OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	高分解能CTによる耳硬化症の診断
Author(s)	楊, 徳文; 小玉, 隆男; 東野, 哲也 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1997, 57(13), p. 864-870
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18337
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による耳硬化症の診断

楊　徳文[1)]　小玉　隆男[1)]　東野　哲也[2)]　落合　礼次[1)]
清水　謙祐[2)]　鈴木由紀子[1)]　矢野　貴徳[1)]　渡邊　克司[1)]

1)宮崎医科大学放射線医学教室　2)同耳鼻咽喉科

High-resolution CT of Otosclerosis

Dewen Yang[1)], Takao Kodama[1)], Tetsuya Tono[2)], Reiji Ochiai[1)], Kensuke Kiyomizu[2)], Yukiko Suzuki[1)], Takanori Yano[1)] and Katsushi Watanabe[1)]

High-resolution CT (HRCT) scans of thirty-two patients (60 ears) with the clinical diagnosis of fenestral otosclerosis were evaluated retrospectively. HRCT was performed with 1-mm-thick targeted sections and 1-mm (36 ears) or 0.5-mm (10 ears) intervals in the semiaxial projection. Seven patients (14 ears) underwent helical scanning with a 1-mm slice thickness and 1-mm/sec table speed.

Forty-five ears (75%) were found to have one or more otospongiotic or otosclerotic foci on HRCT. In most instances (30 ears), the otospongiotic foci were found in the region of the fissula ante fenestram. No significant correlations between CT findings and air conduction threshold were observed. We found a significant relationship between lesions of the labrinthine capsule and sensorineural hearing loss.

We conclude that HRCT is a valuable modality for diagnosing otosclerosis, especially when otospongiotic focus is detected.

Research Code No. : 504.1

Key words : High resolution CT, Otosclerosis

Received Apr. 11, 1997; revision accepted Aug. 29, 1997

1) Department of Radiology, Miyazaki Medical College
2) Department of Otolaryngology, Miyazaki Medical College

はじめに

耳硬化症は側頭骨骨迷路付近に限局する原因不明の骨疾患で，難聴，耳鳴などの症状が出現する臨床的耳硬化症と，症状がなく病理組織で発見される組織学的耳硬化症とに区別されている．欧米では頻度の高い耳科疾患の一つであり，組織学的耳硬化症は白人の2～10%に認められ，その10%では臨床症状が出現するといわれている[1)]．一方，欧米諸国に比べ本邦における耳硬化症の発生頻度は少なく[2)]，また，病巣の拡がりも小さいとされている[3)]．欧米では臨床耳硬化症の診断における高分解能CT (HRCT) の有用性がいくつか報告されているが[4)-6)]，本邦での報告は少なく，症例数も多くなかった[7),8)]．今回われわれは臨床耳硬化症の診断におけるHRCTの有用性についてretrospectiveに検討したので，報告する．

対象および方法

1．臨床耳硬化症群

1992年6月29日から1997年1月13日までの間に側頭骨のHRCTが施行され，臨床耳硬化症の確定診断が得られた32例 (60耳) を対象とした．女性26例，男性6例で，年齢は13歳～70歳 (平均44.5歳) であった．臨床的には両側性28例で，一側性は4例であった．両側性28例のうち，11例は両側アブミ骨手術が施行され，17例は1側のみ手術された．なお，手術されていない17耳も，臨床症状，聴検，アブミ骨反射などにより典型的な耳硬化症と判定し，今回の検討に含めた．一側性の4例は全例手術された．また，手術された43耳のうち，23耳では，摘出されたアブミ骨底板の病理診断が得られた．伝音難聴のみは25耳で，混合難聴35耳であった (Table 1)．Van-der-Hoeve症候群の症例は含まれていなかった．鼓室内に明らかな軟部陰影が認められる症例や耳小骨連鎖の異常及び内耳奇形などが認められる症例は含まれていない．すべての症例で生後の聴力は正常で，進行性の聴力低下を主訴としており，先天性アブミ骨固着の症例は含まれていない．

20例 (36耳) は東芝社製TCT-900Sで，管電圧120KV，管電

Table 1　Data for 32 patients (60ears) with clinical otosclerosis

No. of cases	Age in years	Sex	Duration of hearing loss	Laterality	Side of operation	Pathological examination	Audiogram	
							Right	Left
1	13	F	5y	bil	bil	yes	CHL	CHL
2	20	F	8y	bil	bil	yes	CHL	CHL
3	23	F	3y	bil	bil	no	MHL	MHL
4	24	M	10y	bil	bil	yes	CHL	CHL
5	25	F	8y	bil	bil	yes	CHL	MHL
6	31	F	4y	bil	bil	no	CHL	CHL
7	35	F	11m	bil	right	no	CHL	CHL
8	36	F	14y	bil	right	no	MHL	MHL
9	38	F	10m	bil	right	yes	CHL	CHL
10	40	F	5m	bil	right	yes	MHL	MHL
11	40	M	4y	bil	bil	yes	MHL	CHL
12	40	F	17y	bil	bil	yes	MHL	MHL
13	41	F	5y	bil	right	yes	MHL	CHL
14	43	F	11y	bil	bil	no	CHL	CHL
15	44	F	4y	right	right	yes	MHL	
16	45	F	3y	bil	right	yes	MHL	CHL
17	46	M	4y	bil	left	no	CHL	CHL
18	46	F	4y	bil	right	no	CHL	CHL
19	48	F	4y	bil	right	no	MHL	CHL
20	49	F	5y	bil	right	yes	MHL	MHL
21	50	M	2y	bil	left	yes	MHL	MHL
22	51	F	20y	left	left	yes		MHL
23	54	F	15y	bil	right	yes	MHL	MHL
24	55	F	20y	bil	left	yes	CHL	CHL
25	56	M	2y	right	right	yes	MHL	
26	57	F	10y	left	left	yes		MHL
27	57	F	10y	bil	right	yes	MHL	MHL
28	57	F	2y	bil	right	yes	MHL	MHL
29	60	F	15y	bil	bil	yes	MHL	MHL
30	64	F	14y	bil	left	no	MHL	MHL
31	65	M	20y	bil	bil	yes	MHL	MHL
32	70	F	5y	bil	right	yes	MHL	MHL

Note. m = months, y = years, bil = bilateral, CHL = conductive hearing loss, MHL = mixed hearing loss

流400mAsを用いた．撮影方法は1mmスライス厚，1mm間隔でOM-Lineから約25度前傾させた半軸位スキャンとした．そのうち3例（4耳）には1mmスライス厚，1mm間隔の冠状断を追加した．この半軸位スキャンは，耳管の長軸とほぼ平行となるため中耳腔の描出に有利であり，側頭骨CTにおけるルーチンの方法としている[9]．卵円窓の最横径が描出されるドイツ水平面との差は10度程度であり，同部の評価には大差がないことを確認している．また，眼球への被曝を軽減できる．12例（24耳）は東芝社製Xvigorで，管電圧120KV，管電流200mAsを用いた．5例（10耳）は1mm厚，0.5mm間隔のオーバーラップさせた半軸位スキャンを施行した．7例（14耳）は1mmビーム幅 1mm/秒の寝台移動によるヘリカルスキャンを施行し，0.3-0.4mmの再構成画像で卵円窓部を評価した．いずれもwindowレベル400-450，window幅4000の条件で撮像した．

2．非耳硬化症対照群

対照として，同時期に東芝社製TCT-900Sを用いて側頭骨HRCTを施行された臨床耳硬化症ではない66例（121耳）のHRCT所見を検討した．男性28例，女性38例で，年齢は9歳～69歳（平均38.9歳）であった．80耳は乳突蜂巣発達の良好例な正常耳で，41耳は乳突蜂巣発達の不良な慢性中耳炎耳であった．全例で，1mmスライス厚，1mm間隔の半軸位スキャンを施行した．鼓室内に軟部組織陰影を認める症例や，内耳の先天性異常および原因不明の難聴症例は含まれていない．

3．検討項目

5年以上臨床経験を持つ放射線科医2名の合意により，以下の所見について検討した．

(1)臨床的耳硬化症群及び対照群におけるHRCT所見．

HRCTで認められた所見を，Fig.1のように分類した．本来の骨構造が破壊され異常低吸収域が認められる場合を，脱灰所見とした(Fig.1A)．また，本来の骨構造の見られない部位に異常吸収域を認めるものを骨増殖像ありと判定し，明らかな骨のdensityを示さないものを海綿様骨増殖像

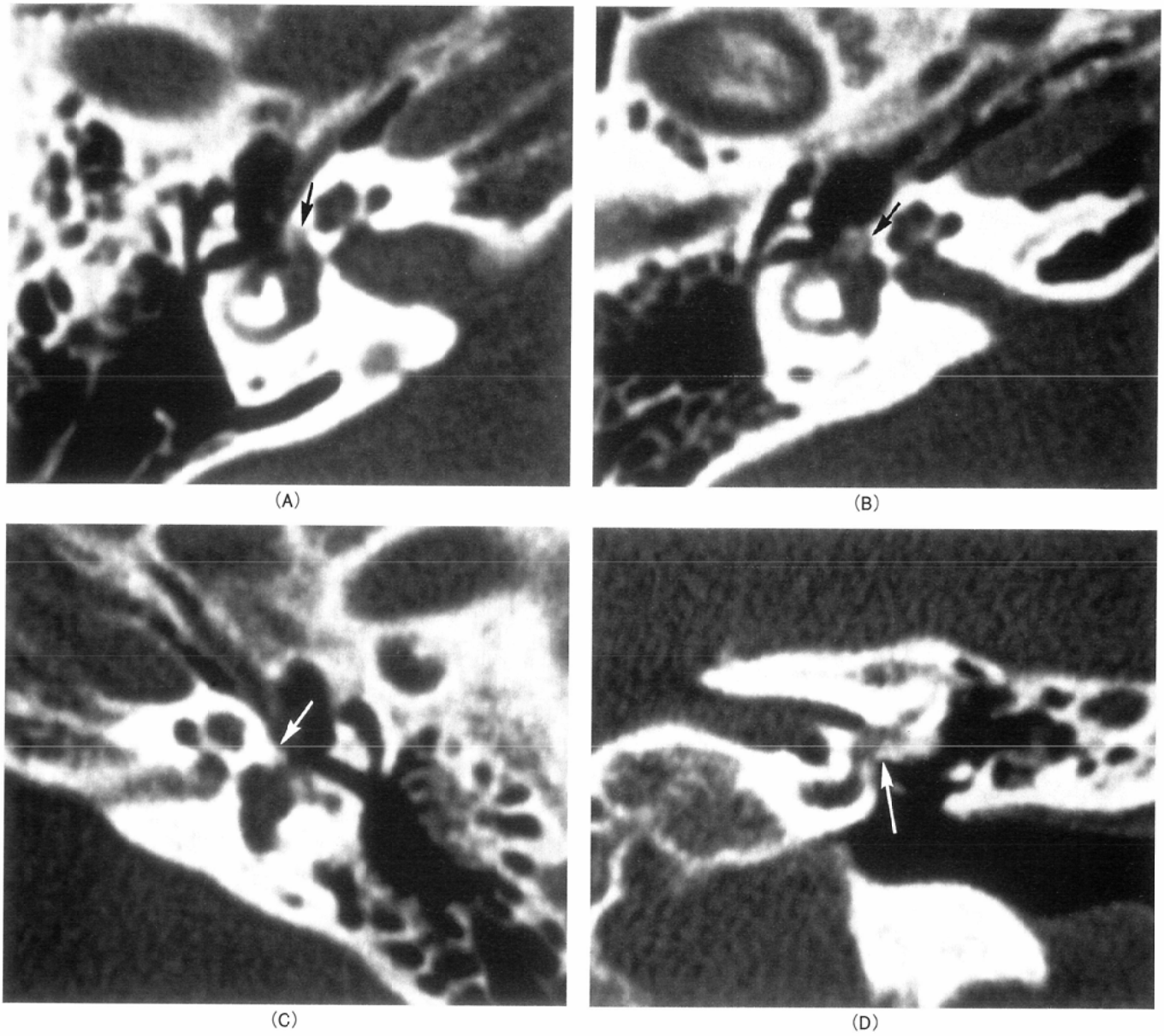

Fig.1 Findings of the otosclerosis observed on HRCT: A)dimineralization(arrow); B) spongiotic focus(arrow); C)and D)sclerotic focus (arrow), C)axial and D)coronal sections.

(Fig.1B)，骨のdensityを示すものを硬化性骨増殖像(Fig.1C, D)とした.

(2)臨床耳硬化症群のCT所見と難聴の関連の有無.

CT所見を病変の拡がりに応じて，(−)異常なし，(+)小病変(病巣範囲 2mm以下)，(++)大病変(病巣範囲 2mm以上)あるいは複数小病変の 3 段階に分類した．聴力の評価は新JIS規格の純音聴力検査法の 4 分法を用いて，気導値で20-40dBを軽度難聴，40-70dBを中等度難聴，70dB-120dBを高度難聴とした.

(3)臨床的耳硬化症群の蝸牛周囲病変と感音難聴の関連の有無.

骨導値が4 分法で25dB以上の場合を感音障害ありとし，骨迷路病変との関連を検討した.

結　果

臨床的耳硬化症群のうち，28例(54耳)では乳突蜂巣の発達は良好で，4 例(6 耳)では乳突蜂巣の発達は不良であった．Table 2に示すように，耳硬化症の45耳(75%)では，HRCT上異常が認められた．20耳では脱灰あるいは海綿様骨増殖のみが認められ，12耳では硬化性骨増殖像が認められ，両者の混在が13耳で認められた(Fig.2)．Table 3に示すように，卵円窓前方のfissula ante fenestramの病変が31耳(異常所見の69%)と最も多く，正円窓部の硬化性病変(Fig.3)は 2 耳に，骨迷路部の環状脱灰(Fig.4)は 2 耳に，斑状脱灰は 1 耳に認めるのみであった．また，5 耳では内耳道前壁の蝸牛側に脱灰を認めた(Fig.5).

対照群では，乳突蜂巣発達良好の80耳のうち 4 耳(5%)

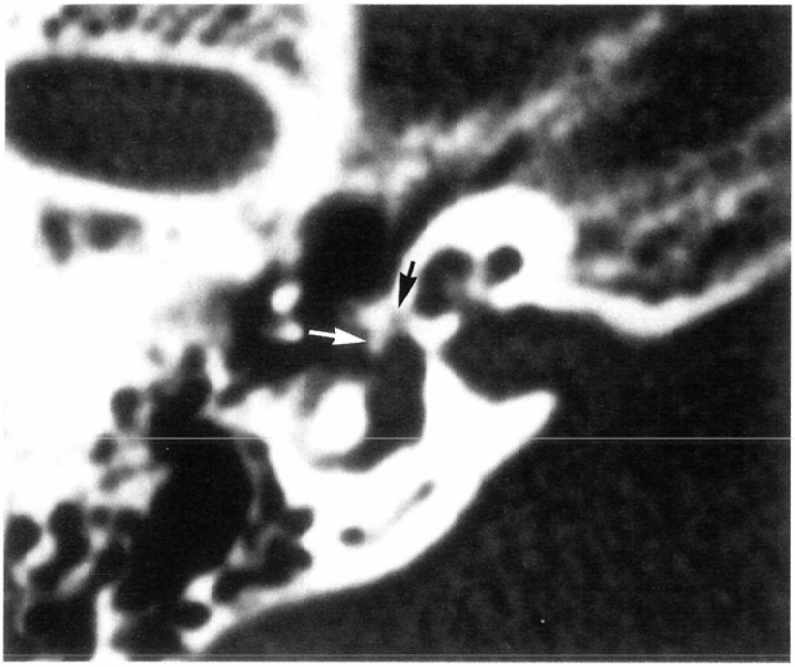

Fig.2　40-year-old woman.
Axial CT scan showing marked thinkening of the anterior portion of the right oval window (white arrow) and small deminaralization of the fissula ante fenestram (black arrow).

に卵円窓部に骨硬化像が認められた．30耳(37.5%)は卵円窓部がやや不明瞭で，46耳(57.5%)は明瞭に描出された．乳突蜂巣発達不良(慢性中耳炎)の41耳のうち10耳(24.4%)で卵円窓部に骨硬化像を認めた．12耳(29.3%)は卵円窓部がやや不明瞭で，19耳(46.3%)は明瞭に描出された．蝸牛周囲などの脱灰あるいは海綿様骨増殖の所見を示した症例は認めなかった．

Table 4は，CT所見と難聴度の関連について検討したものである．CT所見が正常あるいは小病巣にも関わらず中等度，高度難聴を示す例が多数存在し，両者の間に有意の相関関係は認められなかった．

Table5は蝸牛周囲病変と感音障害の有無との関連を示したものである．感音障害を認める例で蝸牛周囲に病変を認めることが多く，両者の間に有意の相関関係を認めた(χ^2検定，$P < 0.01$)．

Table 2　HRCT fingings of clinical otosclerosis

	ears
Abnormal findings	
demineralization	7
spongiotic focus	3
coexist of demineralization and spongiotic focus	10
sclerotic focus	12
both sclerotic and demineraization or spongiotic focus	13
Normal findings	15
Total	60

Table 3　Distribution of the abnormal findings on HRCT

Distribution	demineralization	Spongiotic focus	Sclerotic focus
Anterior to oval window (fissula ante fenestram)	26	10	7
Oval window	–	8	17
Round window	–	–	2
Apical-medial wall	3	–	–
Middle-basilar wall (anterior IAC)	5	–	–
Semicircular canals	1	–	–

Note. IAC = internal auditory canal

考　察

骨迷路は組織学的に外側のperiosteal layer，内側のendoosteal layer，その中間にあるenchondral layerの3層からなるが，耳硬化症はenchondral layerに発生する骨の改築の異常である．発症早期には血管に富む海綿様骨の増殖を主体とし，拡大した血管周囲腔，破骨細胞による骨吸収，未成熟の新生骨が認められる．晩期になると，血管や細胞に乏しい骨硬化性変化になる[1),10)]．しかし，Parahyら[11)]は，臨床的耳硬化症を有する47例側頭骨の組織学的分析から，海綿様骨増殖と硬化性変化が同時に発生することもあり前者が先行するとは限らないこと，海綿様骨増殖から硬化性変化への転化は

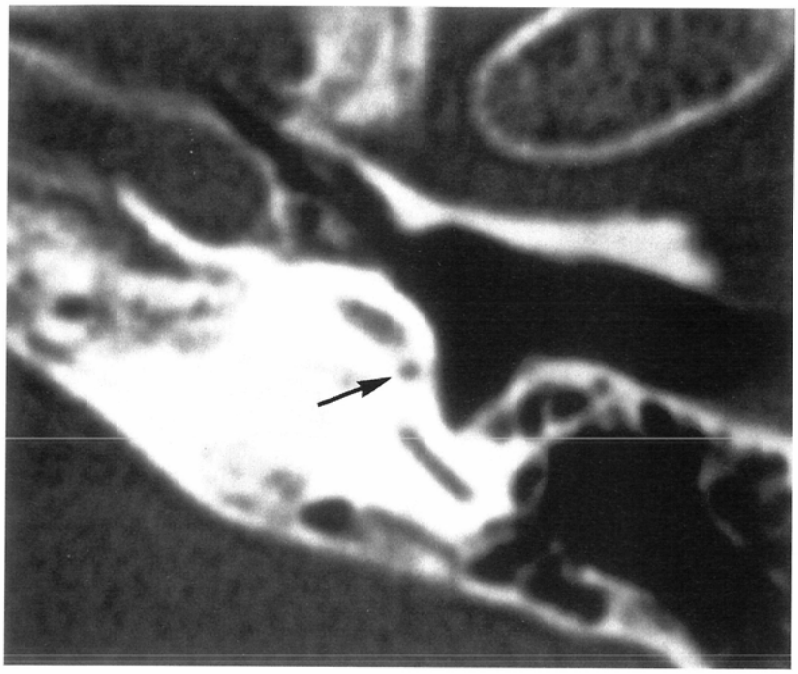

Fig.3 57-year-old woman.
Axial CT scan of the left temporal bone at the level of the round window showing a narrow round window due to otosclerotic involvement (arrow).

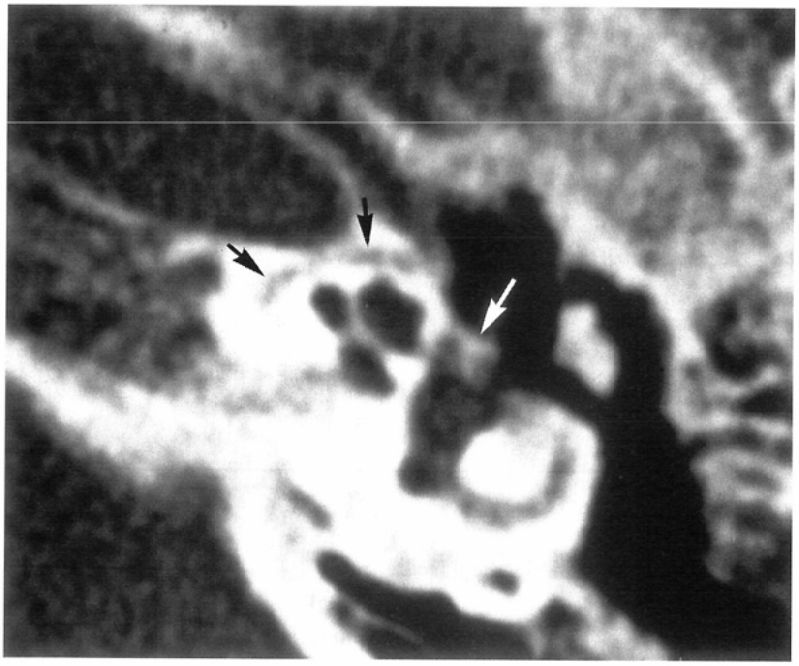

Fig.4 40-year-old woman.
Axial CT scan at the level of the oval window showing an irregular endochondral band of demineralization along the anterior aspect of the cochlea (black arrows). Otosclerotic focus was also detected in the anterior portion of the left oval window (white arrow).

Table 4 Relationship between CT findings and hearing loss

Degree of hearing loss	HRCT findings			Total
	−	+	++	
Slight	0	1	4	5
Moderate	12	6	23	41
Severe	3	1	10	14
Total	15	8	37	60

起こらないことを報告している．われわれの検討でも，脱灰と分類した病変は海綿様骨の増殖を捉えているものと思われるが，脱灰や海綿様骨増殖と硬化性骨増殖が22％（13耳）で同時に存在し，Parahyらの報告を裏付けるものであった．

卵円窓前方のfissula ante fenestramは胎生期の軟骨で縁どられた結合組織の裂隙であり，多くは成人まで非化骨状態のままである．耳硬化症はfissula ante fenestramに好発し，欧米では，70-90％の耳硬化性病巣はこの部位に認められる[6]．Schuknechtら[12]による123耳の臨床耳硬化症の組織学的分析では，卵円窓前方95.9％，正円窓部30.1％，蝸牛壁12.2％，卵円窓後方11.4％，内耳道前壁4.9％，内耳道後壁4.9％，半規管2.4％の頻度であった．今回のわれわれの検討では，Schuknechtらの報告と同様卵円窓前方部に高率に病変が認められたが，正円窓部の病変や蝸牛壁の病変はそれぞれ2耳（3％），3耳（5％）しか認められなかった．一方，内耳道前壁の脱灰が5耳（9％）とやや高率に認められた．人種の違いによるものかもしれない．

耳硬化症群に高率に認められた脱灰や海綿様骨増殖所見は非耳硬化症群に認められず，耳硬化症の診断にとって非常に有用な所見だと考えられる．

耳硬化症のCT診断能については，Swartzら[4]はスライス厚1.5mm，スライス間隔0.5mmのHRCTで74％（26/35）の有所見率と報告している．また，Mafeeら[6]は1.5mm厚，1-1.5mm間隔（一部0.5mm間隔）で89％（17/19）の有所見率を示している．本邦では鈴木ら[7]が，2mm厚，1-2mm間隔（一部1mm厚，1mm間隔）の条件で，62％（8/13）とやや低い診断率であったと報告している．今回の検討では1mmスライス厚，1mm間隔（一部0.5mm間隔）で75％の有所見率であった．船井ら[3]は性能の異なる3種のCT装置によって内耳硬化症を評価した結果，空間分解能の高いCTの方が蝸牛周囲の小病巣の確認率が明らかに高かったと報告している．鈴木らの報告より今回の検討における診断率が若干高いのは，より薄いスライス厚と間隔を用いたことによって微小な病変を検出しやすくなったためと考えられる．

卵円窓の前後径は3～4mm，上下径は1.5～2mmであり，同部に厚0.2～0.4mmのアブミ骨底が存在する[14]．卵円窓の上方には顔面神経管の水平部が走行しており，後方にはアブミ骨筋を入れる錐体隆起および岬角小橋，下方

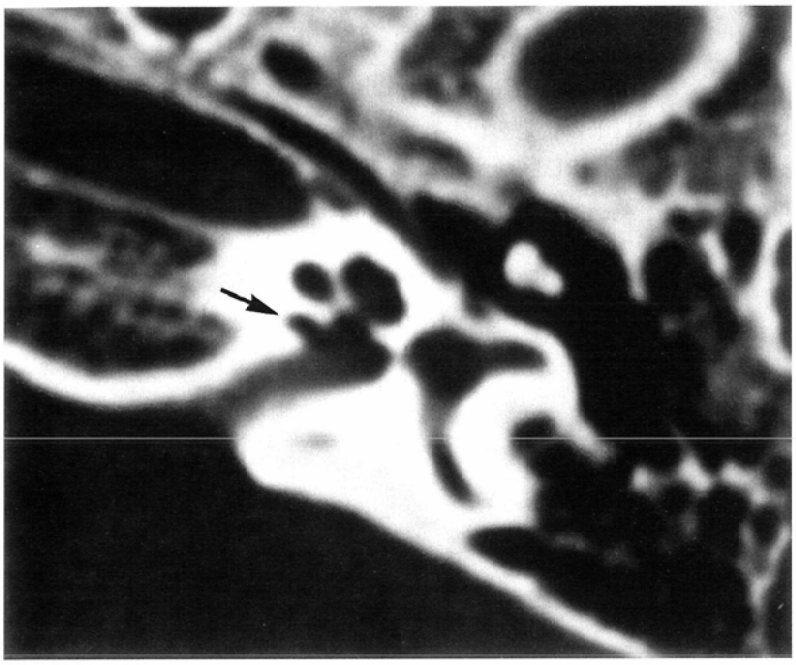

Fig.5　45-year-old woman.
Axial CT scan showing a small demineralization of the anterior wall (middle-basilar wall) of the internal auditery canal (arrow).

には岬角，前上部にサジ状突起が存在する．Mafeeら[6]は，1.5mm厚の横断スキャンで卵円窓は通常良好に描出され，適切なウィンドウの設定によって，不鮮明な線状構造が認められると報告している．顔面神経管あるいは岬角による部分容積効果が骨硬化性変化として認められることがあり，注意すべきと述べている．今回，非耳硬化症対照群の乳突蜂巣発達良好例でも5%の症例で卵円窓部に硬化性変化が認められたが，部分容積効果によるものが疑われる．一方，中耳炎例では鼓室硬化症により，卵円窓部が厚く描出されることがあり[6]，対照群の乳突蜂巣発達不良症例に卵円窓部の硬化性変化が高率に認められた主な原因と考えられる．

卵円窓部の硬化性変化のみが異常所見として認められたが，耳硬化症7耳では，3耳は1mmスライス厚1mm間隔で検査されていた．2耳は冠状断で病変を確認されたが，他1耳は冠状断が施行されておらず，偽陽性の可能性は否定できない．理論的に1mm厚，0.5mm間隔のオーバーラップスキャンでは部分容積効果の少ない卵円窓像が得られ，卵円窓部の骨硬化性病変の判断に信頼性が高い方法であると思われるが，今後の比較検討が必要である．

Table 5　Relationship between lesions of labrinthine capsule and sensorineural hearing loss

		Lesions of labrinthine capsule		Total
		−	+	
SHL	−	15	9	24
	+	10	26	36
Total		25	35	60

χ^2 test: $p < 0.01$

卵円窓の長軸は矢状面に対して前内方へ約20度傾いており[14]，通常の冠状断は卵円窓長軸と垂直する断面ではない．Mafeeら[6]およびValvassori[15]は卵円窓の長軸に垂直な斜位冠状断を用いて，部分容積効果の影響の少ない卵円窓像を得られたと報告している．ただ，この斜位冠状断の位置合わせは難しく，左右同時に撮像できない欠点があり，必ずしも臨床の適応にならないと考えられる．

耳硬化性病巣は，Fissula ante fenestramから後方に進展して直接アブミ骨底板を固着することや，卵円窓部に進展しアブミ骨の亜脱臼を起こしたために骨性あるいは線維性にアブミ骨を固着することにより，進行性伝音難聴が出現する(fenestral otosclerosis)[10),14)]．前方の骨迷路のendoosteal layerに進展して膜迷路に影響を与えると，感音難聴を引き起こす(labyrinthine otosclerosis)[16)-19)]．今回の検討では病巣のサイズと気導レベルの低下の間に有意な相関を認めず，中等度あるいは高度難聴を持つ15耳の耳硬化症症例はCTで異常を指摘できなかった．その原因としては，(1)線維性のアブミ骨固着あるいは微小な病巣はHRCT分解能の限界を超えること；(2)正常骨も高いdensityとして描出されるので，形態的異常を伴わない骨硬化性変化の指摘は困難であることなどが挙げられる．Swartzら[20]，Mafeeら[5]は内耳硬化症における骨迷路部の骨硬化性病変はCTでは指摘できないと報告している．Schuknechtら[12]の報告では，病巣のサイズ，骨内膜への進展および病変の活動性と骨導値の間に有意の相関関係を認めていない．Linthicumら[17]は，44例の耳硬化

症の側頭骨標本を分析し，耳硬化症病巣のendosteal layerへの進展程度と感音聴力の障害に有意の相関関係を認めた．Parahyら[11]は骨硬化性病変に比べ，海綿様骨増殖のほうが硝子様変性を起こしやすいため，骨導が障害されやすいと報告している．われわれの結果では蝸牛周囲の病変と感音障害との間に有意な相関関係を認めたが，この蝸牛周囲の病変の主体は脱灰であった．

耳硬化症のCT所見を熟知することは病変範囲の評価，手術の適応や手術時期の決定および予後の予測に重要である．たとえば，正円窓部の骨硬化性変化あるいは蝸牛周囲の脱灰病巣を持つ症例では聴力の改善は期待されない．一方，難聴の進行度の少ない伝音難聴患者で卵円窓部にのみ病変を認める場合，積極的に手術すべきであろう．Van-der-Hoeve症候群を認めない感音難聴患者では，側頭骨CTで蝸牛周囲に脱灰性変化を認めれば，迷路性耳硬化症を疑うべきである．

結　語

32例(60耳)の耳硬化症のHRCTをretrospectiveに検討し，以下の結果を得た．

1．HRCTの有所見率は75％であった．

2．卵円窓前方のFissula ante fenestram部の脱灰や海綿様骨増殖が高率に認められた．対照群では同所見は認められず，耳硬化症の診断にとって信頼度の高い所見と考えられた．

3．難聴の程度とHRCT所見には有意の関連を認めなかった．

4．蝸牛周囲の病変と感音障害の有無の間に有意の相関を認めた．

稿を終えるに当たり，ご協力を頂いた中央放射線部 諏訪　暢，中村　貴氏および放射線医学講座 田原義弘氏に厚く御礼申し上げます．

本論文の要旨は第55回日本医学放射線学会総会(1996年4月，横浜)において発表した．

文　献

1) Davis GL: Pathology of otosclerosis: a review. Am J Otolaryngal 8(5): 273-281, 1987
2) 高原滋夫，斉藤龍介，菰口英夫，他：耳硬化症に関する統計的観察．日耳鼻　69：1547-1554，1966
3) 星野知之，児玉　章，鳥山　稔：日本人の組織学的耳硬化症．耳喉　48：9-14，1976
4) Swartz JD, Faerber EN, Wolfson RJ, et al: Fenestral otosclerosis: significance of preoperative CT evaluation. Radiology 151: 703-707, 1984
5) Mafee MF, Valvassori GE, Deitch RL, et al: Use of CT in the evaluation of cochlear otosclerosis. Radiology 156: 703-708, 1985
6) Mafee MF, Henrikson GC, Deitch RL, et al: Use of CT in stapedial otosclerosis. Radiology 156: 709-714, 1985
7) 鈴木恵子，重田帝子，成松明子，他：耳硬化症のCT診断．耳鼻咽喉科・頭頸部外科　Mook No.20，pp107-116，1991
8) 船井洋光，堀内康治，矢野　純，他：Labyinthine otosclerosisの高分解能CT画像．日耳鼻　89：1201-1208，1986
9) 杜若陽祐，杜若幸子，緒方　登，他：高分解能CTによる中耳真珠腫の診断．画像診断　8：1084-1089，1988
10) Nager GT: Histopathology of otosclerosis. Arch otolaryngol 89: 157-159, 1969
11) Parahy C, Linthicum FH: Otoslerosis and otospongiosis: clinical and histological comparisons. Laryngoscope 94: 508-512, 1984
12) Schuknecht HF, Barber W: Histologic variants in otosclerosis. Laryngoscope 95: 1307-1317, 1985
13) 船井洋光，北原伸郎，朝陰考宏，他：CT機器の発展とLabyrinthine Otosclerosis病巣の確認率．Otol Jpn 4(5)：733-737，1994
14) Valvassori GE: Otosclerosis. Semin Roentgenol 4(2): 178-184, 1969
15) Valvassori GE: Imaging of otosclerosis. Otolaryngol Clin North Am 26(3): 359-371, 1993
16) Altmann F, Kornfeld M, Shea JJ: Inner ear changes in otosclerosis: Histopathological studies. Ann Oto Rhinol Laryngol 75: 5-32, 1996
17) Linthicum FH: Correlation of sensorineural hearing impairment and otosclerosis. Ann Otol Rhinol Laryngol 75: 512-524, 1996
18) Ruedi L: Histopathologic confirmation of labyrinthine otosclerosis. Laryngoscope 75: 1582-1609, 1965
19) Sando I, Hemenway W, et al: Cochlear otosclerosis: A human temporal bone report. Ann Otol Rhinol Laryngol 77: 23-36, 1968
20) Swartz JD, Mandell DW, Berman SE, et al: Cochlear otosclerosis (otospongiosis): CT analysis with audiometric correlation. Radiology 155: 147-150, 1985