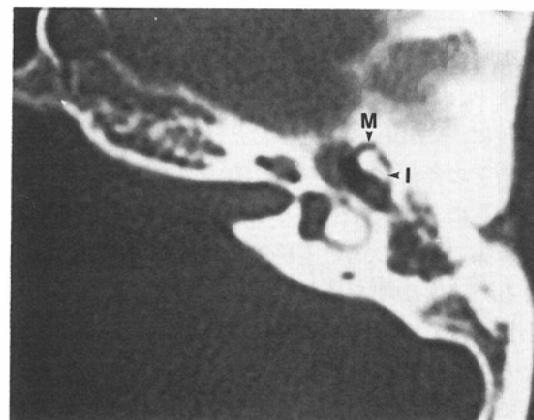


Fig. 13 A 54 year-old male with cholesteatoma in the left middle ear. Angle A : 61°, Angle B : 140°, distance -ratio b/a : 5. Severe displacement of malleal head and incudal body toward the lateral wall of the attic is shown. The soft tissue opacity is also demonstrated in the attic.

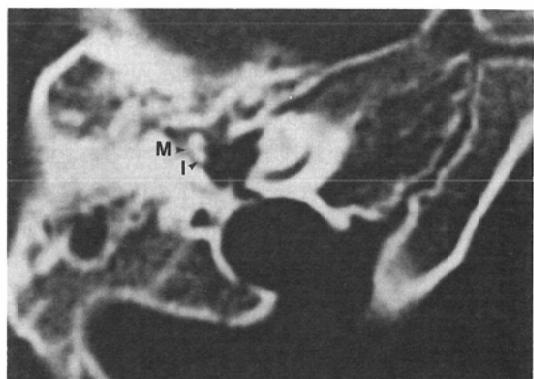


Fig. 14 A 6 year-old female with right congenital atresia of external ear and microtia. Angle A : 171°, Angle B : 68°, distance -ratio b/a : 3.1. The marked displacement of the ossicles toward the lateral wall of the attic is noted.

た。

(症例4) 6歳、女性、右外耳道形成不全。右外耳道閉鎖および右小耳症がある。角度Aは171度、角度Bは68度、距離比b/aは3.1で、耳小骨の位置異常が認められる。鼓室内には異常な軟部組織陰影はみられていない (Fig. 14)。

考 察

我々が、日常診療で遭遇する側頭骨、特に中耳

に影響を及ぼす疾患は乳様突起炎、滲出性中耳炎、真珠腫性中耳炎、外傷、先天性奇形などでその種類はそれほど多くはない。しかし、先天性奇形を除けば、これらの疾患の殆どは小児から老人までの、どの年齢層にもみられる。このため、耳小骨の位置の計測は、対象となる側頭骨の大きさや乳突蜂巣の発達の違いに影響されにくい測定方法によることが必要であり、また、疾患によっては耳小骨の位置の異常だけでなく耳小骨連鎖にねじれなどの異常をきたす可能性もあることなどを考慮して行う必要がある。しかし一方、日常診療で役立つためには、撮影時の患者の頭のねじれなどにも影響されることなく、しかも簡単な計測法でなければならない。そこで、著者はまず比較的個人差がなく、中耳疾患では殆ど影響を受けることがない両側内耳道の最外側端を結ぶ線を基準線として選び、耳小骨特に、つち骨ときぬた骨の上部と下部のねじれをみるために基準線に対する既述のごとき角度 A、B、C を計測した。さらに、つち骨ときぬた骨の全体的な偏位をみるために距離比 b/a を計測した。すなわち、このような基準線と角度 A、B、C 及び距離比 b/a を設定することにより、つち骨および、きぬた骨全体の偏位のみならず、両耳小骨の上下間でのねじれについても診断し得ると考えられる。

角度 A、B、C 及び距離比 b/a の正常値については結果の項で述べたごとくであるが、若年者におけるこれらの正常値が、成人のそれと相異を示すか否かの点については、10歳以下の症例が11耳と少ないが、10歳以下と11歳以上に分けて比較検討を試みた。10歳で分けた理由は、鈴木ら⁷⁾によれば、幼小児の中耳は10歳前後まで発育途上にあり、手術の時期は原則的には10歳以後が望ましいとされているためである。その結果10歳以下の対照群における各計測値の分布は11歳以上の対照群における分布とはほぼ一致しており、有意差はみられなかった。従って、今回の criteria はどの年齢層にも適応できるものと考えられる。このことは、逆に言えば、耳小骨特につち骨、きぬた骨の相対的位置関係は発育段階によってあまり変化しないことを示しているように思われる。

計測上の唯一の問題点は、角度 C を計測する場合、スライス面の基準が不明瞭であるため計測部位が一定しない場合があり、症例によっては、CRT 上、つち骨柄ときぬた骨長脚が明確に描出されていない場合も認められたが、このような場合には、隨時追加撮影を行う必要があった。

また、著者が設定した4項目すべての計測が、現実の臨床の場で必ずしも可能であるとは限らない。従って、角度 A と B との間に明らかな正の相関関係がみられたことは極めて意義がある。すなわち、角度 A、B のいずれかが計測不能の場合でも、そのいずれか一方で評価が可能であると考えられる。

なお、黒崎ら⁶⁾によれば横断面での、あぶみ骨頭の描出率は他の耳小骨に比べてかなり低く、冠状面での評価の方が優れているとされているが、今回の症例検討においても、きぬた・あぶみ関節の適当な計測法は提示し得なかった。

次に、疾患群への正常値の応用について検討した。中耳炎および乳様突起炎では、すべての計測項目で34耳中30耳(88.2%)が正常範囲内にあり、つち骨、きぬた骨に偏位が認められた頻度は少なかった。また、異常値を示した症例においてもその正常値からのずれは2 S. D. 以下のわずかなずれであった。これは、Swartz ら¹⁾による Post inflammatory ossicular fixation によるものかもしれない。すなわち Swartz らはそれらの程度については述べていないが、非真珠腫性慢性中耳炎の300症例中23例に線維組織や膠原線維の硝子質化や新性骨形成などによる耳小骨自体や耳小骨の鼓室壁への固定がみられたとしており、著者の今回の結果とも頻度的にほぼ類似している。側頭骨の外傷は骨折の方向とその程度によって、耳小骨への影響がさまざまであるために、頻度に関する評価は難しい。しかし、臨床の場で耳小骨の計測値が異常であれば、外傷性耳小骨連鎖異常の可能性を考慮する必要がある。

計測値が1項目でも正常範囲から、はずれたものの中では真珠腫が7耳中5耳(71.4%)であり又、先天性奇形では外耳系奇形が4耳中4耳、100%であり、その頻度はきわめて高かった。さら

に、計測上異常と判定された真珠腫の5耳と先天性奇形の5耳については、少なくとも1項目以上の計測値が正常範囲から3 S. D. 以上の大幅なずれを示していた。1 S. D. 以下のわずかなずれ(1度)を示したのは外耳奇形での1耳のみであった。加藤ら⁸⁾の報告では、外耳道閉鎖症の骨性閉鎖29例中28例にCT上、つち骨、きぬた骨の変位や鼓室壁への癒着などの異常所見を認めたという。加藤らのこの結果は今回の著者の結果ともほぼ一致している。

また、今回の結果から、耳小骨の計測値が1項目でも大幅に正常範囲からはずれるものは、真珠腫の存在や耳小骨系の異常を考慮すべきと考えられた。

結 語

1) 耳小骨の正常の位置について、角度A, B, C及び距離比b/aを計測し、それぞれの正常値を確立した。

2) 異常値を示した頻度は真珠腫(7耳中5耳, 71.4%)および先天性奇形(外耳奇形4耳中4耳, 100%)に高かった。更に、これらの異常値の殆どは正常値から大幅(3 S. D. 以上)なずれを示した。

3) 側頭骨の高分解能CTにおける中耳病変、特に真珠腫や耳小骨系の異常の診断において、この計測方法および正常値の確立は臨床的に有用であると考えられた。

稿を終るにあたり、御指導、御校閲を賜った聖マリアンナ医科大学放射線医学教室藤井正道主任教授、また、直接の御指導をいただいた藤川光弘教授、今村恵子講師、今西好正講師に深謝いたします。また、多くの症例を提供していただいた耳鼻咽喉科学教室竹山勇主任教授、同大学東

横病院奥野恒弥部長、同大学横浜市西部病院五十嵐渉晴講師に深く感謝の意を表します。さらに、画像処理などに御協力いただいた同大学横浜市西部病院画像診断部楠本伸弥主査、同大学東横病院放射線科五十嵐隆幸氏に感謝いたします。

本論文は昭和63年3月第368回日本医学放射線学会関東地方会(東京)において発表した。

文 献

- 1) Swartz JD, Wolfson RJ, Marlowe FI, et al.: Postinflammatory ossicular fixation; CT analysis with surgical correlation. Radiology 154: 697-700, 1985
- 2) Swartz JD: High-resolution computed tomography of the middle ear and mastoid; Part I: Normal radioanatomy including normal variations. Radiology 148: 449-454, 1983
- 3) Swartz JD, Goodman RS, Russel KB, et al.: High-resolution computed tomography of the middle ear and mastoid; Part II: Tubotympanic disease. Radiology 148: 455-459, 1983
- 4) Swartz JD, Goodman RS, Russel KB, et al.: High-resolution computed tomography of the middle ear and mastoid; Part III: Surgically altered anatomy and pathology. Radiology 148: 461-464, 1983
- 5) Mafee MF, Kummer A, Yannias DA, et al.: Computed tomography of the middle ear in the evaluation of cholesteatomas and other soft-tissue masses; Comparison with pluridirectional tomography. Radiology 148: 465-472, 1983
- 6) 黒崎喜久、平井都始子、尾辻秀章:耳小骨のCT、臨床放射線、28: 937-944, 1983
- 7) 鈴木淳一:鼓室形成術I型からO型まで。第1版, 70-72, 1982
- 9) 加藤壽彦、河野正司、増田豊二、他:先天性外耳道閉鎖症の側頭骨CT、臨床耳科、14: 326-327, 1987