

研究題目	骨導聴性定常誘発反応のための基礎的研究－乳幼児精密聴力検査への応用－	報告書作成者	竹腰英樹
研究従事者	竹腰英樹・加我君孝		
研究目的	<p>①新生児聴覚スクリーニングが推奨され、全国自治体で施行されてきており、1,000 人に 2～3 人の割合で両耳側難聴症例が発見されてきた。現在まで我々は、幼児期に発見された難聴症例の聴覚獲得、言語発達、教育の経過を追跡調査してきた(新生児聴覚スクリーニングのすべて; 金原出版, 東京, 2006)。調査の結果、難聴早期発見が必ずしも早期補聴、言語教育につながっていないことが判明した。両側難聴が認められたら、生後 6 ヶ月までに補聴器装用することが勧められている。幼児は耳垢栓塞や滲出性中耳炎に罹患しやすく、軽度から中等度難聴を起こしやすい。従来型の気導音を用いた ABR 検査だけでは、このような症例は 2 歳頃まで正確な聴力を把握することが困難なため、補聴器装用の判断に苦慮する。頭蓋骨を直接振動させ音を内耳に伝える骨導を用いた骨導 ABR 検査は、伝音難聴と感音難聴を鑑別でき、滲出性中耳炎を持っていても正確に聴力を把握できる。しかし、研究施設での報告はあるが、まだ一般化されていないのが実情である。これは、従来型の磁気コイル方式骨導振動子には出力に限界があり、測定が安定しないことに起因する。高出力の骨導端子が期待される。</p> <p>②従来の磁気コイル骨導振動子は出力に限界があり、特に 4kHz 以上の高周波数の出力が弱かった。ある種の金属材料に外部から磁界をかけると形状変化を示す磁歪材料の中でも 100 倍程度変化する超磁歪材料を用いた骨導振動子が最近開発された。超磁歪の特性として形状変化のスピードは数 <math>\mu</math> 秒クラスであり発生する力も非常に大きい。平成 18 年 7 月にベンチャー企業フレイが超磁歪骨導振動子を用いたヘッドフォンを開発した。我々の検討(Acta Otol-Laryngol 126; 926-933, 2006)にて 30kHz の周波数でも大きな出力が得られた。</p> <p>③以上から、超磁歪骨導振動子は乳幼児骨導聴力検査を大きく飛躍させる可能性がある。しかし、超磁歪骨導振動子は磁気コイル式骨導振動子と比較して高出力であり、刺激レベルによっては永続性の難聴を起こす可能性もある。</p> <p>④超磁歪骨導振動子を安全に使用するためには、この振動子が内耳にどのような影響を与えるのかを検討する必要がある。研究期間内に動物(Wistar rat)を用いて、超磁歪骨導振動子の刺激レベルを上げることにより内耳に影響を与えるのか、電気生理学的手法を用いて、超磁歪骨導振動子の出力レベルの安全域を確認することが目的である。</p>		

## 研究内容

以下の方法で検討した。

- ①Wistar ラット、体重 170～240g を使用した。刺激前に ABR の最少閾値を測定し、閾値が 30dB 以上のものは除外した。
- ②スピーカーを介して騒音暴露した気導刺激群、磁気コイル式骨導振動子を介した磁気コイル式骨導刺激群、超磁歪式骨導振動子を介した超磁歪式骨導刺激群においてその聴覚閾値の変化を比較した。
- ③騒音暴露時、動物は xylazine (16mg/kg 筋注) と ketamine (60mg/kg 筋注) にて先ず混合麻酔し特注の把持器で固定した。
- ④騒音刺激は Audiometer/ RION AA-67N を用い、Pionner A120-D を介して、8000Hz octave band noise を 1 時間暴露した。気導刺激の場合、気導スピーカー Fostex D1405 を用い、チャンバー内で 120dB SPL になるよう出力を毎回調整し行った。骨導刺激の場合は、気導刺激と同じ電気出力で行った。磁気コイル式骨導振動子は、世界的に汎用されている Radioear 社製 B-71 を用いた。超磁歪式骨導振動子は Frey 社製 BCHS-FT001 を用いた(図 1)。
- ⑤骨導刺激群は、騒音暴露前に麻酔し、頭皮切開後、頭頂部頭蓋骨に金属製の接地板を装着し、その周囲を歯科用セメントで固定した。接地板が安定したことを確認した後、振動子を接地板に固定して、騒音暴露した(図 2)。
- ⑥騒音暴露直後、10 日後における聴覚閾値を測定した。聴覚閾値測定には、電気生理学的記録システム(SigGen System 2; Tucker-Davis Technologies)を用い、防音、防電室で施行した。閾値測定は 8kHz、16kHz、32kHz の 3 周波数で行った。

## 研究のポイント

骨導聴力を測定するための聴力検査機器や骨導聴力を利用した骨導補聴器に使用されている骨導端子は、現在すべて磁気コイル式骨導端子である。磁気コイル式骨導振動子を用いた動物実験では、振動周波数 32Hz～1000Hz、刺激時間 15 分にて聴力閾値上昇を認めるが、一過性であり 2 週間後には回復している (Otol Neurotol 28; 171-177, 2007)。このことから、磁気コイル式骨導端子に比べ 8～10 倍の出力がある超磁歪式骨導端子は、より内耳障害を起こす可能性がある。安全域を確認することにより、超磁歪式骨導端子の臨床応用が可能となる。本研究では、一般的に使用されている聴力検査機器 (RION AA-67N) を刺激器とし、さらに世界的に汎用されている磁気コイル式骨導端子 (Radioear 社製 B-71) と比較することにより、速やかに臨床応用ができるようデータを収集した。

## 研究結果

本研究にて以下の結果を得ることができた (図 3a-c)。

1. 磁気コイル式骨導振動子を用いた本条件の騒音暴露にて、8kHz、16kHz の周波数で一過性の聴力閾値上昇を認めた。
2. 超磁歪式骨導振動子を用いた本条件の騒音暴露にて、32kHz の周波数で一過性の聴力閾値上昇を認めた。
3. 磁気コイル式骨導振動子、超磁歪式骨導振動子ともに本条件の騒音暴露にて 10 日後には有意な聴力閾値上昇を認めなかった。

これらの結果より、超磁歪式骨導振動子 (Frey 社製 BCHS-FT001) は 32kHz の周波数で一過性聴力閾値上昇を認めるものの、磁気コイル式骨導振動子より内耳に与える影響が少ないものと考えられた。

## 今後の課題

本研究にて、超磁歪式骨導振動子が磁気コイル式骨導振動子に比べ内耳障害が少ないことがわかった。これは、超磁歪式骨導振動子は振動振幅が数  $\mu\text{mm}$  と非常に狭く内耳への影響が少ないことが考えられるが、気導刺激群と骨導刺激群の内耳組織学的検討がさらに必要と思われる。磁気コイル式骨導振動子に比べ 4kHz 以上の高音域で出力が強いことが過去の報告で示されているが、今回 8kHz の刺激であっても聴力閾値上昇が一過性であり、JIS 規格で決められている 125Hz～8kHz の閾値を測定するオーディオメータにおいて超磁歪式骨導振動子の安全性は磁気コイル式骨導振動子と同等もしくは高いと考えられる。現在、超磁歪式骨導振動子を接続可能な聴力検査機器を開発しており、臨床応用を進めている。

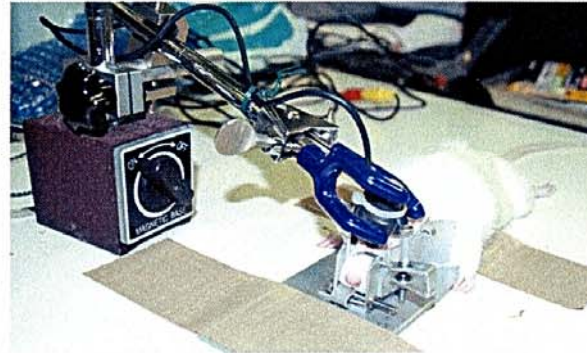
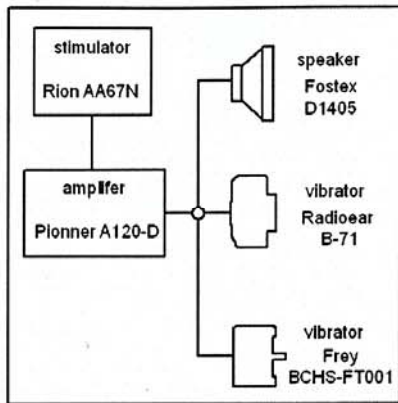


図 1:騒音暴露装置構成図

図 2:骨導振動子による騒音暴露

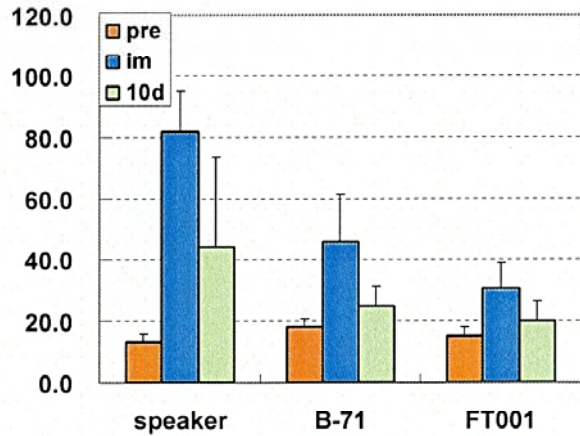


図 3a

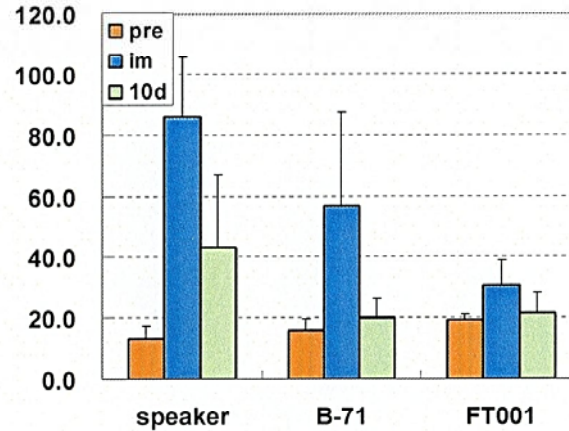


図 3b

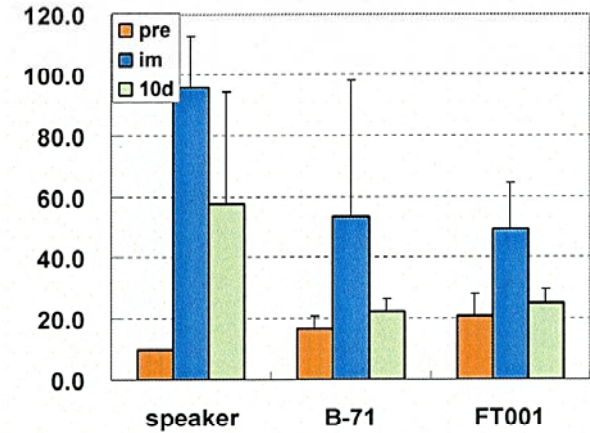


図 3c

図 3:騒音暴露後の閾値変化(a:8kHz、b:16kHz、c:32kHz)。気導音暴露(speaker)では8、16、32kHzにて暴露直後(im)、10日後(10d)の閾値上昇を認めた。磁気コイル式骨導振動子(B-71)では8kHz、16kHzにて暴露直後に閾値上昇を認めたが、10日後には暴露前と差を認めなかった。超磁歪式骨導振動子(FT001)では32kHzにて暴露直後に閾値上昇を認めたが、その他周波数では直後でも有意な閾値上昇を認めず、10日後には全ての周波数で暴露前と差を認めなかった。