滲出性中耳炎の骨導聴力

京都大学医学部耳鼻咽喉科学教室（主任：本庄巖教授）

佐藤 宏 昭, 高橋 晴 雄, 林 正 彦, 本 庄 巖

BONE CONDUCTION HEARING IN OTITIS MEDIA WITH EFFUSION

HIROAKI SATO, M. D., HARUO TAKAHASHI, M. D., MASAHIKO HAYASHI, M. D.
and IWAO HONJO, M. D.

Department of Otolaryngology, Faculty of Medicine, Kyoto University, Kyoto

The aim of the present study was to clarify the bone conduction hearing loss in otitis media with effusion (OME) due to effusion and negative pressure in the middle ear cavity. Bone conduction measurements were carried out on 102 ears of 90 patients (aged from 6 to 74 years) before and after myringotomy and elimination of middle ear effusion. Bone conduction measurements were also carried out on 9 ears of OME patients with a ventilation tube before and after fluid infusion into the middle ear. In 15 ears with tympanic membrane perforation, the threshold shift for bone conduction was determined after a negative change of air pressure of 30cm or 50cm water in the middle ear cavity. After elimination of middle ear effusion, bone conduction hearing was improved in 22.5% of 102 ears at 500Hz and 11.8% at 2000Hz. Change of negative air pressure in the middle ear caused loss of bone conduction hearing, and the same loss of bone conduction was observed in OME. Elimination of mucoid effusion from the middle ear cavity resulted in improvement of bone conduction hearing at 500Hz. However, elimination of serous effusion caused deterioration of bone conduction at 500Hz. Improvement of bone conduction hearing at 2000Hz was observed after elimination of both mucoid and serous effusion.

Thus, the bone conduction hearing loss in OME appears to suppress vibration of cochlear windows or tympanic membrane by effusion and negative pressure in the middle ear.

Key words: 滲出性中耳炎, 骨導聴力, 中耳陰圧, 中耳貯留液

A90—0583—22122

はじめに

滲出性中耳炎の聴力障害は、一般に伝音性難聴とされているが、同時に骨導聴力の悪化（域値上昇）を認める例も少なくない。その原因は必ずしも明らかではなく、貯留液による正円窓・卵円窓の振動抑制とする説¹⁾²⁾³⁾と内耳障害とする説⁴⁾⁵⁾⁶⁾とがある。

今回我々は、滲出性中耳炎において骨導聴力の悪化がどの程度あるか、もしありとすればその主たる要因は何か、そのメカニズムを明らかにするために、鼓膜

切開・貯留液除去前後の骨導域値の変化を調べると共に、中耳圧負荷、液体貯留の要因の骨導聴力に及ぼす影響についても調べた。

対象ならびに方法

1) 滲出性中耳炎症例90例102耳（6～75歳：平均26.1歳）を対象とした。滲出性中耳炎の診断は鼓膜所見、ティンパノグラム、聴力検査によったが、最終的には鼓膜切開により中耳貯留液を確認した。オーディオメー

ターはリオン AA-63BN (骨導レシーバー BR-41) を用いた。骨導レシーバーは前額正中部位装着とし、測定周波数は振動感を誤認し易い 250 Hz 以下を除く 4 周波数 (500, 1000, 2000, 4000 Hz) とした。局麻下に鼓膜切開、貯留液排除を行い、この操作の直前および直後に骨導聴力を測定した。滲出性中耳炎における骨導聴力悪化の有無をみるために健康耳 21 例 42 耳 (14~36 歳: 平均 22.8 歳) の平均骨導域値 (500~4000 Hz の 4 分法) と加齢による感音難聴の影響が少ないと考えられる 50 歳未満の 73 例 83 耳の平均骨導域値との比較を行った。

うち 30 例 37 耳では中耳圧と中耳貯留液の各因子の骨導聴力に及ぼす影響を調べるため、鼓膜切開直後と貯留液除去直後の骨導聴力をそれぞれ測定した。

一方対照として気導聴力 20 dB 以内の聴力正常者 10 例 20 耳 (24~34 歳: 平均 26.6 歳) の骨導聴力を滲出性中耳炎例の測定間隔と同じ 2 時間の間隔で測定した。

2) 中耳陰圧が骨導聴力に与える影響をみるため、耳漏のない鼓膜穿孔耳 15 耳 (外傷性鼓膜穿孔 8 耳, 慢性中耳炎 5 耳, チューブ留置後の滲出性中耳炎 2 耳) に中耳に陰圧を負荷し、骨導聴力を測定した。

3) 中耳貯留液が骨導聴力に与える影響をみるために、チューブ留置後の滲出性中耳炎で耳管の受動的開大圧が高い (通気圧 800 mmH₂O 以上) 9 耳に治療に用いるステロイド (リンデロン®) 液 0.2 ml を鼓室内に注入し、骨導聴力を測定した。検査後にも鼓室内に薬液が貯留していることを確認した。

結 果

1) 鼓膜切開、貯留液除去直後の骨導聴力の変化

① 鼓膜切開・貯留液除去後の骨導聴力の変化

対照耳の平均値 ± 2 SD を骨導聴力の正常範囲とすると 50 歳未満の滲出性中耳炎 73 例 83 耳のうち 35 % に骨導聴力の悪化がみられ、これらの悪化例のうち 38 % が鼓膜切開・貯留液除去により改善した (図 1)。

これら処置後の 102 耳の骨導域値の変化を図 2 に示した。最大の改善は 500, 1000, 2000 Hz で 20 dB, 悪化は 500, 1000, 4000 Hz で 20 dB であったが、平均値をとるとその変化は改善方向へ 0.9~2.2 dB と軽微であり対照耳の変動 (表 1) と比較して有意の変化はみられなかった。しかし粘液性貯留液と漿液性貯留液とで比較すると粘液性貯留液では 500, 1000 Hz に骨導聴力でそれぞれ 3 dB 以上の改善がみられた (図 3)。

図 1 鼓膜切開・貯留液除去前後の平均骨導聴力

各症例の変化についてみるために対照耳の変動の標準偏差から各周波数で 2 SD (標準偏差) 以上を有意の変化とした。これは対照耳の変動がほぼ正規分布をとり平均値はほぼ 0 dB (-0.8~1.5 dB) であるため再検査による変動の 95.5 % が ± 2 SD 以内に入ると考えられるからである。これに従うと 500 Hz では 9.2 dB, 1000 Hz では 10.2 dB, 2000 Hz では 6.6 dB, 4000 Hz では 13.6 dB 以上となるが、5 dB step の骨導測定であるため 500 Hz では 10 dB, 1000 Hz では 15 dB, 2000 Hz では 10 dB, 4000 Hz では 15 dB 以上を有意の変化と判定した。この基準に従って貯留液除去後の骨導聴力改善例と悪化例の比率をみると 500 Hz と 2000 Hz に 10 % 以上の骨導聴力の改善例がみられ 500 Hz の改善率は他の周波数に比べ有意に高かった ($p < 0.05$) (表 2)。貯留液の性状で比較すると改善は粘液性で 500 Hz に 31.3 % と多く見られ漿液性の 14.8 % に比べ有意に高かった ($p < 0.05$)。逆に悪化は漿液性の 500 Hz に 11.1 % と粘液性に比べ有意に多く見られた ($p < 0.05$)。2000 Hz は漿液性、粘液性ともに改善が悪化を大幅に上回った (表 3)。

② 鼓膜切開後の骨導聴力の変化

鼓膜切開のみで、貯留液を除去しない状態での骨導聴力の変化を平均値でみると 0.3~1.4 dB とほとんど

図2 鼓膜切開・貯留液除去前後の骨導の変化

表 1 対照耳の骨導域値の変動
(20耳)

周波数 (Hz)	平均 (dB)	標準偏差 (dB)
500	1.5	4.6
1000	-0.3	5.1
2000	-0.3	3.3
4000	-0.8	6.8

表 3 貯留液の性状と骨導の変化(102耳)

周波数 (Hz)	漿液性 (54耳)		粘液性 (48耳)	
	改善(%)	悪化(%)	改善(%)	悪化(%)
500	14.8	11.1	31.3	4.2
1000	1.9	5.6	8.3	4.2
2000	13.0	3.7	10.4	4.2
4000	3.7	5.6	6.3	2.1

図 3 鼓膜切開・貯留液除去後の骨導の変化

表 2 鼓膜切開・貯留液除去後の
骨導の変化(102耳)

周波数 (Hz)	改善 (%)	悪化 (%)
500	22.5	7.8
1000	4.9	4.9
2000	11.8	3.9
4000	4.9	3.9

ど変化が見られなかった。これも有意の変化についてみると表 4 に示すように 500 Hz の変化が著明で改善が 21.6%, 悪化が 13.5% であった。この 500 Hz の骨導の変化には貯留液の性状による大きな差異が見られ

表 4 鼓膜切開後の骨導の変化(37耳)

周波数 (Hz)	漿液性 (21耳)		粘液性 (16耳)		計 (37耳)	
	改善(%)	悪化(%)	改善(%)	悪化(%)	改善(%)	悪化(%)
500	19.0	9.5	25.0	18.8	21.6	13.5
1000	4.8	4.8	0	0	2.7	2.7
2000	9.5	4.8	6.3	12.5	8.1	8.1
4000	0	4.8	6.3	0	2.7	2.7

図 4 鼓膜切開後の骨導の変化(8耳)

なかった。また 1000, 2000, 4000 Hz では改善と悪化が同率で認められた。500 Hz で有意の改善を認めた 8 耳 (漿液性 4 耳, 粘液性 4 耳) の骨導聴力の変化を図 4 に示したが, 500, 1000 Hz に改善が見られ 2000, 4000 Hz には改善が見られなかった。

③貯留液除去後の骨導聴力の変化

鼓膜切開後と中耳貯留液除去後との骨導聴力の変化を図 5 に示したが, 500 Hz に骨導聴力の悪化が認められ漿液性貯留液に著明であった。有意の変化でみると 500 Hz の骨導聴力悪化は漿液性に 23.8% と多く, 500 Hz で骨導聴力が改善する例は粘液性にのみ 12.5%

認められた。また 2000 Hz の改善は粘液性で 12.5 %、漿液性で 4.8 % に認められた(表 5)。500 Hz で貯留液除去後に有意の悪化が見られた 7 耳(漿液性 5 耳、粘液性 2 耳)の骨導聴力の変化を図 6 に示したが、500 Hz にのみ悪化が認められた。

2) 中耳陰圧負荷後の骨導聴力の変化

15 耳中 12 耳に $-300\text{mmH}_2\text{O}$ 、13 耳に $-500\text{mmH}_2\text{O}$ の陰圧を負荷した。結果を図 7 に示したが、 -500

mmH_2O では 500 Hz の骨導聴力が著明に悪化した。

3) 中耳液体負荷後の骨導聴力の変化

9 耳の液体負荷前後の骨導聴力を図 8 に示した。500 Hz の骨導聴力にわずかな改善がみられ、2000 Hz の骨導聴力には悪化がみられた。

表 5 貯留液除去後の骨導の変化(37耳)

周波数 (Hz)	漿液性 (21耳)		粘液性 (16耳)		計 (37耳)	
	改善(%)	悪化(%)	改善(%)	悪化(%)	改善(%)	悪化(%)
500	0	23.8	12.5	12.5	5.4	18.9
1000	4.8	4.8	6.3	0	5.4	2.7
2000	4.8	0	12.5	6.3	8.1	2.7
4000	0	0	6.3	6.3	2.7	2.7

図 5 中耳貯留液除去による骨導の変化

図 6 中耳貯留液除去後の骨導の変化(7耳)

図 7 中耳陰圧負荷による骨導の変化(15耳)

図 8 中耳液体負荷による骨導の変化(9耳)

考 按

滲出性中耳炎に可逆的な骨導聴力低下がみられることは従来からも報告されているが、その内容は報告により異なり、低音部悪化⁷⁾、高音部悪化⁸⁾、逆に低音部改善⁹⁾¹⁰⁾などの報告間の差異がある。その原因には、①貯留液除去後の検査時期が異なる、②貯留液の性状(粘液性か漿液性)が異なる、③中耳圧と貯留液の因子を分離していない、④骨導検査の誤差、などが考えられる。

今回これらを考慮して対照耳の骨導変動を基に有意の変化を調べたところ、表2, 3のように500, 2000 Hzに骨導聴力の改善が認められ、500 Hzの改善は粘液性に多く2000 Hzの改善は両者ともに多いことがわかった。このような即時的な骨導聴力改善の原因には中耳圧の解除と貯留液除去の2因子が考えられるためそれぞれの影響をみてみた。

1) 中耳陰圧による影響：滲出性中耳炎例の中耳圧はおおむね陰圧とされている¹¹⁾¹²⁾ので、中耳陰圧負荷を行ったところ、500 Hzに著明な骨導聴力の悪化が認められ、鼓膜切開直後の500 Hzの骨導聴力改善とよく一致した。この場合鼓膜のstiffnessの増大はないので、骨導の悪化は主に正円窓膜のstiffness増大によると考えられる。しかし、鼓膜正常耳の外耳道に陽圧・陰圧を負荷した報告⁷⁾でも低音漸傾の骨導聴力悪化であり、中耳に陽圧、陰圧を負荷した報告⁷⁾¹³⁾でも同様の骨導聴力悪化が報告されていることから、鼓膜及び正円窓膜に陰圧によるstiffnessの増大があると低音部の骨導聴力が悪化すると考えられる。従って、滲出性中耳炎例の鼓膜切開後にみられた500 Hzの骨導聴力の改善は中耳陰圧の解除によるものと考えられる。逆に鼓膜切開後に500 Hzの骨導聴力が悪化する例も13.5%にみられたが、Hughson¹⁴⁾は動物実験で平圧下の鼓膜切開により500 Hzの骨導が10 dB悪化することを報告しており、中耳圧が平圧である場合、鼓膜切開によるみかけ上の骨導聴力の悪化が現われた可能性がある。

2) 中耳貯留液による影響：貯留液除去により500 Hzの骨導聴力に変化が著明で、漿液性では悪化のみがみられ、改善例は粘液性にのみ認められた。漿液性貯留液に類似したステロイドの鼓室内注入で、注入後に500 Hzの骨導聴力が改善したことから粘性の低い液体が中耳に貯留すると低音部の骨導聴力は改善されると考えられる。逆に粘液性貯留液では除去後に500 Hzの改善例がみられたが、これは粘性の高い液体で中耳

腔を満たすと低音部の骨導聴力が悪化するとしたGoodhill¹⁵⁾の報告と一致する。

中耳貯留液による骨導聴力変化の機序としては貯留液による鼓膜・耳小骨、正円窓膜の物理的な振動抑制が考えられる。正円窓膜については正円窓閉鎖実験で低音部における骨導聴力の変化が従来より報告されている⁹⁾¹⁶⁾¹⁷⁾。また、鼓膜・耳小骨は慣性骨導として働き低音部骨導聴力の成因となっていること¹⁸⁾が知られている。従って中耳貯留液が鼓膜・耳小骨に対してmassとして働けば低音部の骨導聴力は改善し、逆に鼓膜耳小骨の可動性を抑制していれば悪化すると考えられる。

以上の観察結果をもとに滲出性中耳炎における可逆的な骨導聴力の変化をみると、①貯留液の粘性が低く中耳圧が平圧に近い場合は貯留液による慣性骨導の増強が起こり低音部の骨導聴力は改善し、②貯留液の粘性が高いか中耳陰圧が高度な場合は逆に貯留液による鼓膜・耳小骨および正円窓膜の振動抑制、中耳陰圧による鼓膜および内耳窓のstiffness増大が起こり骨導聴力は悪化すると考えられる。このように中耳圧、貯留液の粘性により低音部の骨導聴力は異なった反応を示すことから、これが従来の報告間の差異の原因と考えられる。また2000 Hzの骨導聴力悪化は陰圧負荷では見られず液体負荷でのみ見られ貯留液除去後にも8.1% (表5)と多く認められたことから、中耳貯留液による影響と考えられる。

ま と め

滲出性中耳炎90例102耳に鼓膜切開・貯留液除去の前後に骨導聴力検査を行い、以下の知見を得た。

1) 鼓膜切開、貯留液除去により500 Hzで22.5%、2000 Hzで11.8%の骨導聴力の改善が認められ、500 Hzの骨導聴力の改善は粘液性貯留液で多くみられた。

2) 中耳陰圧は低音部の骨導聴力悪化を来し、滲出性中耳炎における低音部骨導聴力悪化と一致した。

3) 漿液性貯留液では500 Hzに骨導聴力の改善する例、粘液性貯留液では逆に悪化する例が多くみられ、低音部の骨導聴力は貯留液の粘性により異なると考えられた。

4) 2000 Hzの骨導聴力悪化は中耳貯留液によると考えられた。

文 献

- 1) Huizing EH : Bone conduction loss due to middle ear pathology-pseudoperceptive deafness. *Int Audiol* (Leiden) 3 : 89-98, 1964.
 - 2) Munker G : Knochenleitungsveränderngen beim Sero-Mukotympanon. *Laryng Rhinol* 56 : 591-594, 1977.
 - 3) Palva T and Ojala L : Middle ear conduction deafness and bone conduction. *Acta Otolaryngol* 45 : 137-152, 1955.
 - 4) Ruben RJ and Math R : Serous otitis media associated with sensorineural hearing loss in children. *Laryngoscope* 88 : 1139-1154, 1978.
 - 5) Arnold W, Ganzer U and Kleinmann H : Sensorineural hearing loss in mucous otitis. *Arch Oto-Rhino-Laryng* 215 : 91-93, 1977.
 - 6) 岩佐 英之 : 難治性の滲出性中耳炎に対するチュービング療法. *耳鼻* 32 : 170-173, 1986.
 - 7) Huizing EH : Bone conduction-the influence of the middle ear. *Acta Oto-Laryng Suppl* 155, 1960.
 - 8) Milner RM, Weller CR and Brenman AK : Elevated bone conduction thresholds associated with middle ear fluid in adults. *Int J Pediatr Oto-rhinolaryngol* 6 : 163-169, 1983.
 - 9) 河本 和友 : 滲出性中耳炎. *耳鼻* 20 : 241-296, 1974.
 - 10) 南 吉昇, 立木 孝 : 滲出性中耳炎の聴力障害. *耳展補* 4 : 5-11, 1985.
 - 11) Buckingham RA and Ferrer JL : Middle ear pressure in eustachian tube malfunction : manometric studies. *Laryngoscope* 83 : 1585-1593, 1973.
 - 12) 黒住 静之 : 耳管中耳カタルに於ける鼓室内気圧及び貯留液と聴力障害との関係に就いて. *日耳鼻* 53 : 11-13, 1950.
 - 13) Wever EG, Bray CW and Lawrence M : The effects of pressure in the middle ear. *J Exper Psychol* 30 : 40-52, 1942.
 - 14) Hughson W, Thompson E and Witting EG : An experimental study of bone conduction. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 45 : 844-858, 1936.
 - 15) Goodhill V and Holcomb AL : The relation of auditory response to the viscosity of tympanic fluids. *Acta Oto-Laryng* 49 : 38-46, 1958.
 - 16) Gisselsson L und Richter O : Ein Beitrag zur Frage des Hörvermögens bei Verschluss des runden Fensters. *Arch Ohr-Nas-Kehlk Heilk* 166 : 410-418, 1955.
 - 17) 沢島 政行 : 骨導聴力における前庭窓、蝸牛窓の意義に関する実験的研究. *日耳鼻* 61 : 86-95, 1958.
 - 18) Kirikae I : An experimental study on the fundamental mechanism of bone conduction. *Acta Oto-Laryng Suppl* 145, 1959.
-
- 本論文の要旨は第47回耳鼻咽喉科臨床学会(昭和60年6月29日, 京都)および第48回耳鼻咽喉科臨床学会(昭和61年7月6日, 和歌山)において発表した。
-
- (原稿受付 昭和61. 8. 23日急載)
- 別刷請求先 〒606 京都市左京区聖護院川原町54
京都大学医学部耳鼻咽喉科学教室 佐藤宏昭