

学位論文

# 音楽が疼痛閾値に与える影響

武井 賢郎

大学院歯学独立研究科 顎口腔機能制御学講座  
(主指導教員：富田 美穂子 准教授)

松本歯科大学大学院歯学独立研究科博士(歯学)学位申請論文

The effects of music listening on the pain threshold

Kenro Takei

Department of Oral and Maxillofacial Biology, Graduate School of Oral  
Medicine  
(Chief Academic Advisor : Associate Professor Mihoko Tomida)

The thesis submitted to the Graduate School of Oral Medicine,  
Matsumoto Dental University, for the degree Ph.D. (in Dentistry)

## 要 旨

### 【背景と目的】

痛みは組織の障害や疾患を認識させる重要な感覚であるが、不快感や機能障害をもたらすことが多く QOL (Quality of Life) の低下につながる。しかしそのような痛みは、スポーツ等他の事に熱中している時は認知が低下するという事例が多数報告されているため、痛みの認知は行動や情動と密接な関係があることが示唆される。そこで、多様な条件を加えた時の侵害刺激に対する認知程度を VAS (Visual Analog Scale) を用いて調べた結果、音楽を聞いている時は痛みの認知程度が低下する事がわかった。そこで本研究では、音楽を聞くことにより疼痛閾値はどの程度変化するか、また侵害刺激に反応していた帯状回の神経活動は音楽を聞くことにより変化するかを検討した。

### 【方法】

被験者 45 名を対象に前腕内側と足首内側に電極を貼り知覚・痛覚定量分析装置 (Pain Vision® PS-2100N: ニプロ株式会社) を用いて、無条件時と3種類の音楽 (ポップス・バラード・クラシック) を聞かせたときの知覚閾値 (最小感知電流値) と疼痛閾値 (痛み対応電流値) を測定し比較検討した。さらに、口腔内測定用の電極を舌・頬粘膜・上顎歯肉・下顎歯肉に置き、上記と同様に無条件時と3種類の音楽を聞かせたときの疼痛閾値を測定し比較検討した。また、被験者 8 名を対象に Pain Vision から流れる電流  $80 \mu A$  を侵害刺激として足首内側に与えた時の帯状回の神経活動を機能的磁気共鳴装置 (fMRI) で調べ、無条件時と3種類の音楽を流している時の活動状態を比較した。

### 【結果と考察】

前腕の知覚閾値では無条件と3種類の音楽による4条件下での有意差は認められなかったが、前腕の痛覚閾値、足首の知覚閾値、足首の痛覚閾値では4条件下での有意差が認められた (Friedman test: 順に  $p < 0.001$ ,

$p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ). また口腔内4箇所においても4条件下での有意差が認められた (Friedman test:  $p < 0.01$ ). 各部位のそれぞれの2条件を Wilcoxon signed-ranks test を用いて比較した場合, 前腕知覚閾値ではポップスとバラード, ポップスとクラシックの間に有意差が認められ, 痛覚閾値ではクラシックと他3条件の間に有意差が認められた(2条件間のうち後者が前者に比較して閾値が上昇). 足首知覚閾値では無条件とポップス, 無条件とクラシック, バラードとクラシックの間に有意差が認められ, 痛覚閾値では無条件とバラード, 無条件とクラシック, ポップスとバラード, ポップスとクラシックとの間に有意差が認められた. 舌の疼痛閾値は無条件とバラード, 無条件とクラシック, ポップスとクラシックの間に有意差が認められ, 頬粘膜の疼痛閾値は無条件とバラード, 無条件とクラシック, ポップスとバラード, ポップスとクラシックの間に有意差が認められ, 上顎歯肉では無条件とバラード, 無条件とクラシック, ポップスとバラードの間に有意差が認められ, 下顎歯肉では, 無条件とバラード, 無条件とクラシック, ポップスとクラシックの間に有意差が認められた. fMRI の実験では, 侵害刺激に反応を示した帯状回での神経活動がポップスを聞くことにより2名, バラードを聞くことにより1名, クラシックを聞くことにより2名の被験者において減弱した. これらの結果より, バラードやクラシックのようなスローテンポの曲を聞くことは疼痛緩和に非常に有効であることが示唆された. これは音楽の気分や感情に与える心理的作用と痛覚伝導系への抑制作用によるものだと考えられた.

## 緒 言

痛みは組織の障害や疾患を認識させる非常に重要な感覚の1つであるが、身体的、精神的、社会的、霊的な側面が複雑に影響し合う苦痛を伴うものである<sup>1)</sup>。痛みの原因が何であれ、不安、いらだち、恐怖、孤立などの感情は痛みを増幅させ、スポーツ等への集中、患部をさするなどの触覚刺激、四肢を振るような運動行動は痛みの認知程度を緩和させる事が出来る。このように痛みの認知は環境や精神状態に左右されるために、痛みのマネジメントには環境改善や心のケアの取り組みが必要である<sup>2)</sup>。

このように痛みは臨床の現場において非常に重要な感覚であるため適切な評価が必要であるにも関わらず、痛みは主観的体験で客観的評価は困難であるとされ臨床場面における評価は、痛みスケール、質問票、行動評価などが用いられてきた。しかし知覚・痛覚定量分析装置(Pain Vision®PS-2100N)<sup>3)</sup>が開発され、痛みの強さを定量的に測定することが可能となり、一方では機能的磁気共鳴画像法(fMRI)やポジトロン断層法(PET)などの非侵襲的な機能画像研究の発展により、疼痛に対する脳内基盤の研究が進められるようになった<sup>4)</sup>。また治療においては疼痛緩和が最も優先されることであり、数十年前より音楽療法が看護領域で取り入れられている。音楽療法は、音刺激、音楽、音楽活動のもたらす諸機能を活用した療法的アプローチであり、音刺激による生理的作用、音楽による気分や感情に及ぼす心理作用、音楽を共有することによる人間社会におけるコミュニケーションの確立等により個人のスピリチュアリティに音楽を結び付けることによって、障害や疾病の苦しみを軽減し健康とQOL(Quality of life)の向上に貢献しようとするものである。音楽療法の効果としては痛みに対する不安に対して有益である<sup>5)</sup>、体温上昇作用や心拍数が緩やかになる<sup>6)</sup>、唾液中のコルチゾールが減少する<sup>7)</sup>、痛み自体を緩和する<sup>8)</sup>等の報告はあるものの、それらの効果を定量的に評価した報告はなく、そのメカニズムも未だ解明されていない。

そこで本研究では、Pain Vision®を用いて皮膚と口腔内における音楽による疼痛閾値の変化を定量的に評価するとともに、情動に関与する帯状回の侵害刺激に反応する神経活動が音楽により変化するかを調べた。

## 方 法

### 1. 被験者

知覚閾値と痛覚閾値の研究における被験者は、22歳から57歳までの成人ボランティアの計45名(男性23名,女性22名)とした。被験者選択における包含基準は、聴覚に問題がない、向精神薬の投薬を受けてない、神経に異常がないとした。また、機能的磁気共鳴装置(fMRI)の研究における被験者は、25歳から64歳までの成人ボランティア男性8名とした。この研究における包含基準は、上記の基準に加えて閉所恐怖症でない人とした。なお本研究に先立ち、本学研究等倫理審査委員会の承認(許可番号145号)を得るとともに、本研究内容を十分に説明して本人から同意が得られた人のみを被験者とした。

### 2. 知覚閾値および疼痛閾値の測定

閉塞感を感じない程度の広さがあり、温度(23℃)と湿度(40%)が一定に保たれる静かな部屋で被験者を背もたれのある椅子に座らせ開眼状態のままヘッドホン(MDR-D777:ソニー株式会社)を装着させ、測定部位の右前腕内側および右足首内側にディスプレイ電極(EL-BAND:ニプロ株式会社)を貼付した(図1-A)。知覚・痛覚定量分析装置(Pain Vision®PS-2100N:ニプロ株式会社)(図1-B)と接続したコンピューター画面のスタートボタンを押すとPain Visionより徐々に増大する刺激電流(パルス電流 0.3msec, 50Hz)が流れるので、被験者が初めて刺激を認知した時点で停止用ハンドスイッチを押してもらう<sup>9,10</sup>。これを知覚閾値(最小感知電流値)とし、3回の測定で平均値を求めた。同様に刺激電流が徐々に増大していく中で痛みを感じた時に停止用ハンドスイッチを押してもらう。これを痛覚閾値(痛み対応電流値)とし、3回の測定で平均値を求めた。電流の上昇時間は最少感知電流100秒、痛み対応電流50秒、上昇電流リミットは256μAとした。各測定のインターバルは、知覚閾値の測定は20秒、痛覚閾値の測定は1分とした。引き続き、音量を被験者の心地良い程度に調節してもらい、ポップス(歌手不定・歌詞あり:Best Hit 80's Pop & Rock)をヘッドホンから流し2分間聞かせ、その後音楽を流しながら前腕の知覚閾値と痛覚閾値、足首の知覚閾値と痛覚閾値を測定した。次

にバラード(藤田恵美-歌詞あり: Amomile Best Audio)を流し2分間聞いてもらい、その後音楽を流しながら前腕の知覚閾値と痛覚閾値、足首の知覚閾値と痛覚閾値をそれぞれ測定した。最後にクラシック(Artur Rubinstein-歌詞なし: The Chopin collection)を流し2分間聞いてもらい、その後音楽を流しながら前腕の知覚閾値と痛覚閾値、足首の知覚閾値と痛覚閾値をそれぞれ測定した。上記3種類の音楽を聞いている時と、音が流れていない時(無条件)の知覚閾値と痛覚閾値を比較検討した。さらに嗜好性の関連を調べるために3種類の音楽のうちどの音楽が好きかを答えてもらった。

### 3. 口腔内の痛覚閾値の測定

ヘッドホンを装着した被験者に対して、特別に作製された口腔内電極(図1-C)を測定部位の口腔内4箇所(右側:舌背,頬粘膜,上顎大臼歯部歯肉,下顎大臼歯部歯肉)におき、各部位の痛覚閾値を測定した。前腕や足首と同様に刺激を与えるインターバルを1分に設定し各部位3回の測定で平均値を求めた。次にヘッドホンからポップスを流し2分間聞かせた後、舌背,頬粘膜,上顎大臼歯部歯肉,下顎大臼歯部歯肉の痛覚閾値を測定した。その後曲をバラードに変更して2分間聞かせた後、舌背,頬粘膜,上顎大臼歯部歯肉,下顎大臼歯部歯肉の痛覚閾値を測定した。引き続きクラシックを流し2分間聞かせた後、舌背,頬粘膜,上顎大臼歯部歯肉,下顎大臼歯部歯肉の痛覚閾値を測定し、無条件時と3種類の音楽を聞いている時との痛覚閾値をそれぞれ比較検討した。

### 4. 解析方法

前腕と足首の知覚閾値と痛覚閾値および口腔内4箇所の痛覚閾値についての検定は、SPSS Statistics 17.0(IBM)を用いて、各部位それぞれにおいてFriedman検定を用いて比較を行い、その後の各2条件間の検定をWilcoxonの符号付順位和検定で行った。いずれも危険率5%未満を有意差ありとした。

### 5. 機能的磁気共鳴画像を用いた研究

樹脂で作製されたヘッドホンを装着した被験者の右足首内側にディスプレイ電極を貼付し、Pain Vision®から流れる  $80 \mu A$  の電流を侵害刺激とした。岐阜県揖斐厚生病院の装置 Signa MR/i Echo Speed 1.5T (GE社製) を用いて足首に侵害刺激を与えた時に反応する脳内神経活動を調べた。Blood Oxygen Level Dependent (BOLD) 法の撮像条件は、TR4,000ms, TE44msec, flip angle=90 °C, FOV240mm, Matrix64 × 64, Slice thickness 3.8mmとした。On, off時各 32 秒間のタスクデザイン(図2)に沿って研究を進行させ、1回のon時にPain Vision®からの侵害刺激(4秒間)をインターバル 4 秒で 4 回与える。最初の 4 サイクルのon時は侵害刺激のみを与え、次にポップスをヘッドホンから流し 4 サイクルのon時に侵害刺激を与え、引き続き音楽をバラードに変更し次の 4 サイクルのon時に侵害刺激を与え、最後に音楽をクラシックに変更しその後の 4 サイクルのon時に侵害刺激を与えた。画像解析は、SPM5(Wellcome Department of Cognitive Neurology)と MATLAB 6.5.2 を用いて各条件でのon時とoff時の画像を比較し、全脳領域の中から賦活領域を抽出し、帯状回の神経活動を各条件下で比較検討した。

## 結 果

### 1. 知覚閾値および疼痛閾値の測定

#### 1) 前腕

無条件、ポップス、バラード、クラシックを聞いている時の知覚閾値はそれぞれ、 $8.3 \pm 2.7$ ,  $10.2 \pm 12.4$ ,  $12.1 \pm 15.8$ ,  $11.7 \pm 16.3 \mu A$  であり、Friedman test では有意差が認められなかったが、ポップスとバラード、ポップスとクラシックの間に有意差が認められた(Wilcoxon signed-ranks test:  $p < 0.01$ ) (図3)。

無条件、ポップス、バラード、クラシックを聞いている時の痛覚閾値はそれぞれ  $33.3 \pm 21.4$ ,  $33.3 \pm 27.8$ ,  $37.0 \pm 26.8$ ,  $44.0 \pm 28.6 \mu A$  であり、Friedman test ( $p < 0.001$ ) で有意差が認められ、クラシックと他 3 条件の間に有意差が

認められた(Wilcoxon signed-ranks test:  $p < 0.01$ ) (図4).

## 2) 足首

無条件, ポップス, バラード, クラシックを聞いている時の知覚閾値はそれぞれ  $17.3 \pm 8.4$ ,  $24.0 \pm 22.3$ ,  $22.6 \pm 20.8$ ,  $25.8 \pm 28.0 \mu\text{A}$  であり, Friedman test ( $p < 0.05$ ) で有意差が認められ, 無条件とポップス, 無条件とクラシック, バラードとクラシックの間に有意差が認められた(Wilcoxon signed-ranks test: 無条件とポップス  $p < 0.01$ ; 無条件とクラシック・バラードとクラシック  $p < 0.05$ ) (図5).

無条件, ポップス, バラード, クラシックを聞いている時の足首での痛覚閾値はそれぞれ  $45.8 \pm 32.7$ ,  $46.6 \pm 33.3$ ,  $53.7 \pm 38.6$ ,  $58.5 \pm 41.4 \mu\text{A}$  であり, Friedman test ( $p < 0.01$ ) で有意差が認められ, 無条件とバラード, 無条件とクラシック, ポップスとバラード, ポップスとクラシックの間に有意差が認められた(Wilcoxon signed-ranks test: 無条件とクラシック  $p < 0.01$ ; 無条件とバラード・ポップスとバラード・ポップスとクラシック  $p < 0.05$ ) (図6).

## 3) 口腔内の測定部位

無条件, ポップス, バラード, クラシックを聞いている時の舌の痛覚閾値は, それぞれ  $32.1 \pm 21.2$ ,  $34.5 \pm 25.8$ ,  $38.0 \pm 25.0$ ,  $44.6 \pm 24.4 \mu\text{A}$  であり, Friedman test ( $p < 0.01$ ) で有意差が認められ, 無条件とバラード, 無条件とクラシック, ポップスとクラシックの間に有意差が認められた(Wilcoxon signed-ranks test: 無条件とクラシック  $p < 0.01$ ; 無条件とバラード・ポップスとクラシック  $p < 0.05$ ) (図7).

無条件, ポップス, バラード, クラシックを聞いている時の頬粘膜の痛覚閾値はそれぞれ,  $38.4 \pm 23.5$ ,  $41.5 \pm 21.6$ ,  $48.9 \pm 28.3$ ,  $52.6 \pm 26.4 \mu\text{A}$  であり, Friedman test ( $p < 0.01$ ) で有意差が認められ, 無条件とバラード, 無条件とクラシック, ポップスとバラード, ポップスとクラシックの間に有意差が認められた(Wilcoxon signed-ranks test: ポップスとクラシック  $p < 0.01$ ; 無条件とバラード・無条件とクラシック・ポップスとバラード  $p < 0.05$ ) (図8).

無条件, ポップス, バラード, クラシックを聞いている時の上顎歯肉の痛覚

閾値は、それぞれ  $22.8 \pm 10.8$ ,  $25.8 \pm 16.6$ ,  $29.0 \pm 14.5$ ,  $28.6 \pm 13.8 \mu\text{A}$  であり, Friedman test ( $p < 0.01$ ) で有意差が認められ, 無条件とバラード, 無条件とクラシック, ポップスとバラードの間に有意差が認められた (Wilcoxon signed-ranks test 無条件とバラード  $p < 0.01$ ; 無条件とクラシック・ポップスとバラード  $p < 0.05$ ) (図 9).

無条件, ポップス, バラード, クラシックを聞いている時の下顎歯肉の痛覚閾値はそれぞれ  $22.1 \pm 12.3$ ,  $27.7 \pm 21.4$ ,  $30.2 \pm 19.6$ ,  $34.0 \pm 20.3 \mu\text{A}$  であり, Friedman test ( $p < 0.01$ ) で有意差が認められ, 無条件とバラード, 無条件とクラシック, ポップスとクラシックの間に有意差が認められた (Wilcoxon signed-ranks test 無条件とバラード・無条件とクラシック  $p < 0.01$ ; ポップスとクラシック  $p < 0.05$ ) (図 10).

#### 4) 音楽の質

皮膚上 2箇所と口腔内 4箇所の疼痛閾値を測定したところ, 音楽の種類により有意差が認められた部位の数は, 無条件とバラードでは 4部位, 無条件とクラシックでは 6部位, ポップスとバラードでは 3部位, ポップスとクラシックでは 5部位, バラードとクラシックでは 1部位であった (表 1). 各部位による無条件下での閾値の相違はあるものの, クラシックを聞かせることにより疼痛閾値が上昇する傾向はすべての部位において認められた.

#### 5) 嗜好性

3 種類の音楽の中で好きな曲はどれかという質問には, クラシックが 1番好きと答えた被験者は 45 名中 3名, ポップスを好む人は 18 名, バラードを好む人は 24 名であった.

## 2. 機能的磁気共鳴画像を用いた研究

足首に  $80 \mu\text{A}$  の侵害刺激を加えた時に反応する帯状回の神経活動 (図 11-A, B) は音楽を聞くことにより減弱した被験者がみられた (図 11-C, D). ポップスを聞くことにより減弱した被験者は 2名, バラードを聞くことにより減弱した被験者は 1名, クラシックを聞くことにより減弱した被験者は 2名であった. 1種

類の音楽で帯状回の反応が減弱した被験者も他の音楽では変化は認められず、他の3名の被験者においては侵害刺激に反応を示す帯状回の神経活動は音楽を聞くことにより全く変化は認められなかった。

## 考 察

痛みを伴う疾患に罹患している患者に対して除痛を行うことは医療の現場においては重要な事である。痛みは不安等の精神的、心理的な影響が大きいため緩和療法を考慮する上では患者の不安軽減など精神面でのサポートが効果的であることが示唆されている<sup>11,12)</sup>。この精神面的サポートには聴覚、嗅覚、視覚などの感覚に訴えるような方法が安易に取り入れられるため、冷罨法や温罨法などの除痛法に加えて音楽療法や芳香療法の代替療法が医療現場に取り入れられ始めた<sup>13)</sup>。そして、これらの効果はVASや質問票を用いた主観的な方法で判定評価され、音楽を聞くことは疼痛の緩和と心地良さが得られることが明らかとなっている<sup>14)</sup>。このように音楽は疼痛の緩和に関与することはわかっているが、どの程度緩和するのかを明確に数値化されていない。そこで今回、患者の痛みの強さを電気刺激と比較する事で定量化でき、客観的に評価できるPain Vision<sup>®</sup>を用いて音楽による疼痛閾値の変化を測定した。測定部位は、平坦で汗腺や体毛が少ないという理由から臨床で使用されている前腕内側部と、fMRIの実験で刺激を与えることが可能な足首、さらに口腔内では電極をおきやすい舌、痛覚閾値が高い頬粘膜、歯科治療に直接関与すると考えられる上下顎の歯肉とした。

今回の研究で、前腕の知覚閾値ではポップスとバラード、ポップスとクラシックの間、足首の知覚閾値では、無条件とクラシックの間に有意差が認められた。前腕の痛覚閾値ではクラシックと他の3条件の間、足首の痛覚閾値では無条件とバラード、無条件とクラシック、ポップスとバラード、ポップスとクラシックの間に有意差が認められた。舌の疼痛閾値では無条件とバラード、無条件とクラック、ポップスとクラシックの間、頬粘膜の疼痛閾値では無条件とバラード、無条件とクラシック、ポップスとバラード、ポップスとクラシックの間、上顎歯肉の疼痛

閾値では無条件とバラード、無条件とクラシック、ポップスとバラードの間、下顎歯肉の疼痛閾値では無条件とバラード、無条件とクラシック、ポップスとクラシックの間に有意差が認められた。以上の結果から、バラードやクラシックは部位に関係なく知覚閾値や痛覚閾値を上昇させる事が明らかとなった。今回3種類の曲を一定の順序で聞かせているが、1箇所部位に対して曲を交換して続けて測定するのではなく、1つのアルバムを流し続けて前腕の知覚閾値と疼痛閾値、引き続き足首の知覚閾値と疼痛閾値、曲を変えて前腕の知覚閾値と疼痛閾値、足首の知覚閾値と疼痛閾値を測定した。そして前腕と足首の測定がすべて終了したのち、無条件時の口腔内4箇所の疼痛閾値を測定し、次にポップスのアルバムを流しながら4箇所を測定し、曲を変えて4箇所を測定するという方法で行った。測定した全部位において最後に流したクラシックを聞かせている時の疼痛閾値が上昇した事より、クラシックは有効な音楽である事が示唆された(表1)。しかし、3種類の曲の中でどの曲が1番好きかという質問に、クラシックが1番好きと答えた被験者は45名中3名しかいない。むしろクラシックを聞いていると眠くなるという被験者が多くみられた事を考慮すると、好みの曲を聞いている時より眠気をそそる曲を聞いている方が疼痛閾値を変化させると考えられる。または音楽を聞かせる時間が長い方が効果的であり、今回の実験では最後に聞かせたクラシックで効果が顕著に現れたのかもしれない。伊藤ら<sup>15)</sup>の報告では、高齢者に対しては馴染みのない曲やヒーリングミュージックを聞かせるよりも好みの曲を聞いた時に有意に $\alpha$ 波が認められるという事から、高齢者においては好みの曲を聞いた方が痛みには有効であるのだろう。今回の被験者は最高年齢57歳であるためにこの報告とは一致しなかった可能性がある。また、どの部位においても音のない時より音楽が流れていた方が知覚閾値、疼痛閾値共に上昇する傾向が認められたため音楽を流す事は痛みの緩和に有効だといえる。そのメカニズムはこれらの研究では明確にはならないが、音楽による耳からの刺激が侵害刺激に対する意識を弱めた、心地よい音楽に集中した、眠気が感覚閾値を上昇させたという理由が考えられる。さらに音楽の効果にはテンポやリズム、短調か長調かというモードにも左右されると考えられており、早いテンポの曲は痛みの評価を上昇させ、呼吸数や心拍数も上昇させると報告されている<sup>16)</sup>。この結果と本実験は類似した結果となった。早いテンポの

曲よりも、ゆっくりとした曲を聞いた方が痛みに対する効果はある事が示唆される。しかし、曲中の歌詞の有無も閾値に影響を与える可能性が考えられる。今回歌詞があるポップスとバラードと歌詞がないクラシックを比較したところ、クラシックが効果的だった理由の1つに歌詞があると歌詞に集中するためリラックスというより覚醒作用が優先され、痛みにも敏感になるとも考えられる。今後は、歌詞の有無が閾値に与える影響を検討する必要がある。また、この研究を始める前に2種類の音楽(ポップスとバラード)を使用して曲を入れ替えても結果は変化しないことを確認しているが、この研究では3種類の音楽を順に聞かせているため、今後3種類の音楽の順番を入れ替えた時の閾値の変化と音楽を流す時間の影響を検討しなければならない。

一方、 $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO持続静注下連続dynamic SPECT法を用いた脳内血流量を測定した研究では、ポップス系の曲を聞くと侵害刺激に反応していた部位に加えて右前頭葉外側野や右視床が反応を示すが、スローテンポの曲を聞いたりローズやラベンダーの香りをかぐと、痛みに反応を示した左前頭葉外側野での血流量増加が抑制されている<sup>17)</sup>。これらの結果は、静かな音楽や香りが疼痛の情緒的な成分の反応を減弱させたと考えられる。

痛みの情報処理にかかわる大脳皮質領域は、第一次・第二次体性感覚野、前帯状回、島皮質、前頭前野等でありPain matrixと呼ばれている<sup>18)</sup>。このうち、帯状回は大脳辺縁系に含まれ、痛みの情動的側面や認知・評価的側面に関与するため、これまで我々は帯状回に着目して研究を進めてきた。今回もfMRIを用いて、痛み刺激に反応する帯状回の神経活動が音楽を聞かせることで減弱すると考え変化を調べた。しかし結果は、被験者5名がそれぞれ1曲のみに減弱がみられただけで、他3名は音楽を流しても全く変化はみられず、1曲に変化がみられた被験者においても他の曲では変化が認められなかった。したがって侵害刺激に対する帯状回の反応が音楽によって変化するかどうかは明確にはならなかった。今回侵害刺激として足首に与えている電流値は $80\mu\text{A}$ と、疼痛閾値を調べた研究結果から比較するとかなり強い刺激とした。fMRIの撮影室は大きな騒音があるためか被験者全員が痛いと感じられる電流値は $80\mu\text{A}$ であり、さらにかなり痛いと感じられる刺激を与えないとfMRIで脳内活動部位の変化が顕著に検出出来ない事が以前の実験よりわかっているためにこの強

度に設定して測定したが、痛すぎる被験者も存在しただろう。またMRI撮影室でも使用可能なヘッドホンを使用し、音楽の音量はMRI装置の音が聞こえないように設定したが、無条件時は多少の機械音が聞こえるため、完全な無条件とは言えない。これらの条件等を考えると、fMRIで音楽による神経活動の変化を観察するのは無理があるのかもしれない。今回我々はfMRIにて帯状回を観察したが、MRI装置は騒音が非常に大きく不快であるために音楽を聞かせた時の高次脳機能解析には不向きだったと思われる。

疾患を持つ患者は、症状や治療の過程が怖い等の心配も加わり、生理的反応に大きな影響を与える<sup>19)</sup>。音楽は生理学的反応のストレス性のホルモン分泌、呼吸数、心拍数、血圧を低下させ、痛みのレベルや不安感を下げる<sup>21)</sup>。このように音楽を聞くことは、孤独感から解放され<sup>20)</sup>、気分が落ち着き、心地良さも生まれ、情動と感情を司る大脳辺縁系にも影響を与える<sup>22)</sup>。これらの効果により音楽療法を取り入れることで鎮痛薬の内服量を減量させることが出来るとも報告されている<sup>23)</sup>。今回の結果からも、音楽を聞くことは疼痛閾値を有意に上昇させるため疼痛緩和に非常に有効であるといえる。その理由は、下行性抑制系の賦活による脊髄への影響、気分や感情に及ぼす心理的作用、音楽による苦痛の回避、精神的な慰めと不安の軽減等の総合的な結果だと考えられた。

## 結 語

スローテンポの音楽を聞かせると、部位に関係なく知覚閾値や疼痛閾値が上昇した事より、スローテンポの曲は精神状態をリラックスさせ、疼痛に対する苦痛を排除させる効果から疼痛緩和に非常に有効であることが示唆された。また、侵害刺激に反応を示す帯状回の神経活動は音楽を聞くことにより減弱する事もあるが、fMRI では音楽による脳神経の活動状態は明確にはならなかった。

## 謝 辞

稿を終えるに臨み、御墾篤なる御指導御校閲を賜りました松本歯科大学大学院顎口腔機能制御学講座富田美穂子准教授に謹んで感謝の意を表します。さらに研究上有益な御指導、御教示をいただきました硬組織疾患制御再建学講座田口明教授、顎口腔機能制御学講座浅沼直和教授に心から厚く御礼を申し上げます。また本研究に際し、御協力をいただきました被験者の皆さまに重ねて厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 岡田美賀子(2004)痛みのアセスメントと看護. ペインマネジメントー痛みの評価と診療手順一, 後藤文夫, 小川節郎, 宮崎東洋編, 106-12, 南江堂, 東京.
- 2) 羽石英里(2005)痛みに対する心理療法①音楽療法. 痛みと臨床 5: 100-4.
- 3) 加藤実, 後関大, 小林あずさ(2009)Pain Vision. ペインクリニック 30: 23-7.
- 4) Schweinhardt P and Bushnell MC(2010)Pain imaging in health and disease-how far have we come? J Clin Invest 120:3788-97.
- 5) Gallagher LM(2001)Developing and using a computerized database for music therapy in palliative care. J Palliat Care 17: 147-54.
- 6) Guzzetta CE(1989)Effect of relaxation and music therapy on patients in a coronary care unit with presumptive acute myocardial infarction. Heart Lung 18: 609-16.
- 7) Miluk-Kolasa B, Obminski Z, Stupnicki R and Golec L(1994)Effects of music treatment on salivary cortisol in patients exposed to pre-surgical stress. EXP Clin Endocrinal 102: 118-20.
- 8) Good M(1995)A comparison of the effects of jaw relaxation and music on postoperative pain. Nurs Res 44: 52-7.
- 9) 有田英子, 井関雅子, 佐伯茂, 加藤実, 表圭一, 小川節郎, 並木昭義, 花岡和雄(2008)痛みの客観的測定方法 Pain Vision. ペインクリニック 29: 115-22.
- 10) 有田英子(2011)機器による痛みのモニター. ペインクリニック 32: 1016-22.
- 11) Evans D(2002)The effectiveness of music as an intervention for hospital patients: a systemic review. J Adv Nurs 37: 8-18.

- 12) Knox D, Beveridge S, Mitchell LA and MacDonald RA (2011) Acoustic analysis and mood classification of pain-relieving music. *J Acoust Soc Am* 130: 1673-82.
- 13) 佐伯由香, 田中裕二 (2004) Pricking Pain の疼痛緩和における音楽療法と芳香療法の効果. *看護技術* 2: 76-83.
- 14) 福満舞子, 杉本吉恵, 田中結華, 高辻功一 (2012) 変形性質関節症患者に対して温罨法と音楽聴取を組み合わせた疼痛緩和ケアの効果: 脳波指標と心理指標を用いた研究. *大阪府大看紀* 18: 23-31.
- 15) 伊藤康宏, 米倉麗子, 松田真谷子, 久保田新, 長岡俊治, 長村洋一 (2006) 好みの音楽を持つことは老後の QOL の向上に有用である. *生物試料分析* 29: 441-6.
- 16) Kenntner-Mabiala R, Gorges S, Alpers GW, Lehmann AC and Pauli P (2007) Musically induced arousal affects pain perception in females but not in males: A psychophysiological examination. *Biol Psychol* 75: 19-23.
- 17) 上田孝, 池田善朋 (2003) 香りと音楽を用いた精神神経症状への対処ー痛みを癒し, 癒しの脳内メカニズムー. *心療内科* 7: 310-3.
- 18) Tracy I and John E (2010) The pain matrix: reloaded or reborn as we image tonic pain using arterial spin labeling. *Pain* 148: 359-60.
- 19) Costa A, Montalbano LM, Orlando A, Ingoglia C, Linea C, Giunta M, Mancuso A, Mocciano F, Bellingardo R, Tinè F and D'Amico G (2010) Music for colonoscopy: a single-blind randomized controlled trial. *Dig Liver Dis* 42: 871-6.
- 20) McLellan L, Mclachlan E, Perkins L and Dornan T (2013) Music and health. Phenomenological investigation of a medical humanity. *Adv Health Sci Educ* 18: 167-70.
- 21) Zengin S, Kabul S, Al B, Sarcan E, Doğan M and Yildirim C (2013) Effects of music therapy on pain and anxiety in patients

undergoing port catheter placement procedure. Complement  
Ther Med 21: 689-96.

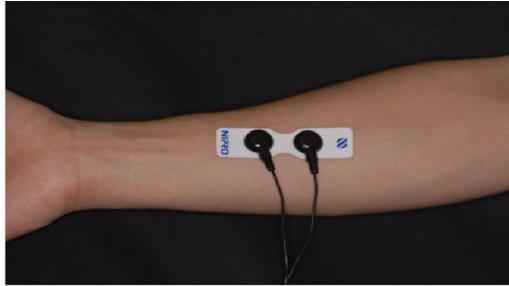
22) 深田美香, 加藤恵子 (2000) 音楽鑑賞による脳波の変化. 臨床看護 26:  
1294-303.

23) Pellino TA, Gordon DB, Engelke ZK, Busse KL, Collins MA,  
Silver CE and Norcross NJ (2005) Use of nonpharmacologic  
interventions for pain and anxiety after total hip and total  
knee arthroplasty. Orthop Nurs 24: 182-92.

	ポップス	バラード	クラシック
無条件	0	5	6
ポップス	—	3	5
バラード	—	—	1

n=6 (前腕・足首・舌・頬粘膜・上顎歯肉・下顎歯肉)

表1. 痛覚閾値で有意差が認められた部位数



A



B



C

図1: 閾値測定に必要な装置

A: 皮膚電極

B: Pain Vision 本体

C: 口腔内電極

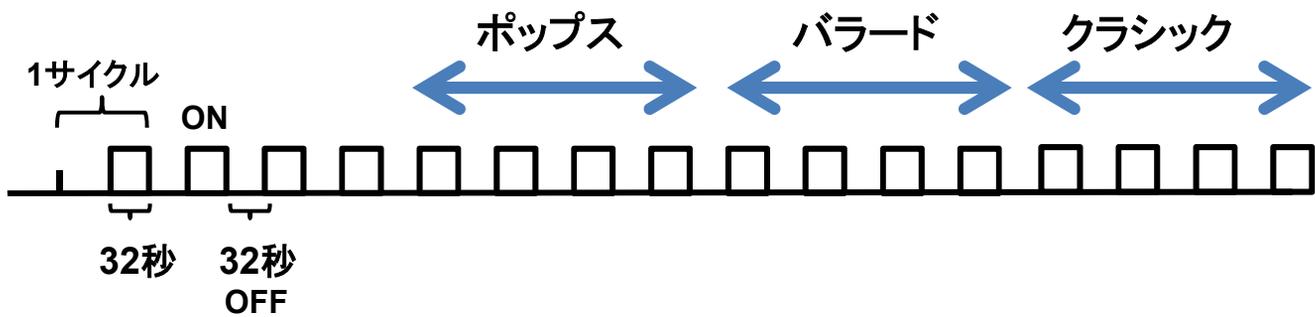
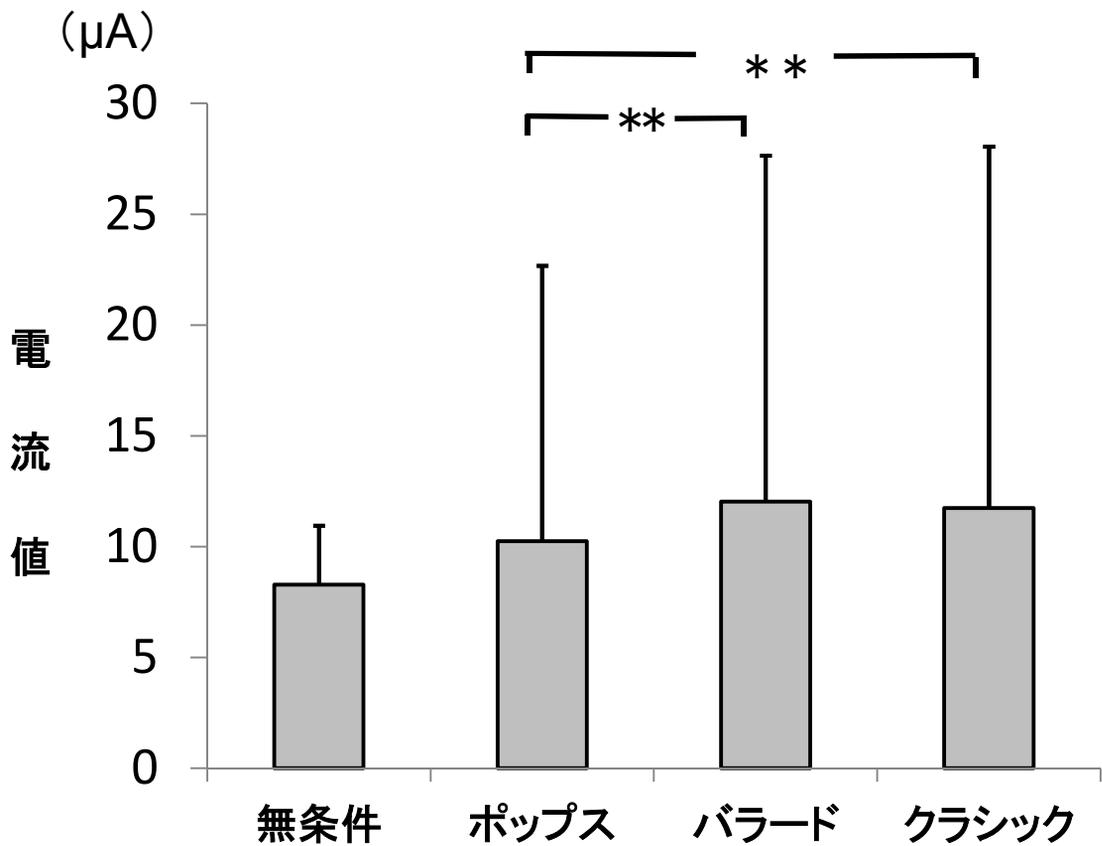
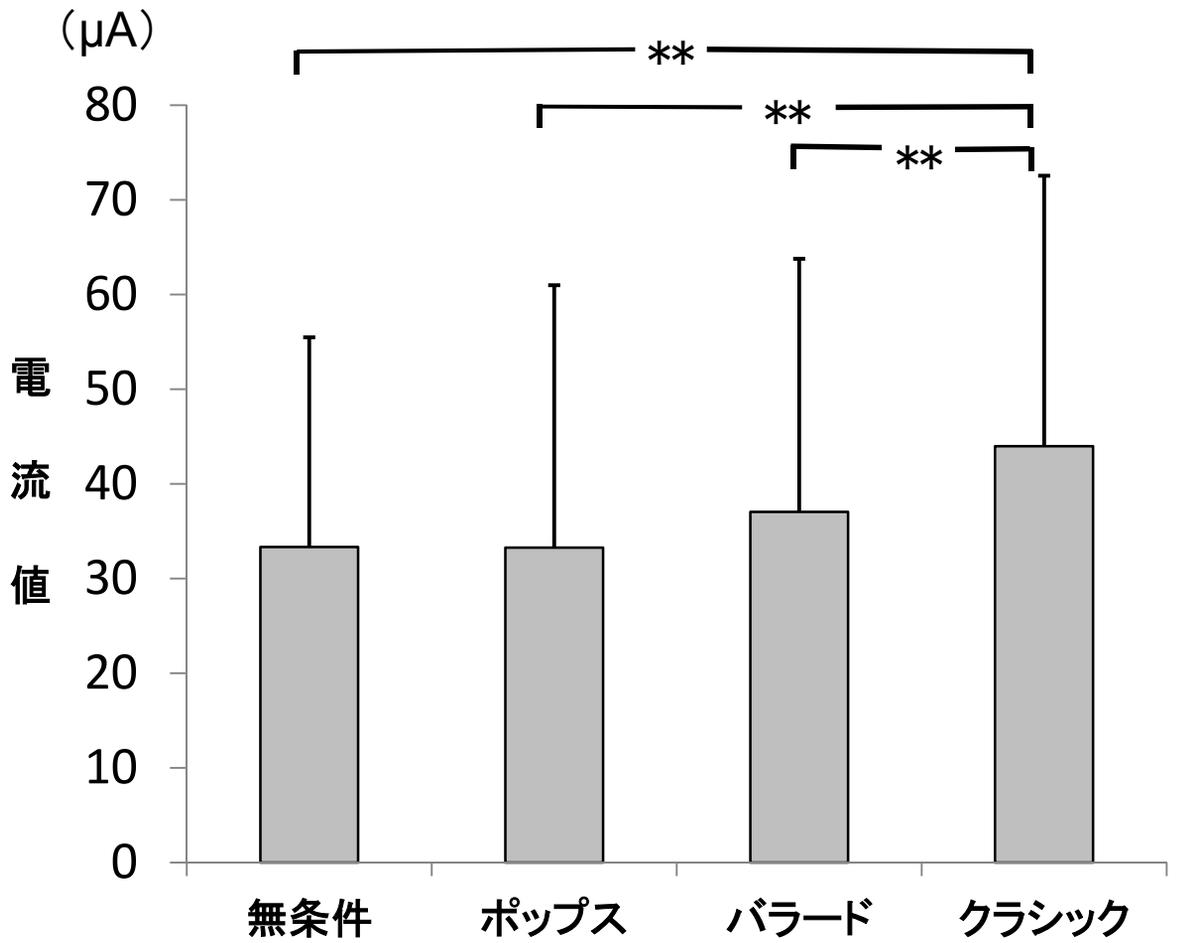


図2: TASK デザイン



\*\* :  $p < 0.01$  (Wilcoxon signed-ranks test)

図3: 前腕の知覚閾値の変化



\*\* :  $p < 0.01$  (Wilcoxon signed-ranks test)

図4: 前腕の痛覚閾値の変化

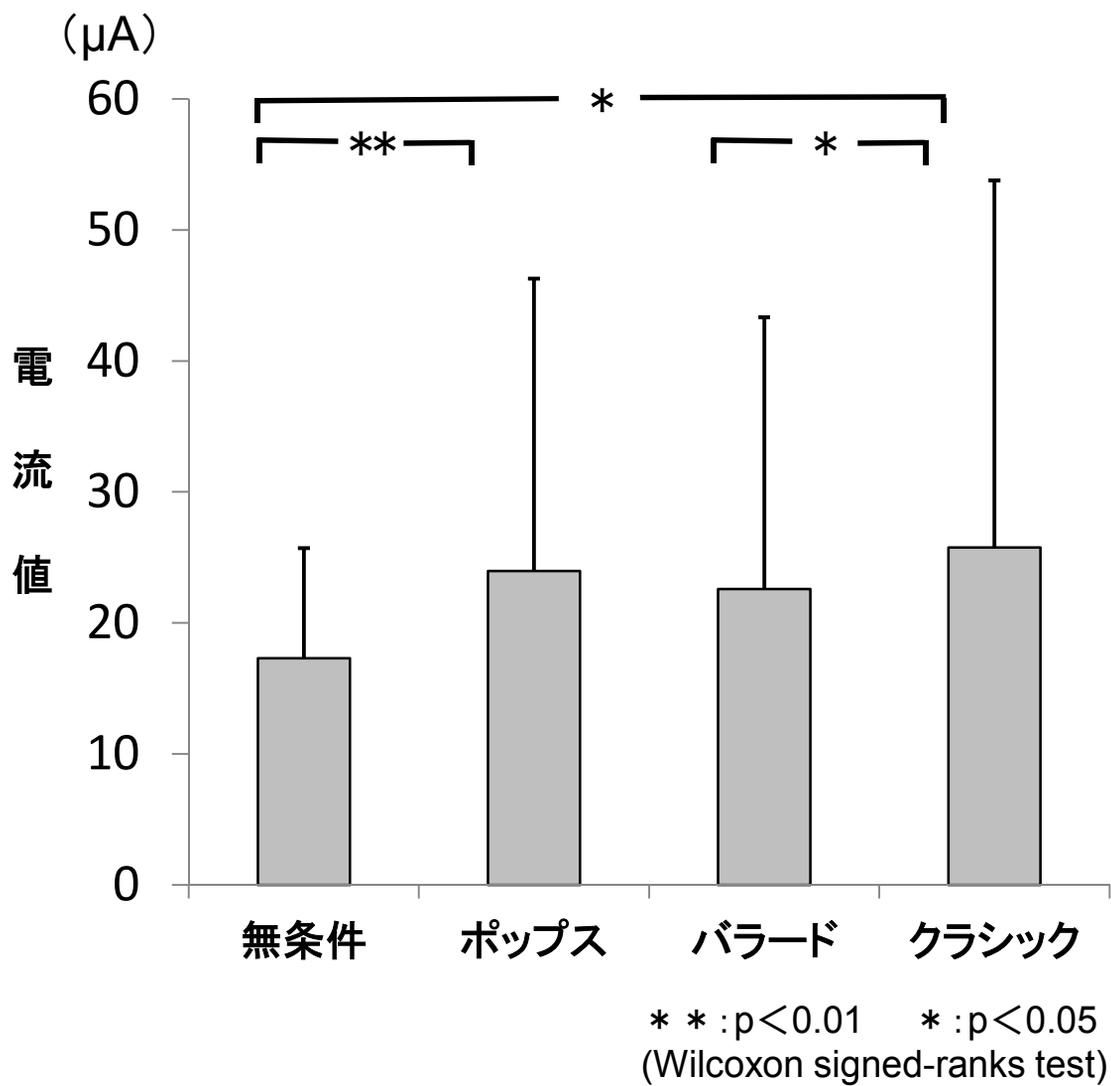


図5: 足首の知覚閾値の変化

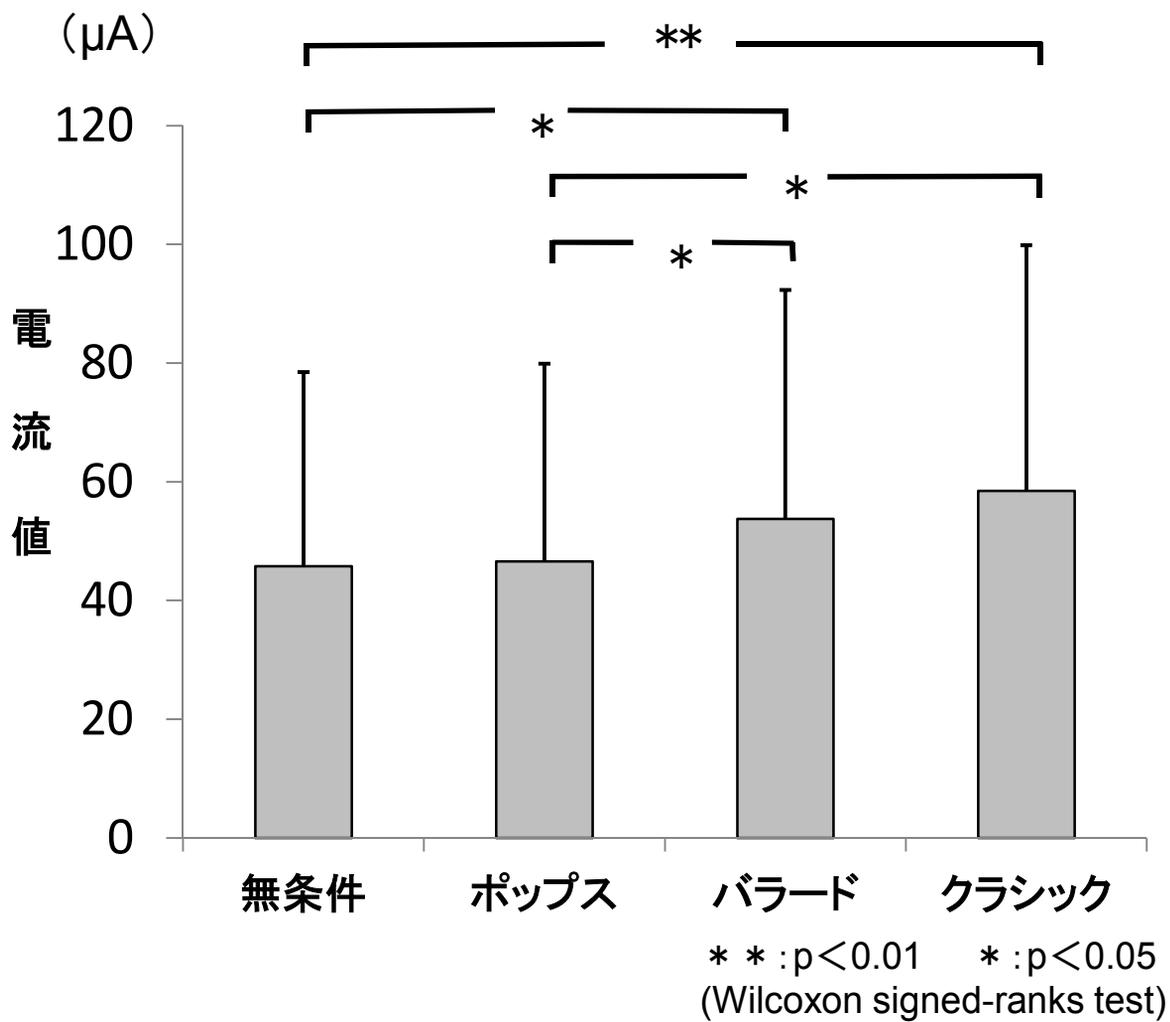


図6: 足首の痛覚閾値の変化

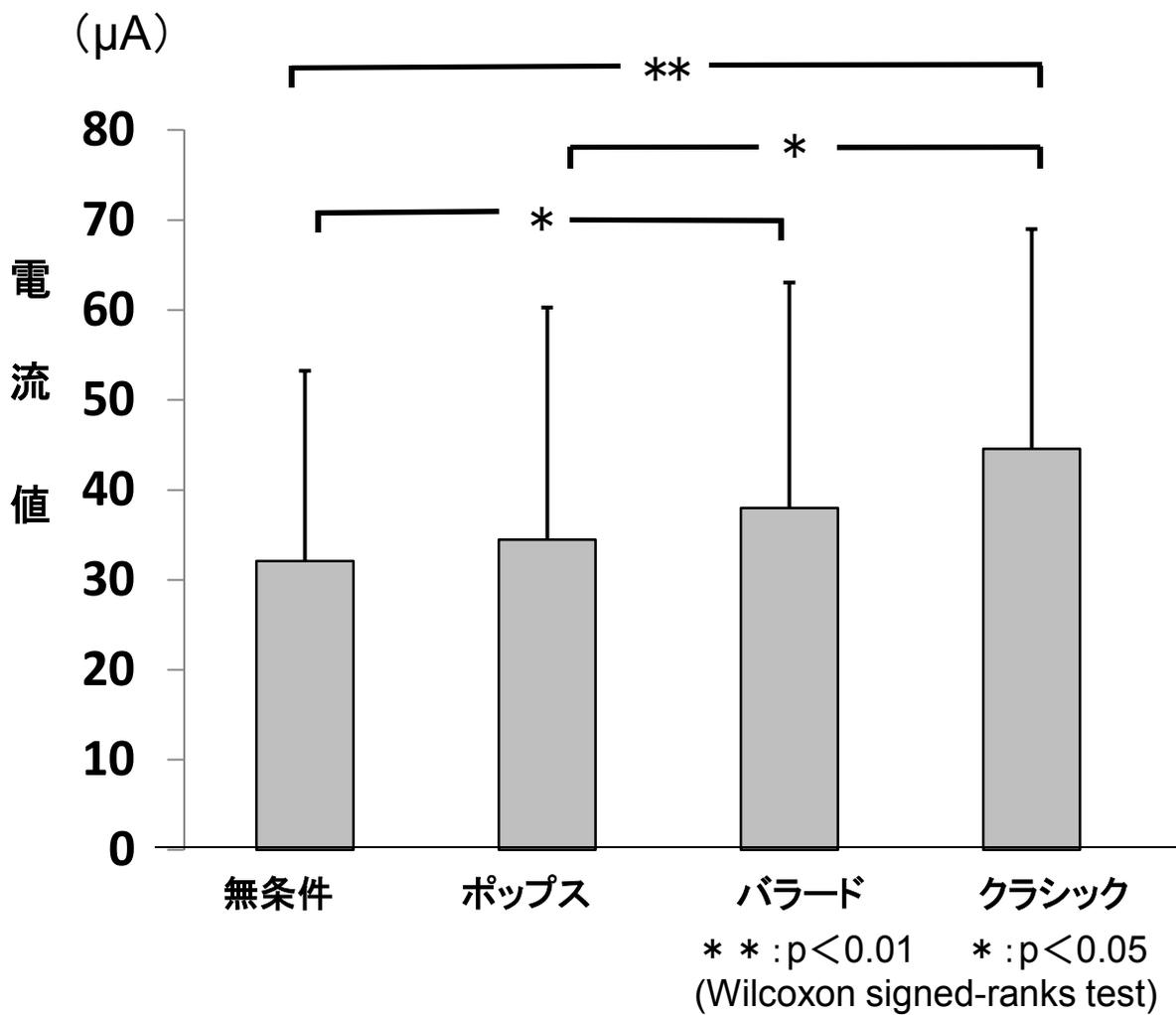
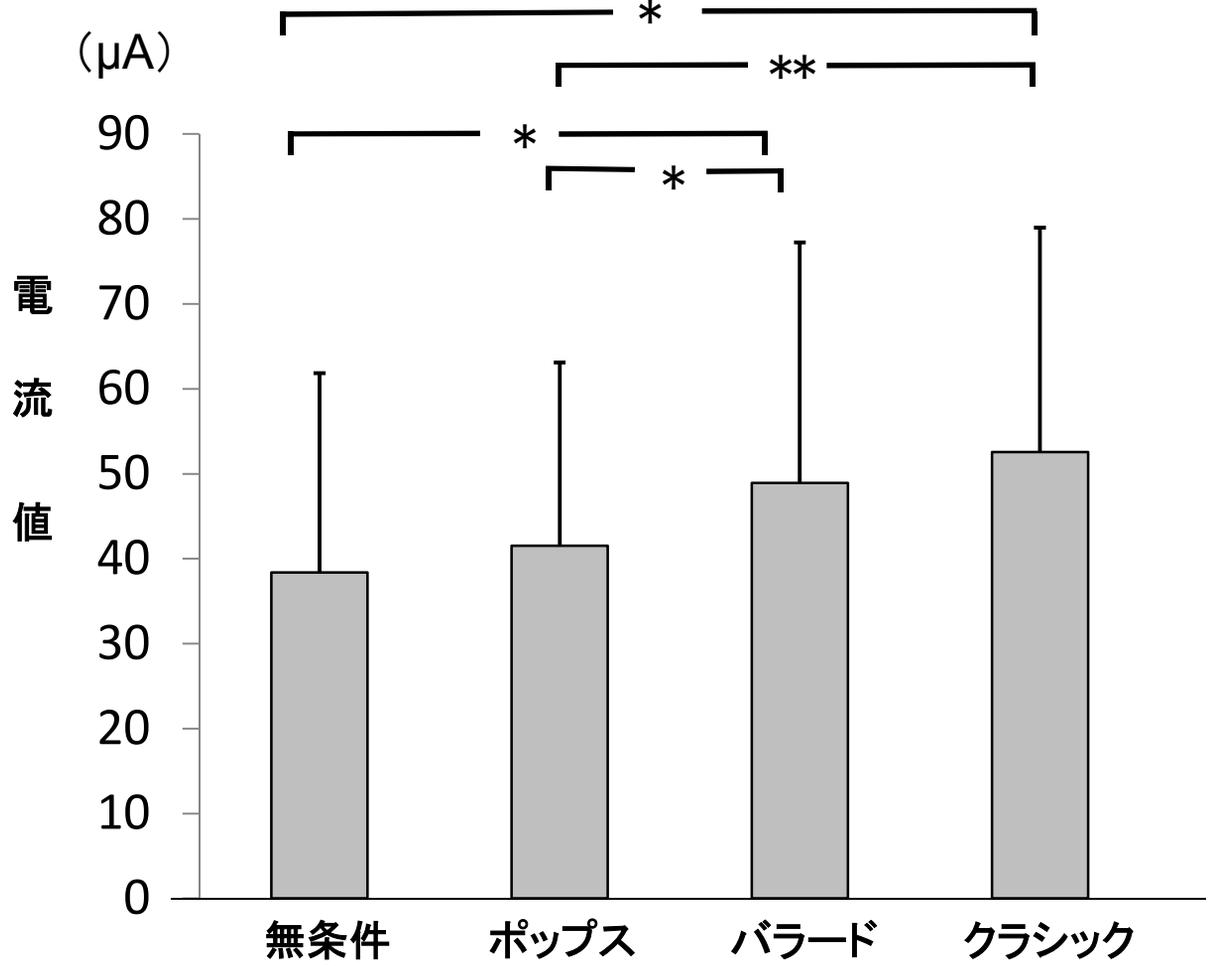
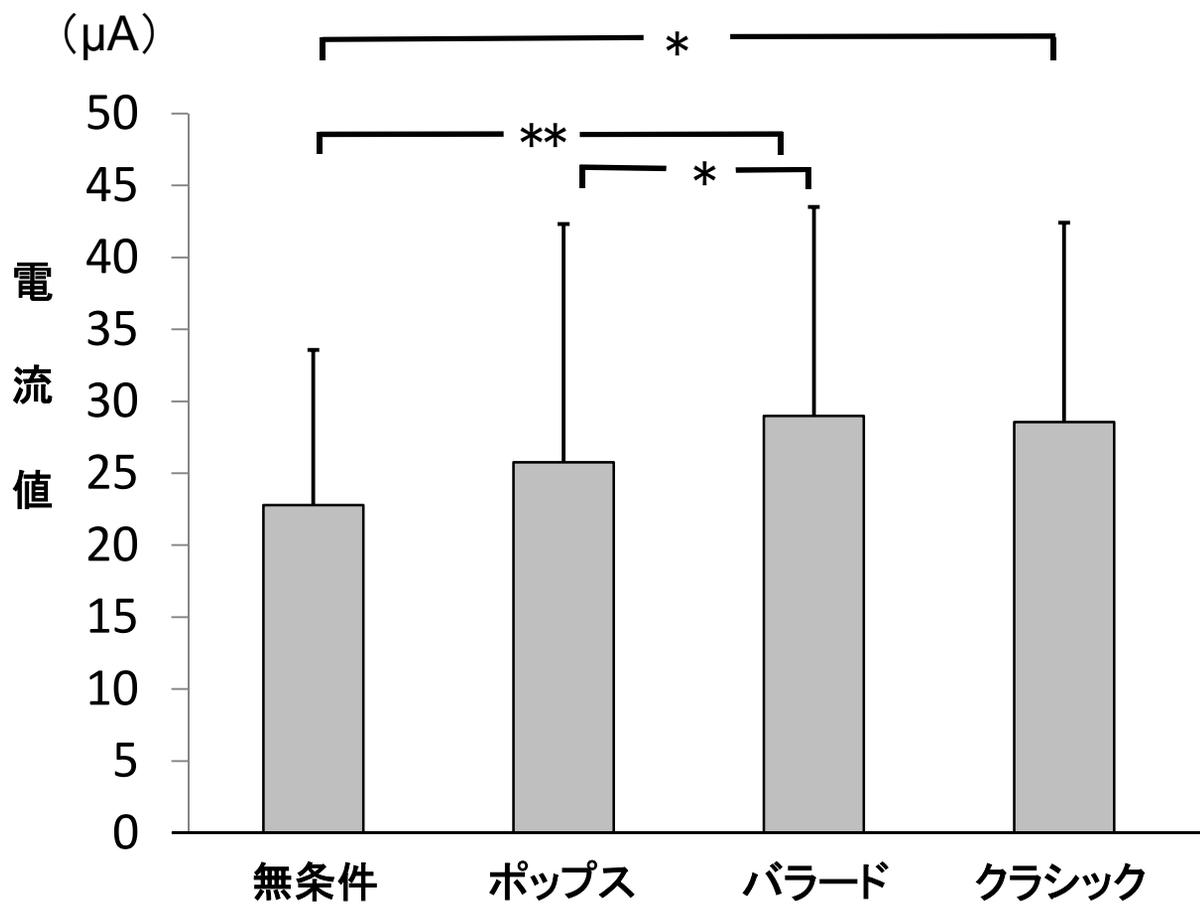


図7: 舌の痛覚閾値の変化



\* \* :  $p < 0.01$    \* :  $p < 0.05$   
(Wilcoxon signed-ranks test)

図8: 頬粘膜の痛覚閾値の変化



\*\* :  $p < 0.01$    \* :  $p < 0.05$   
(Wilcoxon signed-ranks test)

図9: 上顎歯肉の痛覚閾値の変化

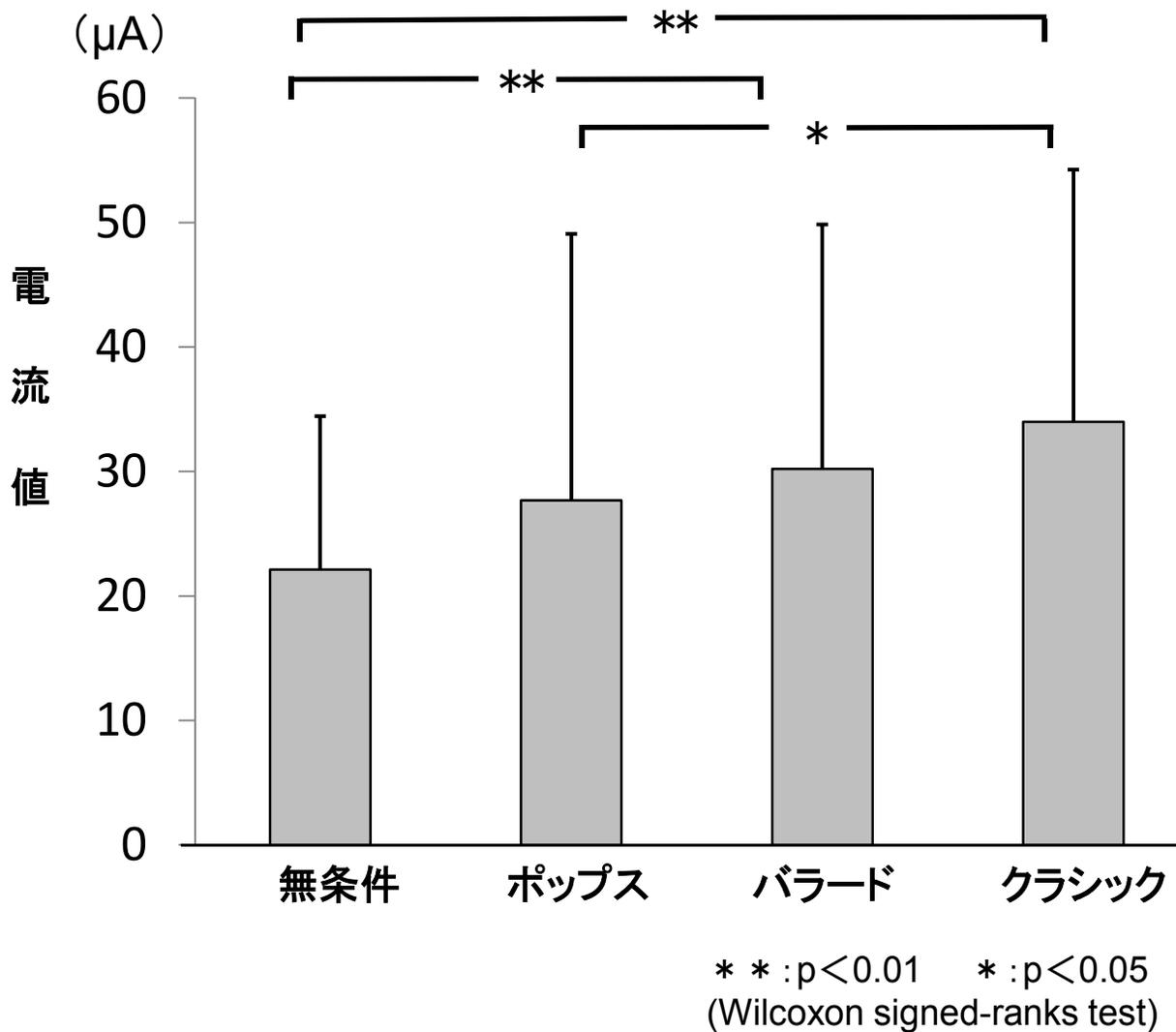


図10: 下顎歯肉の痛覚閾値の変化

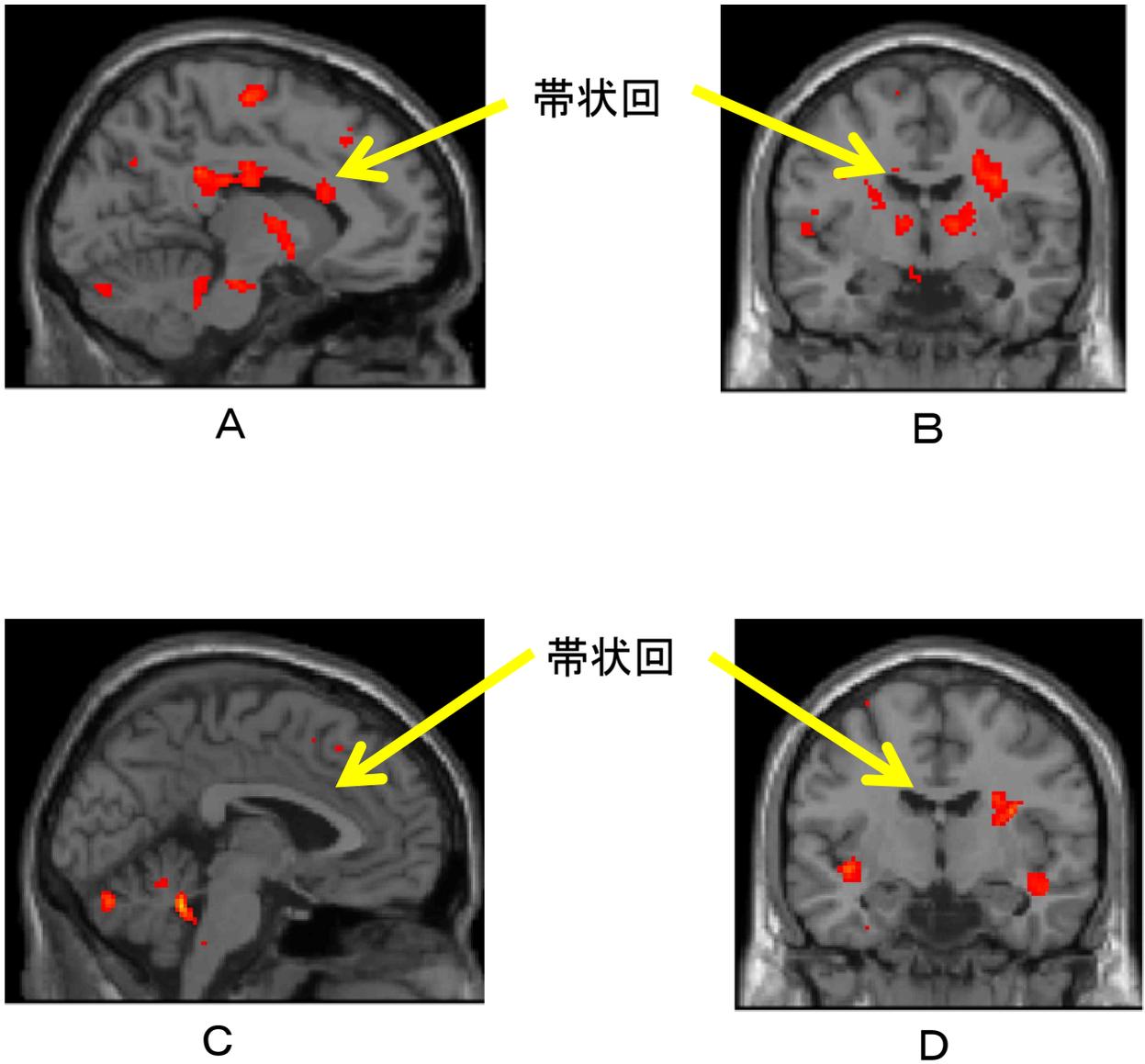


図11: 侵害刺激による帯状回の反応

A: 侵害刺激を与えた時の矢状断画像

B: 侵害刺激を与えた時の前頭断画像

C: 音楽を流しながら侵害刺激を与えた時の矢状断画像

D: 音楽を流しながら侵害刺激を与えた時の前頭断画像