

令和 4 年 5 月 2 日現在

機関番号：15401

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2021

課題番号：18K17672

研究課題名（和文）音響特性に着目した「聴覚リハビリテーション」が大脳皮質活動に及ぼす効果の検討

研究課題名（英文）The neurophysiological effects of auditory rehabilitation focused on acoustic characteristics

研究代表者

中川 慧（Nakagawa, Kei）

広島大学・医系科学研究科（保）・助教

研究者番号：10711070

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：近年、集中的に音楽を聞かせる病側耳集中音響療法を併用することが、難聴の回復に効果的との知見が報告されており、「聴覚リハビリテーション」への期待が高まっている。本研究では、聞き取りやすく歪みの少ない音を呈示することができる集音器を用いて、軽度難聴患者へ、毎日1時間の音楽聴取介入が聴覚関連脳磁界へ及ぼす効果を検証した。結果、介入前と比較して、一次聴覚野での脳磁場応答が増大する傾向が認められ、高音質の音を継続的に聞かせる「聴覚リハビリテーション」が、聴覚機能の改善に有用である可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

難聴の支援機器の一つとして、話者側から聞き手側への聞き取りやすく歪みの少ない音を提供するスピーカーが開発され、それらを使用することにより、語音弁別に対する有用性が報告されている。本研究では、同様の機構を持つ集音器を用いて、聴覚リハビリテーションに対する有用性を検討した。結果、毎日1時間、1か月間の音楽聴取をすることにより、聴覚関連脳磁界が増大する傾向が認められた。聴覚リハビリテーションは、難聴者の機能回復において、今後ますます重要となると思われる。

研究成果の概要（英文）：In recent years, it has been reported that the combined use of intensive acoustic therapy for the affected side of the ear is effective in recovering from deafness. Auditory rehabilitation is expected one of the novel approaches for the recovery. In the present study, we examined the effect of one-hour daily music listening intervention on the auditory evoked magnetic field (AEF) for patients with mild deafness using a sound collector which makes easy to hear and can present sound with little distortion.

As a result, we demonstrated that AEF in the primary auditory cortex tended to increase compared to before the intervention. It may suggest that auditory rehabilitation with continuous listening to high-quality sound is useful for improving the auditory function.

研究分野：リハビリテーション

キーワード：聴覚リハビリテーション 難聴 脳磁図 高音質

1 . 研究開始当初の背景

難聴は、若年層から高齢者まで幅広い年齢層で発症する疾患である。高齢化にともない罹患率は年々増加している。治療法としては、ステロイド療法等が主に用いられているが、その有効性に関してはまだ十分に検討されていない。

その中で、近年、新たな治療法として、突発性難聴患者の聴力回復に関して興味深い結果が報告された¹⁾。この報告では、6名の突発性難聴患者に対し、ステロイド療法に加えて病側耳のみで1日6時間、3か月間集中的に音楽を聞かせる病側耳集中音響療法を併用することで、両側の聴力差が有意に改善し、かつ対側優位でなかった一次聴覚野の脳活動が対側優位の脳活動パターンに変化した(左右差を示す指標 Laterality index が 0.1 から 0.2 へと増大した)と報告している。この結果は、難聴者の聴覚関連脳領域が可塑的に変化する可能性を示しており、難聴者にとって、自らの耳で音を積極的に聞くことが難聴の回復手段の一つ、すなわち「聴覚リハビリテーション」につながる可能性を示唆している。これまで、「聴覚リハビリテーション」という概念はほとんど検討されておらず、難聴の新しい治療となりうる方法であると考えられる。

一方、我々は、話者側から聞き手側への聞き取りやすく歪みの少ない音を提供する支援機器として開発されたスピーカーを、難聴者への福祉支援ツールとの一つとして取り組みを進めている²⁾。これらの機器を用いて明瞭度の高い音を聴かせることが、難聴者の聴覚機能改善につながるのではないかと仮説の下、本研究を計画した。

2 . 研究の目的

明瞭度の高い音を呈示することによる大脳皮質機能へ及ぼす効果ならびに聴覚リハビリテーションのツールとして活用することで、聴覚機能改善に及ぼす影響を検討することを目的とした。

3 . 研究の方法

(1) 明瞭な音の呈示が語音弁別の脳活動に与える影響

中等度～高度難聴者 8 名に対し、歪みの少ない明瞭な音を呈示できるスピーカー(卓上型対話支援機器 comuoon, ユニバーサル・サウンドデザイン株式会社製)および同一の形状をした比較対照用のスピーカーを用いて、聞き分けの難しい2種類の語音(「mi」と「ni」)を4:1の頻度でランダムに呈示し、語音弁別に関わる脳活動(Mismatch Negativity: 以下、MMN)を脳磁図を用いて記録した。MMNの振幅は、低頻度で呈示した脳応答から高頻度で呈示した脳応答の差分を検出することで算出した。

(2) 聴覚リハビリテーション効果の検証

明瞭度の高い音を継続的に呈示することにより、聴覚機能が改善するかどうかを検証した。

対象は、日常生活で聴力低下を自覚する健常成人 13 名とした。全員日常生活レベルでの会話は可能であり、補聴器を使用している対象者はいなかった。

介入方法としては、ポケット型集音器を用いて、1か月間にわたり、毎日1時間、自宅で好み

の音楽を聴くこととした。介入以外の時間は、普段通りの生活をしていただいた。

大脳皮質機能の評価には、脳磁図を用いた。イヤークューブを介して、右耳および左耳から 3 段階 (50dB SPL, 55dB SPL, 60dB SPL) の大きさの 500Hz の純音を提示することによる脳磁場応答 (auditory evoked field: 以下, AEF) を記録した。1 か月間の介入前後で記録し、介入効果の検証を行った。

解析方法は、等価電流双極子 (equivalent current dipole: 以下, ECD) 推定法を用いた。両側側頭領域 10ch 程度を解析対象とし、一次聴覚野の応答を反映するといわれる音提示後約 100ms で出現する成分 (N1m) の ECD を求め、N1m およびその後出現する P2m の peak to peak 振幅を解析対象とした。ECD は、信頼度 (goodness of fit) 80% 以上を採用した。

4. 研究成果

(1) 明瞭な音の提示が語音弁別の脳活動に与える影響

音の明瞭度を高めたスピーカー (IH loudspeaker) および同一形状で作成した通常のスピーカー (NH loudspeaker) から 2 種類の語音を提示した際の MMN 波形を図 1 に示す。IH loudspeaker を使用することで脳磁場応答の振幅が約 1.2 倍増加した。これらの結果は、明瞭な音を聞かせることで大脳皮質を活性化させる可能性があることを示唆している。

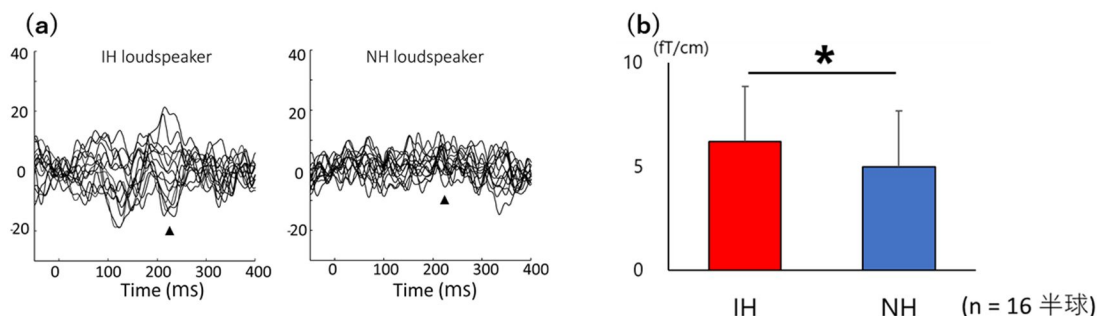


図 1 スピーカーの違いによる語音弁別に関する脳活動の比較

(a) 難聴者が聞き取りやすい (intelligible hearing (IH)) スピーカーと通常のスピーカー (normal hearing (NH)) の MMN 応答の代表例 (印)。

(b) 8 名の対象者の MMN 振幅の平均値 (\pm SD) を示す。NH スピーカーと比較して、IH スピーカーで音を提示することで、大きな MMN が出現した。

(2) 聴覚リハビリテーション効果の検証

1 か月間の聴覚聴取前後において記録した右耳刺激、左耳刺激によって誘発された脳磁場応答から ECD を推定した結果、それぞれ両側側頭領域 (superior frontal gyrus: 以下, STG) 付近に ECD が推定された。ECD moment は、いずれも同側 STG と比較して、対側 STG で高値を示していた。図 2 に、介入前後での ECD moment の経時変化、および N1m-P2m 振幅を示す。いずれも有意差は認められなかったものの、介入前 (Pre) と比較し、介入後 (Post) には N1m-P2m 振幅が増大する傾向が認められた。

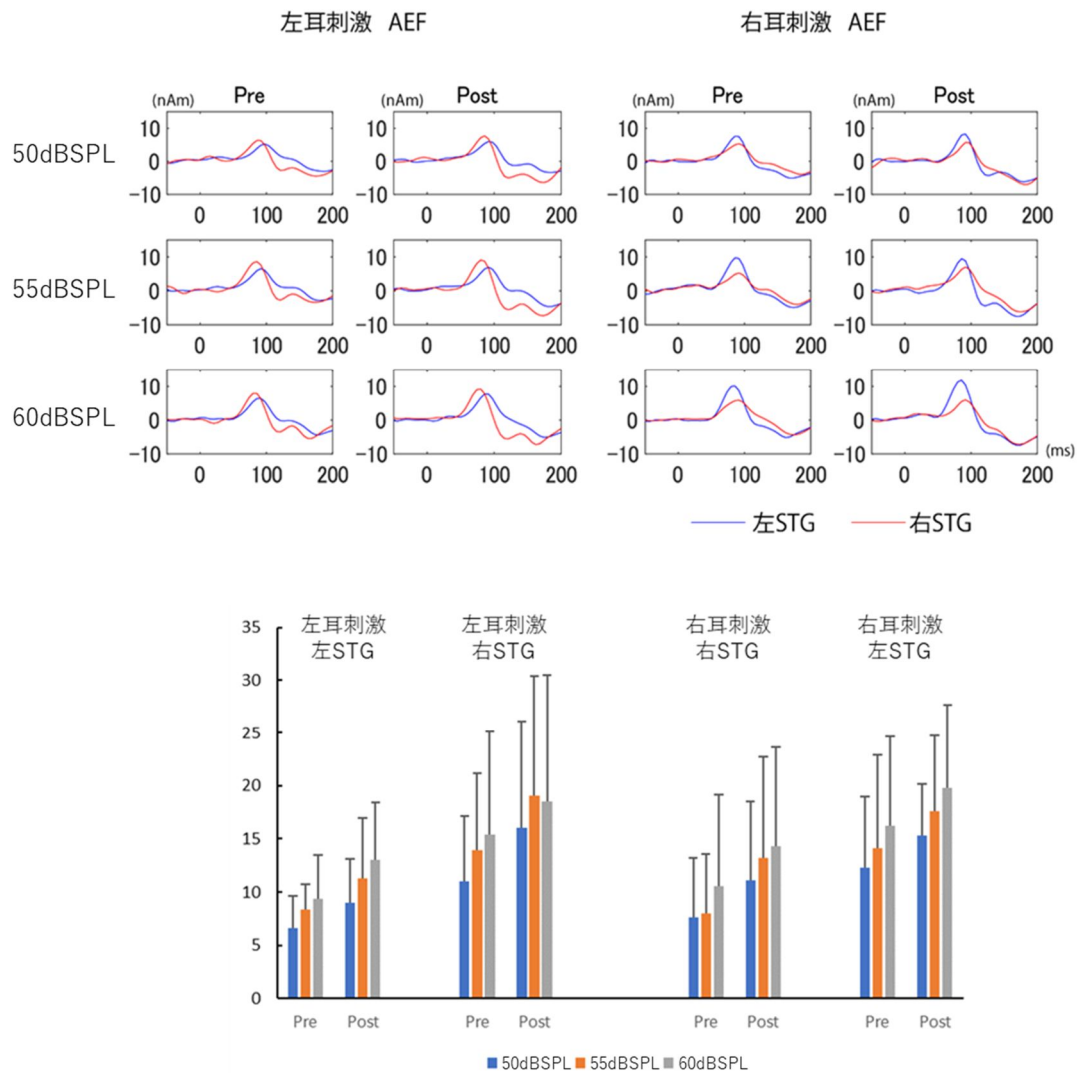


図2 聴覚リハビリテーション介入前後での AEF の変化
(上段：経時的变化の平均値，下段：N1m-P2m 振幅値 (平均 ± SD))

本研究結果により，継続的な 1 か月間の継続的な音の聴取のトレーニング聴覚関連活動を増大させる可能性が示された．本研究結果は，「聴覚リハビリテーション」の可能性を示唆するものであると考える．引き続き，集音器の特性の差異による聴覚リハビリテーション効果，聴覚検査結果と大脳皮質活動の関連性等を検討することで，効果的な聴覚リハビリテーションに関して検討する予定である．

参考文献

- 1) Okamoto H., et al., Constraint-induced sound therapy for sudden sensorineural hearing loss--behavioral and neurophysiological outcomes. Sci Rep 4:3927,2014
- 2) Nakagawa K., et al., Neuromagnetic evaluation of a communication support system for hearing-impaired patients. Neuroreport 28,712-719,2017

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 中石真一路、中川慧、猪村剛史、河原裕美、弓削類
2. 発表標題 難聴者支援スピーカーの脳科学的視点からの評価
3. 学会等名 第20回日本ヒト脳機能マッピング学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中川 慧
2. 発表標題 運動に伴う周波数律動変化が一次体性感覚野の興奮抑制機構に及ぼす影響：脳磁図を用いた検討
3. 学会等名 第24回日本基礎理学療法学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中川 慧, 大塚貴志, 黒瀬智之, 弓削 類
2. 発表標題 運動・感覚の脳磁図研究とロボトリハビリテーション
3. 学会等名 脳疾患診療を考える会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------