高空間分解能CTによる内耳奇形の計量診断

村田 清高・磯野 道夫・太田 文彦

Diagnosis of Hearing Impairment by High Resolution

CT Scanning of Inner Ear Anomalies

Kiyotaka Murata, Michio Isono and Fumihiko Ohta

(Kinki University)

High resolution CT scanning of the temporal bone in our clinic has provided a more detailed radiological classification of inner ear anomalies than before. The statistical analysis of inner ear malformations based on the theory of quantification II has produced discriminant equations for the measurable diagnosis of hearing impairment and development of the inner ear. This analysis may make it possible to diagnose total and partial deafness on ipsi- and contralateral sides.

Key words: high resolution CT scanning, inner ear anomalies, measurable diagnosis

はじめに

組織学的レベルでは内耳奇形の詳細な分類がなされている¹⁾²⁾が、通常のレントゲン撮影では断層撮影を用いても迷路骨包を詳細に記述することは難しい³⁾⁴⁾⁵⁾。近年、高空間分解能CTの導入で内耳の發育不全がかなり詳細に把握できるようになった⁶⁾。これを用いて内耳の各部位の發育が聴力にどのくらい影響しているかを予測できれば乳幼児の内耳奇形の処方に役立つといえる。このような理由から蝸牛、前庭、三半規管、内耳道などの發育の様子から聴力の残存の有無を判別できるかどうか、数量化理論Ⅱ類⁷⁾を用いて解析した。

対象および方法

1980年11月から1984年末まで近畿大学医学部附属病院耳鼻咽喉科で高空間分解能側頭骨CTにより内耳奇形と診断された50耳について検討

した。この場合の内耳奇形とは、後述の条件下に行ったCT画像上、蝸牛の無形成あるいは發育不全、前庭の無形成あるいは拡大、半規管の無形成あるいは發育不全、内耳道の拡大あるいは狭小などがある、と判断されたものである。判断の基準は同条件下に行ったCTスキャン388耳の正常例の画像と比較して正常と較べて一見して形態的に差が明らかなものとし⁶⁾、異常か正常か判断に困るような異常は含めなかった。症例の内訳は全聾23耳、全周波数90~100 dB HLの高度難聴11耳、平均25dBの高音低下8耳、70~80dB HLの水平型2耳、50~100dB HLの変動する聴力4耳、聴力低下を確認できなかった2耳であった。聴力検査はCOR, ABR, 純音聴力検査などを組み合わせて推定した。CTスキャンは1.5mmスライス幅で、両側の前庭を結ぶ線と orbito-meatal

line を含む面およびこれに平行な面とし、これより上へ 7 枚, 下へ 2 枚合計 10 枚とした。window level は +100 に window width は 1000 または 4000 H F U とした。

使用した機種は General Electric 社 C T / T 8800 または Siemens Somatom DR-3 を採用し、解析は林の数量化理論Ⅱ類⁷⁾で行った。計算は NEC STATPAC-MC-140 SY-STEM を使用した。

判別スコア = $\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^{N_i} a_{ij} \times X_{ij}$ (1)

a_{ij} は i 番目のアイテムの j 番目のカテゴリーの係数、 X_{ij} には i 番目のアイテムの j 番目のカテゴリーに該当するとき 1 を与え、その他は 0 とする。M は全アイテムの数を、 N_i は i 番目のアイテムのカテゴリーの数を表わす。ここで判別区分点は $(m_1s_2+m_2s_1)/(s_1+s_2)$ で計算される。ただし、 m_1 , s_1 , m_2 , s_2 はそれ

ぞれ各グループ——分類項目のそれぞれの区分(外的基準)——の判別スコアの平均値と標準偏差を表わす。命中率はここでは $(n_1+n_2)/N$ とした。ただし、N は全サンプル数、 n_1 はグループ 1 に属するサンプルの中で、この場合判別区分点より小であるサンプルの数を示す。 n_2 はグループ 2 に属するサンプルの中で判別区分点より大であるサンプルの数を示す。相関比は特定量 X に対する分類項目の各区分(外的基準ここではグループ)の隔たり具合を表わすための一つの目安を表わす尺度として使われる。相関比 η^2 は $\sigma_B^2/\sigma_T^2=S_B/S_T$ で表わされる。 S_T は全変動、 S_B はグループ間の群間変動、 σ_T^2 は全分散、 σ_B^2 は群間分散を示す。相関比が大きいほど、分類項目のそれぞれの区分(外的基準)の特性量に対する分布がよく分かれていることを意味している。2 つのグループを(1)の式の判別スコアで最も際立って判別するた

表Ⅰ 全聾と聴力残存の判別
高空間分解能 C T による内耳奇形の解析を数量化理論Ⅱ類により行った。

要因アイテム	カテゴリー	例数	カテゴリーに付与する数量	範 囲	偏相関係数
蝸 牛	無 形 成 発 育 不 全 正 常	9	0.000	0.252	0.523
		17	0.192		
		24	0.252		
前 庭	変 形 拡 大 正 常	16	0.000	0.0643	0.194
		22	-0.0378		
		12	-0.0643		
前半規管	無 形 成 発 育 不 全 正 常	7	0.000	0.117	0.251
		13	0.0988		
		30	0.117		
後半規管	無 形 成 発 育 不 全 正 常	16	0.000	0.144	0.350
		7	0.122		
		27	-0.0221		
外側半規管	無 形 成 発 育 不 全 正 常	17	0.000	0.143	0.319
		11	0.0689		
		22	0.143		
内 耳 道	拡 大 正 常 狭 小	7	0.000	0.177	0.473
		27	-0.0579		
		16	-0.177		
外的基準	全 聾 聴 力 残 存	23 27			

相関比=0.613

めには、相関比が最大のときの(1)の式をみつければよい。群間変動を全変動に対して相対的に最大にするように係数をきめる。因みに外的基準が3つ以上の場合、相関比は全分散=1の条件で得られる固有方程式の固有値に等しく、固有ベクトルの要素がアイテムカテゴリーに与える数量 a_{ij} となる。固有値のうち最大のものを採ればよい。

結 果

以下、側頭骨CTにより経験した内耳奇形50耳の解析を示す。

外的基準を全聾と聴力残存に分け、これに対する要因アイテムとして蝸牛、前庭、前、後および外側半規管、内耳道などを選び、CT所見上各要因アイテムの発育の状態を表の如く例えば蝸牛無形成、発育不全、正常の如くカテゴリー分類した。ここではカテゴリーに付与する数

量が多いほど、聴力残存の結果を予測する向きに働く。

1. 同側聴力障害

蝸牛、前庭、三半規管、内耳道の発育によって同側の聴力を数量化理論Ⅱ類で解析することにより(表1と図1)、全聾及び聴力残存は相関比0.613で判別される。アイテム1は蝸牛の発育を示し、カテゴリー1は蝸牛の無形成、カテゴリー2は発育不全、カテゴリー3は成熟した発育を示す。アイテム2は前庭の発育を示し、カテゴリー1は前庭の異常な変形、カテゴリー2は拡大、カテゴリー3は正常外観を示す。アイテム3は前半規管の成熟度を示し、カテゴリー1は無形成、カテゴリー2は発育不全、カテゴリー3は成熟した発育を示す。アイテム4は後半規管の成熟度を示し、カテゴリー1は無形成、カテゴリー2は発育不全、カテ

図1 同側聴力障害に対する判別スコアの頻度ヒストグラム

リー 3 は成熟した発育を示す. アイテム 5 は外側半規管の成熟度を示し, カテゴリー 1 は無形成, カテゴリー 2 は発育不全, カテゴリー 3 は成熟した発育を示す. アイテム 6 は内耳道に関し, カテゴリー 1 は拡大した内耳道を, カテゴリー 2 は正常, カテゴリー 3 は狭小を示す. 外的要因のグループ 1 は全聾を, グループ 2 は聴力残存を示す.

グループ 1 (全聾) は 23 耳で平均 0.125, 標準偏差は 0.105, グループ 2 (聴力残存) は 27 耳で平均 0.348, 標準偏差 0.0751, 判別区分点は 0.255, 命中率は 0.84 であった. 全聾と聴力残存を判別する様子は図 1 の如くで, 判別スコアの頻度 (百分率) ヒストグラムを示した. 縦軸に前表の結果よりえられる判別スコアをとり, 横軸に症例の頻度を表わした. この判別区分点

を境にして上に全聾, 下に聴力残存例が集まり, よく判別できることが判る.

2. 反対側の聴力

同様に反対側の聴力を外的要因とすると表 2, 図 2 の如くなる. 両側奇形 14 例 28 耳も含まれたままの解析結果で相関比は 0.487 である. アイテム 7 は同側の聴力で カテゴリー 1 は全聾, 2 は聴力残存, 3 は正常聴力, 外的要因のグループ 1 は反対側の全聾, グループ 2 は反対側の聴力残存を示す. グループ 1 (全聾) は 11 耳で平均 -0.155, 標準偏差は 0.111, グループ 2 (聴力残存) は 38 耳で平均 0.0842, 標準偏差 0.102 であった. 反対側の聴力は 1 耳で検査できていない. 判別区分点は -0.03035, 命中率は 0.84 であった.

判別スコアによる症例の頻度グラフを図 2 に

表 2 対側全聾と聴力残存の判別
高空間分解能 CT による内耳奇形の解析を数量化理論Ⅱ類により行った.

要因アイテム	カテゴリー	例数	カテゴリーに付与する数量	範 囲	偏相関係数
蝸 牛	無 形 成 発育不全 正 常	9	0.000	0.0865	0.230
		17	0.00126		
		23	0.0865		
前 庭	変 形 大 拡大 正 常	16	0.000	0.225	0.505
		21	-0.177		
		12	-0.225		
前半規管	無 形 成 発育不全 正 常	7	0.000	0.216	0.321
		13	0.0937		
		29	0.216		
後半規管	無 形 成 発育不全 正 常	16	0.000	0.206	0.346
		7	0.206		
		26	0.0742		
外側半規管	無 形 成 発育不全 正 常	17	0.000	0.107	0.220
		10	0.00547		
		22	0.107		
内 耳 道	拡 大 正 常 狭 小	6	0.000	0.170	0.330
		27	-0.0630		
		16	-0.170		
聴力障害 (同 側)	全 聾 聴力残存 正 常	23	0.000	0.118	0.259
		24	-0.113		
		2	-0.118		
外的基準 聴力障害 (対 側)	全 聾 聴力残存	11			
		38			

相関比=0.487

示す。

考 察

表1～2のカテゴリーに付与する数量を式(1)の a_{ij} に代入して各カテゴリー X_{ij} に0または1を入れ、各サンプルの判別スコアを計算して、これが判別区分点より大きいとグループ2に、小さいとグループ1に属することになる。

1. 同側聴力障害

命中率は0.84で84%は正しく分けられることになる。相関比は0.613で、かなりうまく2つのグループに分けられていることを意味している。各アイテムカテゴリーの係数が小さいほど、サンプルがグループ1（全聾）に属するのに大きな意味を持つ。偏相関係数は蝸牛と内耳

道が解析の結果に大きなウェイトを占めることを示している。蝸牛、前、外側半規管が発育すればするほど、聴力の残存はよい。また内耳道が狭小、正常、拡大と順に大きくなるほど聴力は残存することになる（表1）。この判別結果はかなり高い相関比がえられ、よく判別されている（図1）。

2. CT上内耳に奇形がある場合の反対側の聴力障害

次に内耳に奇形がある場合反対側の聴力がどうであるか、大きな関心がもたれる。表2はCT上内耳に奇形を認めた場合、同側の所見から反対側の聴力を予測する場合の各要因アイテムの影響をしらべたものである。前庭の偏相関係数が比較的大きいので、前庭の発育がこの解

図2 対側聴力障害に対する判別スコアの頻度ヒストグラム

析の結果に大きなウエイトを占めている, といえる. 図2をみると, 判別区分点を境にして, 反対側聴力が残存しているものが下に, 全聾が上に, よく判別されている様子が判る. ただし, この結果は一側内耳に前述した判断基準によりCT上奇形があり聴力が傷害されている場合, このCT上の所見を基にした反対側の聴力残存の予測である. しかも, 一側性両側性も含めた結果であり, この結果の応用は限られており注意を要する. しかし, ①単純耳レントゲン撮影により一側内耳奇形を予測し一側耳のみのCTを依頼した場合, ②内耳奇形を一側に見つけた場合に内耳の各部位の発育程度が対側の聴力とどのくらい関係しているのか知りたい場合, などに意義がある.

以上のようにCT所見からえられた内耳奇形を蝸牛, 前庭, 半規管などの発育の程度でカテゴリー分類することによって, 同側および対側の聴力残存の有無がある程度計量的に診断できる. 生後内耳の発育が進まないと仮定すれば, 新生児で聴力障害の疑われる症例に以上の結果を応用できる.

結 語

高空間分解能CTにより内耳奇形を認めたものの50耳を取り出し, 蝸牛, 前庭, 三半規管, 内耳道などの発育程度を数量化し, 林の数値化理論Ⅱ類を用いて同側, 対側の聴力の予測に関する解析を行った. その結果, 命中率0.84で同側耳の, 命中率0.84で対側の聴力残存の有無を予測できた.

本文の要旨は第47回耳鼻咽喉科臨床会総会(昭和60年6月29~30日, 京都)において発表した.

参考文献

- 1) Ormerod FC: The pathology of congenital deafness. J Laryngol Otol 74: 919~950, 1960.
- 2) Suehiro S and Sando I: Congenital anomalies of the inner ear. Ann Otol Rhinol Laryngol 88 Suppl 59: 1979.
- 3) Valvassori GE, Naunton RF and Lindsay JR: Inner ear anomalies; clinical and histopathological considerations. Ann Otol Rhinol Laryngol 78: 929~938, 1969.
- 4) Frey KW: Die Tomographie der Labyrinthmissbildungen. Fortschr Roentgenstr 102: 1~3, 1965.
- 5) Phelps PD: Congenital lesions of the inner ear, demonstrated by tomography. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 100: 11~18, 1974.
- 6) 磯野道夫: 内耳奇形および耳小骨異常に関する診断—高空間分解能CTによる検討—. 耳鼻臨床補21: 1~32, 1988.
- 7) 林知己夫監修, 駒沢 勉著: 数量化理論とデータ処理. 49~88頁, 朝倉書店, 東京, 1984.

(原稿採択: 昭和63年4月5日
別刷請求先: 村田清高
〒589 大阪狭山市大野東377-2
近畿大学医学部耳鼻咽喉科学教室)