

平成 26 年 6 月 2 日現在

機関番号：16301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24659749

研究課題名(和文)術後変化に対応し得る人工耳小骨の開発に関する研究

研究課題名(英文)A Self-Adjusting Ossicular Prosthesis

研究代表者

山田 啓之(Yamada, Hiroyuki)

愛媛大学・医学(系)研究科(研究院)・講師

研究者番号：00403808

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円、(間接経費) 840,000円

研究成果の概要(和文)：以前より鼓室形成術に用いられる再建材料には硬い材料が適しているとされてきたが、硬性材料では術後に鼓膜浅在化や陥凹が生じると鼓膜から内耳までの距離が変化し、聴力低下を生じる。本研究では柔らかいシリコンスポンジを用いて伝音効率を検討、鼓膜から内耳まで距離が変化しても聴力低下が少ないことがわかった。術後変化に対応しうる新たな人工耳小骨を開発するためには、今後、更に詳細な条件の検討が必要と考えられた。

研究成果の概要(英文)：Ossicular tension is an important factor in the acoustic performance of incus and incus-stapes replacement prostheses; length is the primary determinant of postinsertion tension in conventional, rigid prostheses. The purpose of this study was to determine whether a self-adjusting prostheses containing a silicon sponge. The silicon sponge seems to decrease the effect of changes in prosthesis length between the malleus and stapes at low frequencies.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：外科系臨床医学・耳鼻咽喉科

キーワード：人工耳小骨

1. 研究開始当初の背景

これまでの研究により一般的に鼓室形成術に用いられる再建材料には硬い材料が適していると考えられ、本邦では摘出した耳小骨や耳介軟骨が使われている。また、海外ではチタン製の人工耳小骨が使われることが多い。しかし、術後に鼓膜浅在化や鼓膜陥凹が生じると鼓膜から内耳までの距離が変化するため、硬い材料で耳小骨連鎖の再建を行った場合、再建材料の長さが不適切となり、再建材料の脱落や位置のずれ、アブミ骨底板の圧迫による聴力低下を生じる。このような術後変化による聴力低下から再手術を要する症例は少なく、鼓室形成術の成績を向上させるためには術後変化が生じてもその長さが適宜変化する再建材料の開発が不可欠であると言われてきた(Bornitz et al, 2004)。

2. 研究の目的

これまで我々は、形状が容易に変化する軟らかいスポンジでも伝音効率が良好であり、人工耳小骨の材料として使用できる可能性があることを証明してきた。そこで当該研究では伝音再建術にとって最適でなおかつ術後変化に対応し得る人工耳小骨の開発を目指し、様々な軟性材料の伝音特性を検討した。

3. 研究の方法

当該研究ではレーザードップラー振動測定装置を用いて外耳道に80 dBの音響を負荷し、モルモットの中耳振動測定の解析を行った。

(1)ベースラインとして正常な耳小骨連鎖でのアブミ骨振動を測定。

(2)キヌタ骨を除去後、除去した骨で伝音再建を行い、再度アブミ骨振動を測定。続いてツチ骨と再建に使用した耳小骨の間に厚さ0.15 mmのカバーガラスを1~3枚挿入し各々の条件でアブミ骨の振動を測定。

(3)厚さ0.6、1、2mmのシリコンスポンジをキヌタ骨除去部位に挿入し各々の条件で測定。

(4)そのうち伝音効率の良かったシリコンスポンジ(厚さは0.6 mmと1 mmを使用)とキヌ

タ骨の間に厚さ0.15 mmのライドガラスを1枚から3枚挿入し各々の条件で測定。検討方法はで測定した正常耳小骨の振動をベースとした各条件でのアブミ骨の振動を比較した。

4. 研究成果

(1)耳小骨を用いた再建での検討

カバーガラス0枚でのアブミ骨の振動は各周波数で正常耳小骨連鎖と比べ約1 dB程度の低下していた。カバーガラスを挿入すると低音域を中心にアブミ骨振動は低下し、カバーガラスを1枚挿入した場合は約8 dB低下、2枚挿入すると約10 dB低下、カバーガラス3枚挿入すると約15 dB低下していた。

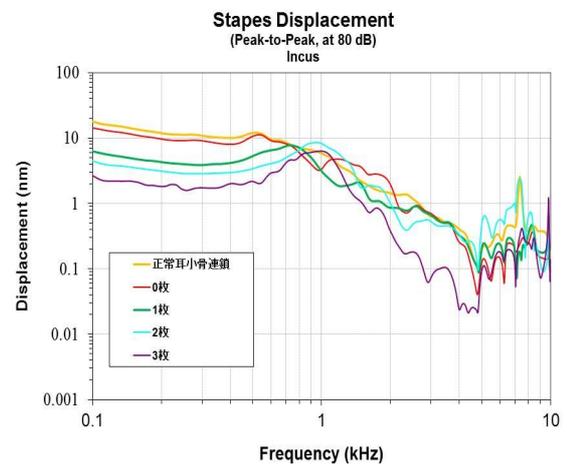


図1 耳小骨を用いた再建での検討

アブミ骨の Displacement の結果を示す。

黄線は正常耳小骨連鎖での結果を示し、赤線は耳小骨で伝音再建術を行った結果、緑線はカバーガラスを1枚、青線はカバーガラスを2枚、紫線はカバーガラスを3枚挿入した際の結果を示す。

(2)シリコンスポンジを用いた再建での検討

一方シリコンスポンジを用いた再建ではその厚さに関係なく2 kHz以上の高音域でアブミ骨振動は低下し、800Hz以下の低音域ではその厚さが増すにつれアブミ骨振動は低下した。低音域で最もアブミ骨の振動が良好なもの0.6 mmの厚さのシリコンスポンジであった。またアブミ骨の振動が最も和受かった

ものは 2.0 mmのシリコンスポンジであった (図2)。

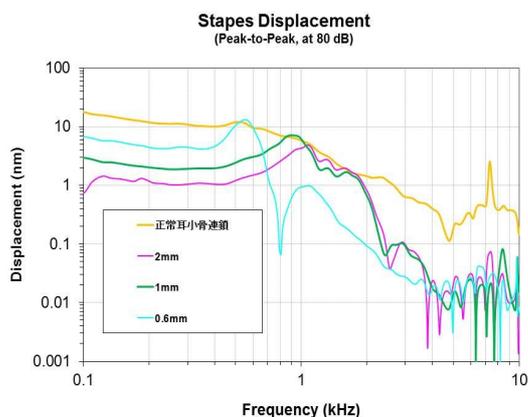


図2 シリコンスポンジでの再建の検討

アブミ骨の Displacement の結果を示す。

黄線は正常耳小骨連鎖での結果を示し、青線は 0.6 mmの厚さのシリコンスポンジ、緑線は 1.0 mmの厚さのシリコンスポンジ、紫線は 2.0 mmの厚さのシリコンスポンジの結果を示す。

(3)0.6mmの厚さのシリコンスポンジの検討

続いて低音で最もアブミ骨振動が良好であった厚さ 0.6 mmのシリコンスポンジで再建し、カバーガラスを 1~ 3枚挿入した際のアブミ骨底板の振動を測定した。カバーガラスを挿入すると低音を中心にアブミ骨振動は低下したが、カバーガラスを挿入していない条件と比べると最大で 8.9 dB しかアブミ骨の振動は低下していなかった。

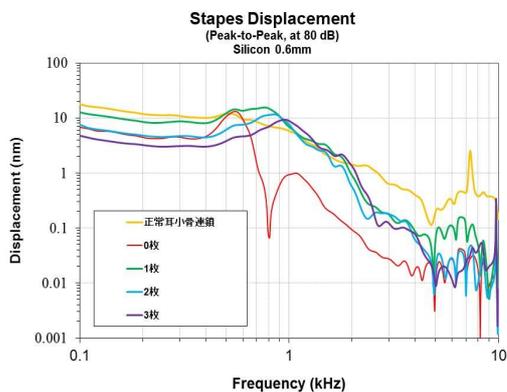


図3 0.6mmのシリコンスポンジでの検討

アブミ骨の Displacement の結果を示す。

黄線は正常耳小骨連鎖での結果を示し、赤線はカバーガラス 0枚の結果、緑線はカバーガ

ラスを 1枚、青線はカバーガラスを 2枚、紫線はカバーガラスを 3枚挿入した際の結果を示す。

(4)1.0mmの厚さのシリコンスポンジの検討

続いて厚さ 1.0 mmのシリコンスポンジで再建し、カバーガラスを 1~ 3枚挿入した際のアブミ骨底板の振動を測定した。これまでの条件と異なりカバーガラス 2枚挿入までは低音でのアブミ骨振動はほぼ変化しなかった。カバーガラスを 3枚挿入すると 0枚と比べると最大で 9.4 dB しかアブミ骨の振動は低下していなかった。

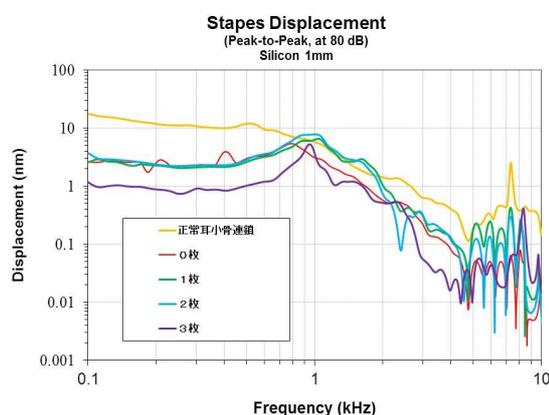


図4 1.0mmのシリコンスポンジでの検討

アブミ骨の Displacement の結果を示す。

黄線は正常耳小骨連鎖での結果を示し、赤線はカバーガラス 0枚の結果、緑線はカバーガラスを 1枚、青線はカバーガラスを 2枚、紫線はカバーガラスを 3枚挿入した際の結果を示す。

以上の結果より、伝音再建術では人工耳小骨と耳小骨欠損部位の距離が約 0.1mm異なるだけでアブミ骨の振動は低音域で低下するが、スポンジを用いると厚さ 1.0mmのものでは 0.3mm長さが変化してもアブミ骨の振動は低下していなかった。本検討よりシリコンスポンジも新たな人工耳小骨の材料となりうると考えられるが、耳小骨の振動はナノ単位であり微細なため、ヒト側頭骨での詳細な検討や更に伝音効率の良い伝音再建術をめざして詳細な条件設定が必要と考えられる。

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 4件)

Hato N, Kohno H, Yamada H, et al. Role of Nitric Oxide in the Onset of Facial Nerve Palsy by HSV-1 Infection. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg. 査読有 139, 2013, pp1339-42

山田啓之、羽藤直人 【よくわかる鼓室形成術】手術手技とコツ 鼓索神経・顔面神経の扱い JOHNS 査読無 2013, 27, pp783-7

山田啓之、羽藤直人、暁清文 Hunt症候群に対する徐放化栄養因子を用いた顔面神経減荷術の検討 Facial Nerve Research 査読有 2013, 33, pp116-7

Hato N, Nota J, Komobuchi H, Teraoka M, Yamada H, Gyo K et al. Facial Nerve Decompression Surgery Using bFGF-Impregnated Biodegradable Gelatin Hydrogel in Patients with Bell Palsy. Otolaryngology Head and Neck. 査読有 146, 2012 pp641-6

〔学会発表〕(計 5件)

山田啓之、脇坂浩之、羽藤直人 術後変化に対応し得る人工耳小骨の開発に関する基礎的研究 (第115回日本耳鼻咽喉科学会総会・学術講演会)2014年5月14日~17日、福岡

山田啓之、羽藤直人、暁清文 ネットワーク型神経再建術を行った術後性顔面神経麻痺の1例(第24回日本頭頸部外科学会)2014年1月30日~31日、高松市

山田啓之、羽藤直人、暁清文 Hunt 症候群に対する徐放化栄養因子を用いた顔面神経減荷術の検討(第36回顔面神経研究会)2013年4月25日~26日

那覇市

飴矢美里、羽藤直人、山田啓之、暁清文 FaCE Scale 日本語版による顔面神経麻痺後遺症のQOL評価(第36回顔面神経研究会)2013年4月25日~26日

那覇市

羽藤直人、能田淳平、山田啓之、暁清文 Bell 麻痺・Hunt 症候群の新しい治療戦略 徐放化 b-FGF を用いた顔面神経減荷術(第36回顔面神経研究会)2013年4月25日~26日

那覇市

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

〔その他〕
ホームページ等
なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

山田 啓之(Yamada, Hiroyuki)

愛媛大学・大学院医学系研究科・講師

研究者番号:00403808

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし