

分担研究報告

客観的耳鳴検査法の開発

分担研究者：神崎晶（慶應義塾大学医学部耳鼻咽喉科）

分担研究者：満倉靖恵（慶應義塾大学理工学部）

研究要旨

結果) 現時点で予備研究データの段階ではあるが、耳鳴患者と健常人の間で脳波パターンを比較したところ、耳鳴患者では、10 Hz の脳波に特徴的なパターンが認められた。10Hz が突出していない点が耳鳴の不快感と関連しているかもしれない。

考察) 本検査による生理学的意義は不明であり、現時点で予備実験のデータではあるものの、本検査機器によって耳鳴の客観的評価を簡便に行える可能性があり、他覚的検査として詐病の判定、治療効果の客観的定量的な判定にも使用できる。簡単に装着し測定しうるため、ストレスと耳鳴とを抽出できることから、日々の耳鳴状況やストレス度のライフログとして使用できると考えられる。

A 研究目的

目的) 簡易型脳波計測装置を用いた脳波測定によって、耳鳴に対する不快感と耳鳴のピッチを他覚的に評価する試みについて紹介する。感覚器から得られた情報を脳波からさぐる事が可能であるか、耳鳴検査としての有用性を検証する。

B 研究方法

方法) 共同研究者である慶應義塾大学理工学部満倉研究室が開発した「簡易型脳波計測装置」を用いて行った。本機器で前頭前野を反映するFP1領域を測定できる脳波を測定し、耳鳴の有無を推定するシステムを提案した。耳鳴患者と健常人にそれぞれ右上図のような脳波計測装置を装着し測定した。30秒の休憩を挟んで、30秒計測を2回測定した。

データの特性を知るために平均分散分析と有意差検定を行った。

解析において、脳波帯域に注目するのではなく、単独周波数に着目し、その組み合わせで状態を

定義した。この組み合わせは遺伝的アルゴリズムによって決定し、パターン認識手法で興味度の程度を推定した。

簡易型脳波計

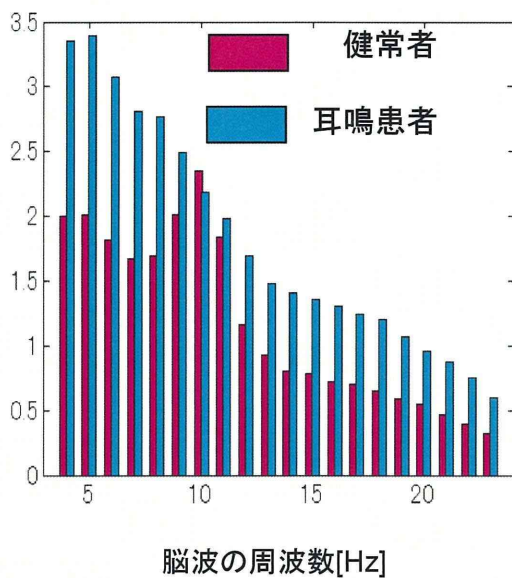


本研究に際して、慶應義塾大学病院の倫理委員会の承認を得て行われ、ご協力いただく患者に説明し同意を得てから本研究は行われた。

C 研究結果

予備研究データの段階ではあるが、耳鳴患者と健常人の間で脳波パターンを比較したところ、耳鳴患者では、10 Hz の脳波に特徴的なパターンが認められた。10Hz が突出していない点が耳鳴の不快感と関連している可能性が高いことを示した。

平均
振幅
スペ
クトル
[μV]



D 考察

本検査による生理学的意義は不明であり、現時点で予備実験のデータではあるものの、本検査機器によって耳鳴の客観的評価を簡便に行える可能性があり、他覚的検査として詐病の判定、治療効果の客観的定量的な判定にも使用できる。簡単に装着し測定しうるため、ストレスと耳鳴とを抽出できることから、日々の耳鳴状況

やストレス度のライフログとして使用することができると考えられる。

F 健康危険情報

特になし

G 研究発表

1. 論文発表

特になし

2. 学会発表

「客観的耳鳴検査法の開発」

神崎晶、山田浩之、大石直樹、(他に5名)、小川郁ら、日本聴覚医学会(松本)25年10月25日

H 知的財産権の出願・登録状況

特になし

純音刺激による脳波 Fp1 部位の反応に関する解析

主任研究者：小川郁（慶應義塾大学医学部耳鼻咽喉科）

分担研究者：満倉靖恵（慶應義塾大学理工学部）

神崎晶（慶應義塾大学医学部耳鼻咽喉科）

研究要旨

A 研究目的

本研究では脳波を用いて音の高さを認識する方法を提案し、その有効性を検証することを目的とした。

B 研究方法

本実験では、健常者が様々な高さの単一周波数の音を聴いているときの脳波を計測する。はじめに、被験者は椅子に着席し、脳波計およびヘッドホンを装着する。1回の脳波計測は20秒間行なう。計測開始時から10秒の間、音を聴いていない状態の被験者の脳波を計測する。音を聴いていない状態をここでは平常状態とする。計測開始時から10秒が経過した時点で1種類の音を発生し、音を聴いている状態の被験者の脳波を10秒間計測する。計測をしている間、被験者は閉眼状態となる。眼を閉じた状態で計測することで、瞬きにより眼の周囲の筋肉から生じる電気信号が脳波データに混入することを抑制できる。さらに、視覚情報の脳波への影響を防ぐことができる。

実験に用いる音の種類は11種類で、125, 250, 500, 800, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000Hzとする。これらの音は臨床現場のピッチマッチテストで実際に用いられている。被験者は11種類の音をランダムに聴取することを2回繰り返す。このとき、音の大きさは音量一定

とする。

本実験では、脳波計として図1に示す簡易型脳波計を用いる。従来は脳波計測機器として大型脳波計が多く用いられてきた。大型脳波計では、複数の電極から脳波を取得できるため、詳細な脳波解析を行なうことができる。しかしながら、大型脳波計は装着による被験者への負担が大きい点で問題である。大型脳波計は形状がキャップ型であるため、装着時に被験者の頭部に締め付け感を与える。また、装着するだけで数十分程度の長い時間を要する。さらに、電解質として頭皮と電極の間にジェルを塗り込まなければならない。このような理由で、大型脳波計による計測は被験者にストレスを与える。そこで本研究では、大型脳波計を簡易化した簡易型脳波計を用いる。簡易型脳波計は、大型脳波計に比べて負担の小さな脳波計測を可能にする。簡易型脳波計は形状がバンド型であるため、装着しても頭部に締め付け感を与えない。また、1分程度で装着可能で、電解質としてジェルではなく、水を用いる。このため、簡易型脳波計は大型脳波計より被験者に与える負担が小さいと言える。したがって、簡易型脳波計は、臨床現場においても容易に使用していくことができる可能性がある。簡易型脳波計の仕様により、サンプリング周波数は1024Hzである。また、脳波計測部位は図2に示す国際10-20法におい

て Fp1 と定められている。この部位は脳の前頭葉に位置している。

被験者は 10 代から 30 代の男女 30 名である。全データから欠損データを取り除き、19 名分のデータを解析に使用する。使用するデータの被験者の平均年齢は 25.4 歳である。



図 1 簡易型脳波計

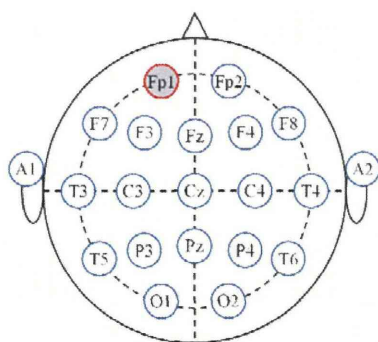


図 2 国際 10 - 20 法

脳波解析

脳波の特徴量の取得

データの前処理としてフーリエ変換を用いる。フーリエ変換は、信号に含まれている周波数成分を捉えるために用いられる手法である。本解析では、フーリエ変換を適用することで、脳波の時系列データから脳波の周波数成分である振幅スペクトル値を取得する。1 回の計測で得られる 20 秒分の脳波データに対し、0.5 秒ごとにハニング窓をかけ、フーリエ変換を適用する。これにより、0.5 秒ごとに周波数成分が得られ、1 回の計測から 40 のデータを取得できる。この変換のイメージを図 3(b)に示す。平常状態の脳波を 10 秒間、

音聴取時の脳波を 10 秒間計測したため、40 のデータのうち、平常状態のデータが 20、音聴取時のデータが 20 である。サンプリング周波数を F_s とし、1 つの窓内のサンプリング点の数を N_s とすると、脳波の周波数成分の分割区間はこれらの比 F_s/N_s で与えられることが知られている。このため、脳波の周波数の分割区間は 2Hz となる。本解析では、脳波として有効と言われている 4 - 22Hz の脳波の振幅スペクトルデータに着目するため、この区間の周波数において 2Hz 刻みで得る 10 の周波数における振幅スペクトル値を扱う。すなわち、10 次元のデータを扱うものとする。

ここで、平常状態の振幅スペクトル値の平均を脳波の周波数ごとに算出する。次に、音聴取時の脳波の振幅スペクトル値から平常時の平均スペクトルを差し引く。ここで得る値を特徴量とする。1 回の脳波計測から得る特徴量の数は 20 である。1 種類の音につき 2 回計測を行なうため、40 の特徴量を取得する。取得した特徴量は識別器へ入力する。本研究ではサポートベクタマシン(SVM)を用いて結果を抽出した。

C 研究結果

SVM を用いて聴いている音の高さの違いにより脳波データを 11 クラスに分類した結果、全被験者に共通して、RBF カーネルを用いた場合に識別率は最大となった。ただし、カーネル関数の最適パラメータは被験者ごとに異なる値であった。表 1 には、被験者において最も良好な識別率が得られたときの結果を記載している。この結果より、脳波データを用いて平均 24.5%の精度で聴いていた音の高さを識別できていることが分かる。次に、比較的識別率が良好であった被験者 18 の脳波データがどのように分類されたか調べる。表 2 は、実際に聞いていた音の周波数のクラス(正解クラス)ごとに、脳波データが判別されたクラス(判別クラス)のデータ数を記載している。まず、表の見方を説明する。たとえば、実際

には 125Hz の音を聴いていたときの脳波で、クラス分類により 250Hz の音を聴いていたときの脳波であると判別されたデータ数は 3 である。また、表 2 の対角線上に位置する赤い数値は、正解クラスに判別されたデータ数を示している。

表 1 各被験者における最大識別率

被験者	識別率 [%]	被験者	識別率 [%]
No.1	24.1	No.11	24.5
No.2	28.2	No.12	23.9
No.3	21.8	No.13	25.2
No.4	27.0	No.14	22.3
No.5	28.4	No.15	22.7
No.6	21.8	No.16	25.5
No.7	26.6	No.17	34.1
No.8	27.7	No.18	30.2
No.9	23.0	No.19	18.2
No.10	22.3	平均	24.5

判別クラス \ 正解クラス	125 Hz	250 Hz	500 Hz	800 Hz	1000 Hz	1500 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz
125Hz	18	3	4	2	1	5	2	0	1	3	1
250Hz	4	9	2	1	1	4	2	7	2	3	5
500Hz	4	0	23	0	0	1	4	0	5	2	1
800Hz	2	0	2	16	4	4	0	3	1	4	4
1000Hz	5	0	2	3	20	3	2	0	1	3	1
1500Hz	6	2	2	3	2	11	0	1	2	6	5
2000Hz	6	6	1	5	3	2	8	3	2	3	1
3000Hz	3	8	2	2	0	0	4	9	6	5	1
4000Hz	6	2	3	3	0	3	4	6	7	3	3
6000Hz	2	1	3	5	4	4	1	1	2	14	3
8000Hz	2	0	1	7	1	3	2	1	6	2	15

D 考察

表 2 より、被験者 No.18 の場合は 500Hz の音聴取時の脳波データのうち正しく識別されたデータ数は 23 であり、比較的多い。これに対し、4000Hz の音聴取時の脳波を分類したときには誤識別が多く起きている。このため、誤識別が起りやすいクラスと起りにくいクラスがあると言える。また、1500Hz の音を聴いているときの脳波データに着目すると、比較的音の高さの近い 2000Hz には一度も識別されていない。一方、音の高さが大きく異なる 125Hz には 6 回識別されている。このため、音の高さの近さは誤識別の

起りやすさと無関係であることが示唆される。

E 結論

本研究では、聴いている音の高さを脳波により識別することを目的とした。このため、実験では簡易型脳波計を用いて、健常者が様々な高さの音を聴いているときの脳波を計測した。解析では、被験者ごとに音の高さの違いにより脳波データを多クラス分類することを試みた。結果として、脳波により平均 24.5% の精度で 11 種類の音の高さを識別できることが示された。この精度はパターン認識の分野においてはまずまずの数値である。このため、将来的には耳鳴患者の脳波を用いて耳鳴音の高さを推定できる可能性があると考えている。

今後は、まず識別率を向上することを目指す。このためには、誤識別が起りやすいクラスと起りにくいクラスが存在する原因を調べる必要がある。識別率が向上すれば、実際に耳鳴患者の耳鳴がしているときの脳波を用い、耳鳴音の高さを推定することを目指す。

F 健康危険情報

特になし

G 研究発表

1. 論文発表

Yasuki Muto, Taiki Fuji, and Yasue Mitsukura, "Estimation of biological signal features indicating finding comfort changes by trail variation", Journal of Signal Processing, Vol. 17, No. 4, pp. 143-146, Jul. 2013

Koichi Takahashi and Yasue Mitsukura, "Fast and accurate image plane tracking using 2D- and 3D-based alignment", Journal of Signal Processing, Vol. 17, No. 4, pp. 147-150, Jul. 2013

○Kiminobu Nishimura, Yasue Mitsukura, Yohei Tomita, and Akira Hara, "Construction of sound-quality-evaluating system using EEG and GMDH-type neural network", Journal of Signal Processing, Vol. 17, No. 4, pp. 151-154, Jul. 2013

藤大樹, 満倉靖恵, "非乱雑環境下における進化的計算とパーティクルフィルタを用いたモデルベース位置合わせ", 電気学会論文誌 C, Vol. 133, No. 4, pp. 722-729, 2013年4月

鈴木聡, 満倉靖恵, "肌色検出と並列NNによる微小な顔の検出", Journal of Information, International Information Institute, Vol. 16, No. 7, pp. 4853-4860, 2013年7月

鈴木聡, 満倉靖恵, 高橋悟, "低解像度顔画像を対象とした顔モデルの構築", 電気学会論文誌 C, Vol. 133, No. 6, pp. 1837-1844, 2013年9

月

中西正樹, 奥川恭平, 高橋正樹, 満倉靖恵, "環境情報を考慮した電動車椅子制御のための眼電位を用いた随意性瞬目検出手法", 電気学会論文誌 C, Vol. 133, No. 10, pp. 1969-1975, 2013年10月

2. 学会発表

Masaki Nakanishi and Yasue Mitsukura, "Analysis of visual evoked potentials modulated by periodic binary sequences", Proc. of Sixth International Conference on Information, pp. 275-278, Tokyo (Japan), May 2013

Kiminobu Nishimura and Yasue Mitsukura, "Music quality evaluation system using bio-signal processing", Proc. of 11th International Conference on Quality Control by Artificial Vision (QCAV2013), pp. 117-120, Fukuoka (Japan), May 2013

○Yohei Tomita and Yasue Mitsukura, "Simultaneous analysis of NIRS and EEG signals for BCI", Proc. of Human System Interaction Conference (HSI 2013), Gdansk (Poland), Jun. 2013 (The Best Paper Award)

○Masaki Nakanishi, Yijun Wang, Yu-Te Wang, Yasue Mitsukura, and Tzyy-Ping Jung, "An approximation approach for rendering visual flickers in SSVEP-based BCI using monitor refresh rate", Proc. of 35th Annual International Conference of the IEEE EMBS (IEEE EMBC), pp. 2176-2179, Osaka (Japan), Jul. 2013

Koichi Takahashi and Yasue Mitsukura, "Head pose tracking system using a mobile device", Proc. of The 22nd IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN 2013), pp. 461-462, Gyeongju (Korea), Aug. 2013

Tatsuhiko Kokui, Hironori Takimoto, Yasue Mitsukura, Mitsuyoshi Kishihara, and Kensuke Okubo, "Color image modification based on visual saliency for guiding visual attention", Proc. of The 22nd IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN 2013), pp. 467-472, Gyeongju (Korea), Aug. 2013

Tomomi Nomura and Yasue Mitsukura, "EEG-based evaluation method for relaxing effect", Proc. of SICE Annual Conference 2013 (SICE 2013), pp. 2131-2135, Nagoya (Japan), Sep. 2013

Koichi Takahashi and Yasue Mitsukura, "Head pose tracking based on optimizing normalized cross-correlation", Proc. of SICE Annual Conference 2013 (SICE 2013), pp. 2513-2517, Nagoya (Japan), Sep. 2013

Riyo Ishida, Yasue Mitsukura, and Nozomu Hamada, "Multiple sound sources' tracking by mean shift algorithm for arbitrary microphone array configuration", Proc. of 2013 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA 2013), pp. 251-254, Nagoya (Japan), Oct. 2013

○Kento Yoshida, Yasue Mitsukura, and Nozomu Hamada, "The influence of unpleasant auditory stimuli on EEG spectra", Proc. of 2013 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA 2013), pp. 290-293, Nagoya (Japan), Oct. 2013

○Kiminobu Nishimura and Yasue Mitsukura, "Sound quality indicating system using EEG and GMDH-type neural network", Proc. of Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC 2013), Kaohsiung (Taiwan), Oct. 2013

Masaki Nakanishi, Yijun Wang, Yu-Te Wang, Yasue Mitsukura, and Tzzy-Ping Jung, "Integrating interference frequency components elicited by monitor refresh rate to enhance frequency detection of SSVEPs", Proc. of 6th Annual International IEEE EMBS Conference on Neural Engineering (IEEE NER), pp. 1092-1095, San Diego (USA), Nov. 2013

Shinsuke Okita, Yasue Mitsukura, and Nozomu Hamada, "Lip reading system using novel Japanese visemes classification and hierarchical weighted discrimination", Proc. of 2013 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS 2013), pp. 531-536, Okinawa (Japan), Nov. 2013

Ryotaro Nakamura, Yasue Mitsukura, and

Nozomu Hamada, "Iterative PCA approach for blind restoration of single blurred image", Proc. of 2013 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS 2013), pp. 543-546, Okinawa (Japan), Nov. 2013

Ryotaro Nakamura, Yasue Mitsukura, and Nozomu Hamada, "Blind restoration of single-channel image using iterative PCA", Proc. of 2013 IEEE Conference on Systems, Process & Control (ICSPC 2013), Kuala Lumpur (Malaysia), Dec. 2013

Suguru Kanoga and Yasue Mitsukura, "Construction of interest prediction models for nursery school child using a single-channel electroencephalograph", Proc. of 2013 IEEE Conference on Systems, Process & Control (ICSPC 2013), Kuala Lumpur (Malaysia), Dec. 2013 (Certificate of Best Presenter)

Shinsuke Okita, Yasue Mitsukura, and Nozomu Hamada, "Augmented classification of Japanese visemes and hierarchical weighted discrimination for visual speech recognition", Proc. of 2013 IEEE Conference on Systems, Process & Control (ICSPC 2013), Kuala Lumpur (Malaysia), Dec. 2013

Ai Kijima, Yasue Mitsukura, and Nozomu Hamada, "DOA estimation by 3-D microphone array in the presence of spatial aliasing", Proc. of 2013 IEEE Conference on

Systems, Process & Control (ICSPC 2013), Kuala Lumpur (Malaysia), Dec. 2013

叶賀卓, 満倉靖恵, "等張性運動時の脳波と筋電の干渉性を用いた意図と行為の関係解析", 知覚情報研究会, pp. 1-6, PI-13-8, 東京, 2013年4月

武藤保貴, 満倉靖恵, "生体信号を用いた自転車乗り心地評価のための特徴推定", 知覚情報研究会, pp. 7-12, PI-13-9, 東京, 2013年4月

荻野幹人, 満倉靖恵, "スマートフォンを用いた脳波解析システムの構築", 知覚情報研究会, pp. 13-16, PI-13-10, 東京, 2013年4月

佐藤敬子, 満倉靖恵, "物理的特性に着目した画像と音楽の相互作用の分析", 第19回画像センシングシンポジウム (SSII2013), IS3-12, 横浜, 2013年6月

高橋巧一, 満倉靖恵, "モバイル機器による簡易頭部モデルを用いた頭部姿勢推定", 第19回画像センシングシンポジウム (SSII2013), IS3-13, 横浜, 2013年6月

有田里美, 滝本裕則, 山内仁, 金川明弘, 満倉靖恵, "複数勾配特徴に基づく画像リターゲットング", 第19回画像センシングシンポジウム (SSII2013), IS3-21, 横浜, 2013年6月

Kiminobu Nishimura, Yasue Mitsukura, "Loudspeaker sound quality evaluation using EEG and GMDH-type neural network", 電気学会 電子・情報・システム部門大会, pp. 726-730, 北見, 2013年9月

Riyo Ishida, Yasue Mitsukura, Nozomu Hamada, "Tracking of multiple sound sources by using mean shift algorithm for arbitrary microphone array configuration", 電気学会 電子・情報・システム部門大会, pp. 745-750, 北見, 2013年9月

高橋巧一, 満倉靖恵, "簡易頭部モデルを用いた粗密探索法に基づく頭部姿勢推定", 電気学会 電子・情報・システム部門大会, pp. 751-754, 北見, 2013年9月

叶賀卓, 満倉靖恵, "脳波と進化型 PLS 法を用いた保育園児の興味・関心解析", 電気学会 電子・情報・システム部門大会, pp. 938-943, 北見, 2013年9月

武藤保貴, 満倉靖恵, "生体信号を用いた自転車の乗り心地予測モデルの構築", 電気学会 電子・情報・システム部門大会, pp. 1112-1117, 北見, 2013年9月

叶賀卓, 満倉靖恵, "単極脳波計を用いた保育園児の興味関心状態推定モデルの一考察", 第23回インテリジェント・システム・シンポジウム (FAN2013), pp. 243-248, ST-13-076, 福岡, 2013年9月

○野村知美, 満倉靖恵, "脳波を用いたストレス軽減効果の解析", 第23回インテリジェント・システム・シンポジウム (FAN2013), pp. 249-252, ST-13-077, 福岡, 2013年9月

中西正樹, 満倉靖恵, "周期的符号変調刺激により誘発された視覚誘発電位の解析", 第56回

自動制御連合講演会, pp. 524-527, 新潟, 2013年11月

H 知的財産権の出願・登録状況

出願番号: 2010-056863

発明の名称: ヒトの感覚判定方法及びその判定装置

耳鳴患者に対する経頭蓋直流電気刺激(tDCS)と安静時 fMRI 機能的結合による評価

代表研究者：小川 郁 (慶應義塾大学医学部耳鼻咽喉科)

分担研究者：大石 直樹 (慶應義塾大学医学部耳鼻咽喉科)

共同研究者：南 修司郎 (東京医療センター)

共同研究者：渡部 高久 (慶應義塾大学医学部耳鼻咽喉科)

研究要旨

耳鳴の中枢性関与を他覚的に明らかにするために、耳鳴患者に対して経頭蓋直流電気刺激(tDCS)を施行前後に安静時機能的MRIを撮影し、頭蓋内の機能的結合変化と耳鳴の変化との関連を他覚的に調べた。耳鳴患者は健常者に比べて、左右聴覚野間の機能的結合が有意に減少していた。また、耳鳴患者では前帯状回と聴覚野との間に統計学的に有意な機能的結合がみられた。tDCSを施行した12例全体では、耳鳴の有意な改善は得られず、またfMRI画像上の有意な変化も見られなかった。一方、tDCSにて左右聴覚野の機能的結合が0.2以上改善した6症例では、耳鳴の苦痛度の有意な改善が得られた。

研究目的

耳鳴の中枢性起源を示唆する所見は徐々に蓄積されてきている。特に脳磁図やPETなどを用いた脳機能画像によって、聴覚野を中心とする評価が行われてきているが、耳鳴の他覚的検査として臨床の場で十分に用いられるには至っていない。また、耳鳴患者における前頭前野や前帯状回などの大脳皮質と聴覚野との関連を調べた報告はあまりみられない。そこで今回我々は、耳鳴の他覚的検査の確立を目指して、1) 安静時機能的MRI撮影を耳鳴患者に対して施行した。また、耳鳴の中枢性関与、特に非聴覚野の関与を明らかにするために、2) 前頭前野や前帯状回と聴覚野との機能的結合について調べた。さらに、耳鳴患者における中枢の可塑性を誘導することを目的に、3) 経頭蓋直流電気刺激(tDCS)を耳鳴患者に対して施行し、かつ施行前後で機能的MRIを撮影することで、tDCS刺激後の機能

的結合の変化について調べた。

研究方法

慶應義塾大学病院耳鼻咽喉科外来を受診した慢性耳鳴患者で、当研究の同意が得られた成人症例を対象とした。また耳鳴の無いコントロールとして、慶應義塾大学病院耳鼻咽喉科外来を受診し耳鳴症状の無い難聴患者で当研究の同意が得られた成人症例または健康な成人ボランティアを対象とした。MRI撮影は、1.5TのMRI(フィリップス社)を用いた。tDCS装置はNeuroConn社製のDC-Stimulatorを用いた。tDCS刺激部位は、左後上側頭回(国際10-20法でTP7とC5の1/3点)を陰極刺激、右後上側頭回(TP8とC6の1/3点)を陽極刺激とし、刺激強度は1mA、刺激時間は10分とした。fMRIデータの解析には、Matlab上のソフトウェアConnを用いた。倫理面への配慮本研究は、慶應義塾大学医学部倫理委員会の承認を得た。

研究施行にあたって、当該患者からは十分はインフォームドコンセントを得た。

研究結果

耳鳴患者（N=12）は、健常者（N=18）に比べて、左右聴覚野間の機能的結合が統計学的に有意に減少していた。また、耳鳴患者では前帯状回と聴覚野との間に統計学的に有意な機能的結合がみられた。tDCS 施行前後では、健常者・耳鳴患者とも左右聴覚野間に有意な機能的結合の変化は認められなかった。また耳鳴患者の耳鳴苦痛度も有意な改善は得られなかった。但し、tDCS にて左右聴覚野の機能的結合が 0.2 以上改善した 6 症例では、耳鳴の苦痛度の有意な改善が得られた。

考察

安静時機能的MRI 撮影は、耳鳴患者における中枢性変化を他覚的に捉えるために有用な検査である可能性が示唆された。左右聴覚野の機能的結合度が耳鳴患者において低くなることは先行研究においても示されているが、前頭前野や前帯状回といった非聴覚路との機能的結合を示せたことは、耳鳴の中枢性治療の根拠となり得る重要な情報と思われた。tDCS 刺激は、反復性経頭蓋磁気刺激（rTMS）に比べてより簡便に治療可能であり、汎用化が期待できる治療法であるが、全体としては耳鳴の有意な改善は得られなかった。ただし、症例によってはfMRIによる他覚的所見および耳鳴苦痛度が改善しており、有効な症例を選択する基準を示すことが今後できれば、治療法の一つとして臨床応用できる可能性があると考えられた。

結論

機能的MRIは、耳鳴の他覚的評価法として有用である可能性が示唆された。またtDCS刺激は、一部の耳鳴患者において中枢の可塑性を誘導し、耳鳴治療への臨床応用が可能である可能性が示唆された。

健康危険情報

特になし

研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

・南 修司郎、大石直樹、渡部高久、神崎 晶、新田清一、小川 郁。安静時fMRIを用いた耳鳴患者のfunctional connectivity解析。第114回日本耳鼻咽喉科学会学術講演会2013年5月 札幌。

・渡部高久、大石直樹、南修司郎、小島敬史、山田浩之、稲垣洋三、若林聡子、神崎晶、小川郁。健聴者における安静時fMRIによる聴覚中枢を中心とした機能的結合の評価。第23回日本耳科学会学術講演 2013年11月 宮崎。

・南修司郎、大石直樹、渡部高久、加我君孝、小川郁。耳鳴に対する経頭蓋直流電気刺激と安静時fMRI機能結合による評価。第23回日本耳科学会学術講演 2013年11月 宮崎。

知的財産権の出願・登録状況

（予定を含む。）

1. 特許取得

未定

2. 実用新案登録

未定

3. その他

なし

研究成果の刊行に関する一覧表

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書 籍 名	出版社名	出版地	出版年	ページ
なし							

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Kiminobu Nishimura, Yasue Mitsukura, Yohei Tomita, and Akira Hara	Construction of sound-quality-evaluating system using EEG and GMDH-type neural network	Journal of Signal Processing	Vol. 17, No. 4	p. 151-154	Jul. 2013
小川 郁	聴覚異常感の病態とその中枢性制御	第114回日本耳鼻咽喉科学会総会宿題報告			2013

