

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 5 日現在

機関番号：32620

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2011～2012

課題番号：23700862

研究課題名（和文）騒音下に於ける音楽聴取時の外耳道音圧計測

研究課題名（英文）Measurement of sound pressure in external auditory meatus during listening to music in noisy environments

研究代表者

伊藤 麻美（ASAMI ITOH）

順天堂大学・医学部・助手

研究者番号：60384111

研究成果の概要（和文）：

本研究では様々な質、レベル、持続時間の騒音下に於いて、携帯音楽プレーヤーで音楽を聴く場合の外耳道音圧を計測し、静寂な環境下で音楽を聴く場合に対して、騒音環境下ではどれほど難聴の危険性が高まるかを、定量的に解析した。

これまでの研究では、電気通信大学小池研究室の協力のもと、騒音室に電車内の騒音を再現した場合の大学生 7 名の外耳道内音圧を計測し、静かな環境では外耳道音圧は最大でも 85 dB 程度であったが、車内環境に合わせて各被験者に適当に音量を調節してもらった結果、外耳道音圧が 90～100 dB に達する被験者が存在した。これは、難聴の危険性を強く示唆する結果である。この様に一定の環境下で計測を行うことができ、個人差、音楽再生装置の差、騒音・音楽ソースの差などを、客観的に評価し、正確な統計学的データを取得可能となると考えられる。

更に実験動物（マウス）においても同様の騒音暴露実験を行うため、本講座防音施設内においてマウス用騒音暴露実験装置を開発した。

研究成果の概要（英文）：

In this study, sound pressure in the external auditory meatus (EAM) of subjects who are listening to music on a portable music player was measured in various noisy environments, and the risk of hearing loss due to listen to music in noisy environment was investigated. Sound pressure in the EAM was measured in seven subjects in a sound booth system which was able to reproduce the noisy environments in a train. The sound pressure level in the EAM reached to 90 - 100 dB in some subject although the sound pressure level was approximately 85 dB when they were listen to music in silent environment. This result strongly suggests the risk of hearing loss. This method makes it possible to conduct measurements under constant environment and to objectively evaluate individual differences and differences in music devices, music sources, and noises.

To conduct similar experiments in mice, a system for noise exposure experiments for mice was developed. For the next step, the effects on the inner ear will be investigated by measuring the sound pressure in the EAM using the system.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・生活科学一般
キーワード：ライフスタイル

1. 研究開始当初の背景

近年、携帯音楽プレーヤーの小型化・大容量化・低価格化などの技術革新が進み、多くの人が屋外で音楽を聞くことができるようになった。更に、音楽のネットワーク配信の普及により、音楽は、イヤホンやヘッドホンを使い、屋外で聞くというライフスタイルが、特に若年層で形成されている。これに伴い、屋外の騒音環境下で、大音量で音楽を聴くことによる内耳障害が懸念されている。近年では、携帯音楽デバイスのファッション性や音質が高まったことで、若年層以外にも広い年齢層でユーザー数が増加し、それに伴い、携帯音楽デバイスの使用に関連した難聴が発生する懸念が高まっている。米国でも、携帯音楽プレーヤーが難聴を招く懸念について、議会が国立聴覚・伝達障害研究所(NIDCD)に調査を要求するなど、大きな問題となっている。

上記のように、携帯音楽プレーヤーによる難聴の不安が指摘されながらも、具体的な防止策はとられていないのが現状である。その背景として、実際にどの様な環境下でどの程度の危険性があるのかを定量的に示した例は無いため、科学的な防止策の制定が困難ということがある。各人が音楽を聞く場合の内耳への悪影響は、イヤホンの形態など、ハードウェア的な問題だけではなく、音楽を聴く環境のノイズ、好みの音楽の種類や音量など、定量化が困難な部分が多くある。しかし、静寂な環境下よりも騒音環境下の方が、半ば無意識にプレーヤーのボリュームを上げる事は通常起こり得ることであり、この音圧増加量は、周囲の環境ノイズのレベルや周波数構成によって、影響を受けるものと考えられる。

そこで申請者は、交差点や駅などの環境ノイズを定量的に再現できる装置を構築し、その環境下で、被験者が携帯音楽プレーヤーで音楽を聴いた場合の、外耳道内音圧を直接計測することにより、静寂環境下に対し騒音環境下ではどの程度蝸牛に負担を与えるのかを定量的に示せるのではないかとこの着想に至った。

2. 研究の目的

本研究では様々な質、レベル、持続時間の騒音下に於いて、携帯音楽プレーヤーで音楽を聴く場合の外耳道音圧を計測し、静寂な環境下で音楽を聴く場合に対して、騒音環境下ではどれほど難聴の危険性が高まるのかを、定量的に明らかにする。

騒音環境下で聴取する音楽の音圧レベルは、環境ノイズのレベルのみならず、環境ノイズの質(周波数特性、持続度など)、更には、聞いている音楽のジャンルにも依存し、また、個人差も大きいと思われる。本研究では、これらを定量的に制御した環境下で、外耳道内音圧の計測を行ない、様々な条件下に於ける内耳障害の危険性を定量化し、内耳障害を避けるための指標を策定する。

騒音環境下で聴取する音楽の音圧レベルによる内耳障害を避けるための指標を策定するため、騒音を定量的に制御した環境下において音楽を聴取した場合の外耳道内音圧計測を行ない、内耳障害の危険性を定量化する。

環境ノイズの定量的構築の着眼点

- ・環境ノイズの再現化装置の構築
- ・携帯音楽プレーヤーによる音楽聴取時の外耳道内音圧の直接計測および内耳障害の定

量的評価

- ・個人差の検討・定量化
- ・音響・デジタル制御技術の活用

本研究の特色は、交差点や駅などの環境ノイズを定量的に再現できる装置（騒音室）を新たに構築し、その環境下で、被験者が携帯音楽プレーヤーで音楽を聴いた場合の外耳道内音圧をプローブ型マイクロホンにより直接計測することである。環境ノイズを定量化し、再現性良く被験者に与えることで、環境ノイズのレベル、周波数特性、持続度などが騒音環境下で音楽を聴いた場合の内耳障害におよぼす影響を定量的に評価できる。また、本騒音室を用いることで各被験者の個人差も全く同じ条件下で評価が可能である。騒音室の構築には、音響・デジタル制御技術が必要である。本研究では、電気通信大学・小池研究室の協力を仰ぎ、良質な実験環境を構築する。

騒音室と周辺装置

防音室内に騒音計（マイク）とスピーカーを配置し、スピーカーより、各種のノイズやあらかじめデジタル録音した交差点、駅・車内、工事現場等の環境ノイズを再生する。その時の被験者近傍の音波をマイクで計測し、PCにより短時間フーリエ変換などの音響解析を行う。その結果をもとに、スピーカーへ送る信号を制御することで、内部の騒音状態を実際の騒音状態と定量的に等価な状態に設定・再現できる騒音室を構築する。

3. 研究の方法

以下の項目により解析を行う。

- ① 環境ノイズ再生・計測のための騒音室の構築
- ② 実騒音のデジタル録音と騒音レベルの計測

- ③ 騒音室内の等価騒音レベルの制御と各騒音の周波数成分・時間的変化の解析
- ④ 携帯音楽プレーヤーによる音楽聴取時の被験者外耳道内音圧の計測
- ⑤ 静寂な環境下から騒音環境へと変化した場合の外耳道音圧変化の定量化
- ⑥ 使用するヘッドホンの違いによる内耳障害の危険性の評価
- ⑦ 環境ノイズの質、聴取音楽の質、被験者の個人差、年齢差、性差等についての検討
- ⑧ 様々な条件下における内耳障害危険性の定量化と内耳障害を避けるための指標の策定

1. 騒音室を構築。機器の制御および音波の解析には、計測制御用グラフィカルプログラム開発環境である LabVIEW を利用し、効率的な実験環境作りを行なう。（研究協力者：電気通信大学大学院生、田地良輔）

外耳道内音圧計測の作製

携帯音楽プレーヤーのヘッドホンをした状態の外耳道に、チューブタイプのマイクロホンを挿入し、外耳道内の音楽の音圧を計測する。周囲の環境騒音により、被験者がどの程度音楽の音圧を上げるのかを、直接定量的に測定する。

2. 交差点、駅・車内、工事現場など、様々な周波数成分、時間的変化をもった騒音をデジタル録音すると共に、各環境下の騒音レベルを計測する。

3. 集録した騒音データを、上述 1 で構築した騒音室内で再生し、騒音室内マイクでモニターし、騒音室内の等価騒音レベル、各騒音に含まれる周波数成分、およびその時間的変化を、実際の騒音と同等となるよう制御する。

4. 被験者を騒音室内に入れ、まず静寂な環

境下に於いて、携帯音楽プレーヤーのヘッドホンまたはイヤホンにより、各自の心地よい音量で音楽を聴いてもらう。その時の外耳道内音圧を、チューブ型のマイクロホンにより計測する。

5. 上述 3 の再現騒音環境下で、同様に各自の心地よい音量で音楽を聴いてもらい、その時の外耳道内音圧を計測する。静寂な環境下に対する騒音環境下の音圧の増加量を定量的に求める。

6. 上述 4, 5 を、騒音のレベル、種類、持続時間および聴取している音楽を変えて行なう。また、使用するヘッドホン・イヤホンの種類を変えて計測し、これら各パラメータの影響を検討する。

7. 上記で絞り込んだ影響の強いパラメータを変化させて、多くの被験者について計測を行い、被験者の個人差、年齢差、性差等について、検討を行なう。

8. 以上の計測より、様々な条件下に於ける内耳障害の危険性を定量化し、内耳障害を避けるための指標を策定する。

4. 研究成果

本研究では様々な質、レベル、持続時間の騒音下に於いて、携帯音楽プレーヤーで音楽を聴く場合の外耳道音圧を計測し、静寂な環境下で音楽を聴く場合に対して、騒音環境下ではどれほど難聴の危険性が高まるのかを、定量的に明らかにすることを目的とした。

これまでの研究では、電気通信大学小池研究室の協力のもと、騒音室に電車内の騒音を再現した場合の大学生 7 名の外耳道内音圧を計測し、静かな環境では外耳道音圧は最大でも 85 dB 程度であったが、車内環境に合わせて各被験者に適当に音量を調節してもらった結果、外耳道音圧が 90~100 dB に達する被験者が存在した。これは、難聴の危険性を強

く示唆する結果である。この様に一定の環境下で計測を行うことができ、個人差、音楽再生装置の差、騒音・音楽ソースの差などを、客観的に評価し、正確な統計学的データを取得可能となると考えられる。

更に実験動物（マウス）においても同様の騒音暴露実験を行うため、本講座防音施設内においてマウス用騒音暴露実験装置を開発した。今後は同装置を用い上記の外耳道音圧測定を行うことにより内耳への影響を解析する予定である。

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)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤 麻美 (Itoh Asami)
順天堂大学・医学部・助手
研究者番号：60384111