

地域在住の難治性疼痛患者に対する 聴覚ニューロフィードバックトレーニングの効果

Effects of Auditory Neuro-feedback Training on a Community-dwelling Patient with Intractable-pain

松尾 奈々¹⁾ 村上 貴士²⁾ 日沖 善治²⁾ 貝本 拓也²⁾
窓場 勝之^{1,2)} 兒玉 隆之^{1,3,4)}

NANA MATSUO¹⁾, TAKASHI MURAKAMI²⁾, YOSHIHARU HIOKI²⁾, TAKUYA KAIMOTO²⁾,
KATSUYUKI MADOKA^{1,2)}, TAKAYUKI KODAMA^{1,3,4)}

¹⁾ Faculty of Health Science, Kyoto Tachibana University: 34 Ohyakeyamada-cho, Yamashina-ku, Kyoto-shi, Kyoto 607-8175, Japan. TEL+81 75-571-1111 E-mail: matsuo-n@tachibana-u.ac.jp

²⁾ Department of Rehabilitation, Kyoto Hakuikai Hospital

³⁾ Cognitive and Molecular Research, Institute of Brain Diseases, Kurume University

⁴⁾ Neuro Rehabilitation Research Center, Kio University

Rigakuryoho Kagaku 30(5): 759-764, 2015. Submitted May 7, 2015. Accepted Jun. 18, 2015.

ABSTRACT: [Purpose] The aim of this study was to verify the effect on a patient with intractable pain of auditory neuro-feedback training. [Subject] The subject was an 81-year-old female who complained of chronic lumbar pain. [Methods] The intervention consisted of control training for θ and α electroencephalograms (EEG). The psychological effect of the intervention was investigated using VAS, PCS and STAI assessments. In addition, for the neurophysiological assessment, the changes in the mean EEG potentials, calculated using EEG frequency analysis and used as an index of the neural activity of each wave band, were investigated. [Results] Post-intervention, the activity potential of β waves, and the scores of PCS and STAI were reduced compared to their values before the intervention. [Conclusion] The results suggest that in this case anxiety and the persistence of chronic pain were ameliorated by the implementation of auditory neuro-feedback training.

Key words: neuro-feedback training, intractable pain, electroencephalogram

要旨:〔目的〕聴覚ニューロフィードバックトレーニングを実施し、難治性疼痛患者への効果検証を目的とした。〔対象〕腰部の慢性的な疼痛を主訴とする81歳女性。〔方法〕トレーニング介入は、脳波周波数帯域 θ および α 波帯域のコントロールトレーニングを実施した。トレーニング介入による心理的効果の検証は、VAS、PCS、STAIにて評価した。また、神経生理学的評価は、脳波周波数解析により算出される周波数帯域毎の神経活動としての平均電位を指標とし、その変化を検証した。〔結果〕介入前後を比較したところ、脳波周波数成分 β 波帯域の活動電位の減少およびPCS、STAIの得点に減少が認められた。〔結語〕聴覚ニューロフィードバックトレーニングを実施したことで本症例において慢性疼痛への固執や不安感が改善される可能性が示唆された。

キーワード: ニューロフィードバック、難治性疼痛、脳波

¹⁾ 京都橘大学 健康科学部理学療法学科: 京都府京都市山科区大宅山田町34 (〒607-8175) TEL 075-571-1111

²⁾ 社会福祉法人京都博愛会 京都博愛会病院 リハビリテーション部

³⁾ 久留米大学高次脳疾患研究所

⁴⁾ 畿央大学ニューロリハビリテーション研究センター

I. はじめに

脳血管障害患者において、その75%に四肢の運動や感覚など機能面での障害が残るといわれる。なかでも、反射性交感神経性ジストロフィーや肩手症候群に代表される複合性局所疼痛症候群によって引き起こされる難治性疼痛を主症状とする感覚障害は、患者の日常生活へ大きな弊害をもたらす²⁾。難治性疼痛とは、通常の内科的、外科的あるいはその他の治療に抵抗性の疼痛であり、持続的かつ再発を繰り返す非常に強い慢性疼痛^{3,4)}である。また、脳血管障害患者のみならず、整形外科疾患既往者においても、明らかな炎症所見がないにも関わらず慢性的に疼痛を訴える者が少なくない。このような疾患領域を問わず引き起こされる難治性疼痛は、さらには地域社会生活における不安、うつ、焦燥などといったストレス要因とも連動し、脳内神経回路におけるひずみや可塑的变化を引き起こす⁵⁾と報告されている。疼痛に関連する脳機能研究は、疼痛関連領域(Pain Matrix)の解明⁶⁾により大きく進歩し、近年では、脳波研究分野において慢性疼痛患者の脳波周波数特性⁷⁾が解明され、健常人の α 波帯域および β 波帯域の活動との違いが報告されている。

これまで、難治性疼痛患者に対するトレーニングとして、漸進的弛緩訓練⁸⁾、催眠⁹⁾などが多く報告されている。しかし近年、これら慢性疼痛が脳波周波数 α 波帯域および β 波帯域の活動の変化に起因することが明らかになってきた¹⁰⁾ことで、脳波を患者自身にコントロールさせるニューロフィードバックトレーニング(以下、NFBトレーニング)が注目されている¹⁰⁾。NFBトレーニングとは、被験者の脳神経活動を視覚や聴覚など何らかの分かりやすい手段で被験者に提示することで、随意的に脳神経活動をコントロールする手法である¹¹⁾。本トレーニングは、本来、時間とともに刻々と変化する脳機能状態の基盤である脳内神経活動¹²⁾を解析機器で脳波周波数として捉え、それらを外部感覚情報によりフィードバックするものである。そのため、トレーニング中の脳機能状態やトレーニング結果を、いかにシンプルに、ずれを生じさせずリアルタイムに視覚や聴覚などの感覚情報を用いてフィードバック学習をさせ、正常な脳機能状態の再編成化へと導くことができるかが重要となる。そこで本研究は、聴覚刺激をフィードバック情報として用いた聴覚NFBトレーニングを実施し、難治性疼痛を呈する女性患者への効果検証を行うことを目的とした。

II. 対象と方法

1. 対象

症例は、第4/5胸椎椎間板ヘルニアと診断された81

歳女性とした。平成X年3月から歩行障害を生じ、第4/5胸椎椎間板ヘルニアと診断された。同年6月9日に胸椎後方除圧固定術(T3-6)を施行された。同年7月10日から理学療法を実施され、その後、歩行は杖を使用して歩行状態は安定されている。本症例の主訴は、腰部の慢性的な疼痛である。なお、認知機能に問題はなかった。本症例には、本研究の趣旨を書面および口頭にて説明し、書面への署名にて同意を得た。本研究は、社会福祉法人京都博愛会京都博愛会病院の倫理規定に則って承認を得た後に実施した。

2. 方法

これまで行ってきた温熱療法と関節可動域療法のリハビリテーション治療は続けながら、聴覚NFBトレーニング介入として脳波周波数帯域 θ 波(6.5~8 Hz)帯域および α 波(8.5~12 Hz)帯域のコントロールトレーニングを実施した。トレーニング機器は、Brain Pro FM-929(フューテックエレクトロニクス株式会社製)に組み込まれている脳波解析ソフトパルラックスFを使用した。トレーニング頻度は週3回とし、4週間継続した。なお、トレーニング時間帯は、日中の眠気を配慮¹³⁾し、食後1時間を避けた時間帯¹⁴⁾で実施した。

トレーニングは、静音が保たれた部屋にて、椅子坐位で実施した。トレーニング課題は、① θ 波帯域の減少(5分間)、② α 波帯域の増大(5分間)の2つのトレーニングとした。なお、トレーニング前後はそれぞれ5分間の安静を設けた。①および②のターゲット脳波周波数帯域が他の周波数帯域と比較して優位となったとき、聴覚刺激によるフィードバックがリアルタイムになされる。聴覚刺激は二種類(「小鳥のさえずり音」と「川の流れる音」)の中から対象者に選定させた。本症例は「小鳥のさえずり音」を選定した。また、トレーニングに際して「トレーニング中はできる限りリラックスしましょう。リラックスできたときは小鳥のさえずり音が聞こえてきます」と教示した。なお、閉眼では α 波帯域が増大するため、軽く開眼しぼんやりと前方を眺めた状態にて行わせた。眠気に関して、トレーニング実施前および終了後に主観的眠気がないことを毎回確認した。また、トレーニング前後の脳機能状態(θ および α 波帯域の出現率)を毎回比較し、対象者へ結果を報告した。

トレーニング介入による主観的な心理的効果の検証は、Visual Analogue Scale(以下、VAS)¹⁵⁾、Pain Catastrophizing Scale(以下、PCS)¹⁶⁾、State-Trait Anxiety Inventory(以下、STAI)¹⁷⁾の質問紙票を用いて評価した。なお、聴覚NFBトレーニング直後では、即時的な反応が反映されてしまう可能性があるため、VAS、PCSおよびSTAIによる評価は、次トレーニング介入開始直前に実施した。

疼痛の評価は、痛みの強度を測定する尺度として

VASを用いた。また、痛みの思考や感情はPCSを用いた点数にて算出した。PCSは、13項目の質問からなる質問紙法であり、対象者の痛みに対する破局的思考として反すう、無力感、拡大視の3つの下位尺度を0から4の5段階で評価する。不安感の評価は、STAIを用いて状態・特性不安検査を実施した。STAIは、測定時点での一過性の不安を示す「状態不安」と、性格特性としての「特性不安」に分けて評価することができる。STAIの質問項目は、状態不安および特性不安ともに20項目からなり、1から4の4段階（点数）で評価する。

また、神経生理学的側面からの客観的評価として、脳波周波数解析により算出される周波数帯域毎の神経活動としての平均電位（ μV ）を指標とし、その変化を検証した。計測データは、トレーニング頻度に合わせて聴覚NFBトレーニング前の安静時、NFBトレーニング中および終了後に計測したものを解析した。計測手順は、センサーバンドを前額部に装着し、電極配置は国際10-20法の配置に基づき決定した。不安や慢性疼痛のトレーニングの電極配置部位については、左頭頂極部（ P_3 ）-右頭頂極部（ P_4 ）への配置や左前頭極部（ Fp_1 ）-右前頭極部（ Fp_2 ）への配置が多く報告されている¹⁰⁾。 P_3 - P_4 部位は身体的な沈静化やリラクセスへ向けたトレーニングの際の装着部位^{10,18)}であり、 Fp_1 - Fp_2 部位は慢性疼痛改善のためのトレーニングの際の装着部位^{10,19)}とされることから、本研究では、 Fp_1 、 Fp_2 を配置部位とし、基準電極を左耳朶として、前頭極部から導出される電位をサンプリング周波数1 Hzとして各周波数帯域にて算出した。

脳波周波数帯域は、 θ 波（6.5~8 Hz）、 α 波（8.5~12 Hz）、 β 波（12.5~30 Hz）とした。被験者の脳波周

波数帯域を5分間測定し、各帯域の平均活動電位（ μV ）を算出し変化を検証した。 Fp_1 - Fp_2 部位でのトレーニングに関しては、1-4から12-15 Hzの周波数帯域でのトレーニングが効果的¹⁸⁾とされるため、 θ および α 波帯域のトレーニングを設定した。

III. 結果

聴覚NFBトレーニング介入による安静時脳波周波数帯域の平均電位を表1に示した。 θ 波帯域は介入前2.90 μV 、介入中間2.95 μV 、介入終了時3.08 μV であった。 α 波帯域は介入前2.80 μV 、介入中間2.51 μV 、介入終了時2.72 μV であった。ともに介入前・介入中間・介入終了時を通じて著明な変化はなかった。

一方、 β 波帯域は介入前4.89 μV 、介入中間3.00 μV 、介入終了時2.74 μV であり、聴覚NFBトレーニング介入により β 波帯域の減少がみられた。

VAS、PCSおよびSTAIの聴覚NFBトレーニング介入による変化を表2に示した。

VASは、介入前・介入中間・介入終了時を通じて著明な変化はなかった。

PCSは総得点、下位尺度である反すう、無力感の項目で介入前に対して介入中間および介入終了時で低下した。

状態不安尺度としてのSTAI-1は、介入前24点、介入中間48点、介入終了時34点であり、聴覚NFBトレーニング介入期間を通して得点の変動がみられた。

特性不安尺度としてのSTAI-2は、介入前43点、介入中間41点、介入終了時34点であり、介入前に対して介入中間および介入後で低下した。

IV. 考察

本研究では、難治性疼痛患者に対して、聴覚刺激をフィードバック情報として用いた聴覚NFBトレーニングを実施し、難治性疼痛への効果を検証した。その結果、本研究の対象者では、聴覚NFBトレーニング介入により、脳波周波数成分 β 波帯域の活動電位の減少および

表1 安静時脳波周波数帯域の平均電位の変化

	介入前	介入中間（2週目）	介入終了時
θ 波帯域	2.90	2.95	3.08
α 波帯域	2.80	2.51	2.72
β 波帯域	4.89	3.00	2.74

単位： μV 。

表2 各質問紙の聴覚NFBトレーニング介入前・中間・終了時の変化

	介入前	介入中間（2週目）	介入終了時
VAS	6	6	6
PCS 総得点（点）	24	15	12
反すう（点）	16	11	8
無力感（点）	8	4	4
拡大視（点）	0	0	0
STAI-1（点）	24	48	34
STAI-2（点）	43	41	30

PCS, STAI の得点に減少を認めた。

近年では、脳波研究において慢性疼痛患者の脳波周波数特性が解明されてきた。Sarntheinら⁷⁾は、慢性疼痛患者は健常者に比べ、前頭葉における α 波帯域の神経活動低下を認め、 θ 波帯域および β 波帯域では、前帯状回、背外側前頭前野、下頭頂小葉および島に高い神経活動性を認めたことを報告している。これらの領域はPain Matrixといわれる領域で、難治性疼痛に関連する領域とされており、健常人の脳波周波数 α 波帯域および β 波帯域との違い⁶⁾も報告されている。さらに、慢性疼痛患者は、不安やうつなどの心理的变化をきたす^{20,21)}ことが明らかとなっている。不安状態では脳神経活動の亢進による脱同期化した²²⁾機能的変化を反映するとされる α 波帯域の減少、 β 波帯域の増大が認められる²³⁾ことが報告されている。本症例においても、介入前 α 波帯域に比較して β 波帯域の神経活動性が高かったことから、慢性疼痛や不安などを呈する脳機能状態を裏付けるものとなった。

θ 波帯域の減少、 α 波帯域の増大を目標としたトレーニングに関して、これまでの報告では、不安患者に関して θ 波帯域の増大および α 波帯域の減少が生じるため²⁴⁾、 α - θ トレーニングによるリラクストレーニン²⁵⁾が実施されている。今回、トレーニング介入により β 波帯域の減少が認められたことに関して、慢性疼痛患者では、 θ 波帯域と β 波帯域は同調して変化をすることが報告⁷⁾されている。このことから、 θ 波帯域トレーニングの効果が β 波帯域に同調して変化した可能性が考えられた。さらに、 β 波帯域は不安と関係があり、リラクスを目的としたトレーニングを行ったMichaelらの研究²⁶⁾では、 α 波帯域には変化が現れず β 波帯域の減少を認めたことを報告している。本研究結果においても、聴覚NFBトレーニング介入により安静時における β 波帯域の平均電位に減少を認めた。以上のことから、 α - θ トレーニングは、不安や慢性疼痛で生じる β 波帯域の過活動へ効果をもたらす可能性を示唆するとともに、VAS, PCS, STAIの結果と β 波帯域の神経活動の変化をとらえることは、慢性疼痛や不安状態にある患者の評価の一助となる可能性も示された。

一方、 θ および α 波帯域は、トレーニング期間中を通して著明な変化は認められなかった。 θ 波帯域の主な発生源とされている海馬²⁷⁾は、ストレスや恐怖に関係する記憶に関連することが示されており²⁸⁾、情報記憶時には θ 波帯域の増大が認められる²⁹⁾。これらのことから、本症例では、慢性的な疼痛状態がストレス事象となり、強固な記憶が形成されたことにより θ 波帯域の減少を引き起こさなかった可能性が示唆される。さらに、 α 波帯域にトレーニング効果が認められなかった要因として、先行研究では、不安状態が高い場合でも α 波帯域の高神経活動を示すことが報告^{30,31)}されており、 α

波帯域はストレスの自己調節機能を反映する³²⁾とされている。また、疼痛や不安を呈する患者の α 波帯域の神経活動は、一般的には減少する²⁴⁾とされている一方で、増大する^{33,34)}こともあり、トレーニング効果やリラククス状態を α 波帯域の増減のみで判断することは難しいことも考えられる。これらのことから、4週間というトレーニング介入期間ではストレスに対する自己調節を再獲得し遂行することが難しく、変化が生じなかったのではないかとということとともに、実施した難治性疼痛患者に対する聴覚NFBトレーニングの効果発現に関して、 α 波帯域の神経活動の増大には、 β 波帯域の神経活動性の改善が必要である可能性が考えられた。

VASは、聴覚NFBトレーニング介入期間を通じて、著明な変化を認めなかった。VASは、疼痛感覚など実測が困難な主観的症候を客観的に評価できるスケールとして有用性がすでに確立されている^{35,36)}。痛みの慢性化は、VASで評価できる器質的な要因だけでなく、精神的因子も重要視される²¹⁾。このことから、常に慢性的な痛みや不安といったものによるストレスが、 α 波帯域や θ 波帯域、さらにはVASで変化を生じなかった原因となった可能性が示唆される。

心理的側面に関する評価において、PCSは総得点および、下位尺度である反すう、無力感の項目で、聴覚NFBトレーニング介入前に対して介入中間および介入終了時で低下した。また、STAI-1は、聴覚NFBトレーニング介入期間を通して得点の変動が認め、STAI-2は聴覚NFBトレーニング介入前に対して介入中間および介入終了時で低下した。慢性疼痛は心理的变化として不安障害を生じると報告³⁷⁾されており、PCSを用いた、疼痛の慢性化に影響する精神的因子を検討した研究³⁸⁾では、疼痛に固執した状態である³⁹⁾反すうおよび、痛みに対する抵抗感の程度を反映している⁴⁰⁾無力感のある症例は、長期的な予後に関する不安が多いとされている。不安を呈する本症例患者において、PCSやSTAIの点数が低下したことは、慢性疼痛の改善が見られたと考えられる。また、脳波との関連性から、状態不安の程度は、脳波の α 波解析によって把握できる⁴¹⁾とされている。特に小坂橋ら⁴²⁾は、 α 波帯域の増大により一定のリラククス反応と状態不安得点の減少が認められると報告している。本研究結果で α 波帯域の増大がみられなかった理由として、言及はできないが、介入期間内に前述した自己調節機能が再獲得されず、心身の安定が図れていなかった可能性が考えられる。そのため、介入期間中に α 波帯域が有意に増大しなかったことと、情緒状態を示す⁴³⁾STAI-1の得点の変動には密な関連性があると考えられた。さらには、介入期間やトレーニング時間を再考する必要があることも考えられる。

以上のことより、本研究では聴覚NFBトレーニングを実施したことで慢性疼痛への固執や不安感が改善され

た可能性が示唆された。今後の課題として、 α 波帯域の神経活動性を増大させ慢性疼痛患者の痛みの程度を減少させること、聴覚NFBトレーニングの頻度や介入期間などの設定に関して、より詳細に検討する必要があると考えられる。さらには、介入終了後の聴覚NFBトレーニングの効果の持続に関する調査の実施とともに、対象者数を増やすことにより、その効果が聴覚NFBトレーニングによるものなのか解明できる可能性があり、慢性疼痛患者全体に効果が適応される研究の確立を目指していきたい。

引用文献

- Rathore SS, Hinn AR, Cooper LS, et al.: Characterization of incident stroke signs and symptoms findings from the atherosclerosis risk in communities study. *Stroke*, 2002, 33(11): 2718-2721.
- Rinderknecht MD, Kim Y, Santos-Carreras L, et al.: Combined tendon vibration and virtual reality for post-stroke hand rehabilitation. *IEEE In World Haptics Conference (WHC)*, 2013: 277-282.
- 佐伯 茂：難治性疼痛と慢性疼痛の概念。痛みと臨床, 2001, 1(3): 2-9.
- 佐多竹良：治療の実際 最近の難治性疼痛の治療。臨床と研究, 2013, 90(5): 667-672.
- 松原貴子, 沖田 実, 森岡 周：ペインリハビリテーション。三輪書店, 東京, 2011, pp1-47.
- Apkarian AV, Bushnell MC, Treede RD, et al.: Human brain mechanisms of pain perception and regulation in health and disease. *Eur J Pain*, 2005, 9(4): 463-484.
- Sarnthein J, Stern J, Aufenberg C, et al.: Increased EEG power and slowed dominant frequency in patients with neurogenic pain. *Brain*, 2006, 129(1): 55-64.
- Klajner F, Hartman LM, Sobell MB: Treatment of substance abuse by relaxation training: a review of its rationale, efficacy and mechanisms. *Addict Behav*, 1984, 9(1): 41-55.
- Wadden TA, Penrod JH: Hypnosis in the treatment of alcoholism: A review and appraisal. *Am J Clin Hypn*, 1981, 24(1): 41-47.
- Jensen MP, Grierson C, Tracy-Smith V, et al.: Neurofeedback treatment for pain associated with complex regional pain syndrome type I. *J Neurotherapy*, 2007, 11(1): 45-53.
- 守口善也：ニューロフィードバックとCBT。臨床精神医学, 2012, 41(8): 1031-1036.
- 兒玉隆之, 大杉紘徳, 三谷良輔・他：脳血管障害患者の脳内神経活動に振動刺激が及ぼす影響。ヘルスプロモーション理学療法研究, 2014, 4(1): 13-18.
- Miyazawa T, Fukumoto I: 生理指標を用いた居眠り防止システムの基礎検討。 *Journal of Advanced Science*, 2008, 20(1/2): 1-6.
- 峯松 亮：リラクゼーション法の相違が身体反応へ及ぼす影響。理学療法科学, 2010, 25(2): 251-255.
- Keele KD: The pain chart. *Lancet*, 1948, 252(6514): 6-8.
- Sullivan MJ, Bishop SR, Pivik J: The pain catastrophizing scale: development and validation. *Psychol Assess*, 1995, 7(4): 524.
- Beck AT, Ward C, Mendelson M: Beck depression inventory. *Arch Gen Psychiatry*, 1946, 4(6): 561-571.
- Otlinner S, Otlinner SF: Efficacy of neuro-feedback for pain management. *Weiner's pain management: A practical guide for clinicians*. 7th ed. CRC Press, Boca Raton, 2006, pp719-739.
- 西上智彦：難治性疼痛症例に対するニューロフィードバックの効果について：Pilot Study (平成24年度研究助成報告書)。理学療法学, 2014, 41(2): 76-77.
- 松原貴子：機能障害科学入門。神陵文庫, 神戸, 2010, pp43-67.
- Vlaeyen JW, Linton SJ: Fear-avoidance and its consequences in chronic musculoskeletal pain: a state of the art. *Pain*, 2000, 85(3): 317-332.
- 東間正人：脳波所見をどう読む 92症例の臨床現場から。新興医学出版社, 東京, 2010, pp2-8.
- Lindsley DB: Psychological phenomena and the electroencephalogram. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 1952, 4(4): 443-456.
- 木谷知一：パニック障害の安静時及び光刺激中の定量脳波学的研究 未服薬者及び服薬患者の所見から。金沢大学十全医学会雑誌, 2003, 112(4): 169-177.
- Heinrich H, Gevensleben H, Strehl U: Annotation: neurofeedback-train your brain to train behaviour. *J Child Psychol Psychiatry*, 2007, 48(1): 3-16.
- Michael AJ, Krishnaswamy S, Mohamed J: An open label study of the use of EEG biofeedback using beta training to reduce anxiety for patients with cardiac events. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 2005, 1(4): 357-363.
- Gerbrandt LK, Lawrence JC, Eckardt MJ, et al.: Origin of the neocortically monitored theta rhythm in the curarized rat. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 1978, 45(4): 454-467.
- Brazier MA: Regional activities within the human hippocampus and hippocampal gyrus. *Exp Neurol*, 1970, 26(2): 354-368.
- Klimesch W, Doppelmayr M, Russegger H, et al.: Theta band power in the human scalp EEG and the encoding of new information. *Neuroreport*, 1996, 7(7): 1235-1240.
- Cree BAC, Lamb S, Morgan K, et al.: An open label study of the effects of rituximab in neuromyelitis optica. *Neurology*, 2005, 64(7): 1270-1272.
- Tyson PD: The choice of feedback stimulus can determine the success of alpha feedback training. *Psychophysiology*, 1982, 19(2): 218-230.
- 福岡博史, 小山悠子, 福岡 明：ボディソニックフレッシュ1 (音楽体感) を使用した心身のリラクゼーション誘導による歯科治療時の緊張感の除去効果について。日歯医療管理誌, 1989, 24: 19-26.
- Kreitman N, Shaw JC: Experimental enhancement of alpha activity. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 1965, 18(2): 147-155.
- Orne MT, Paskewitz DA: Aversive situational effects on alpha feedback training. *Science*, 1974, 186(4162): 458-460.
- Price DD, McGrath PA, Rafii A, et al.: The validation of visual analogue scales as ratio scales measures for chronic and experimental pain. *Pain*, 1983, 17(1): 45-56.
- Revill SI, Robinson JO, Rosen M, et al.: The reliability of a

- linear analogue for evaluating pain. *Anaesthesia*, 1976, 31(9): 1191-1198.
- 37) 葛巻直子, 成田 年, 新倉慶一: 慢性疼痛と不安/睡眠障害: 痛み刺激による脳内感作. *日本緩和医療薬学雑誌*, 2009, 2(2): 33-37.
- 38) 平川善之, 原 道也, 藤原 明・他: 術後痛の慢性化に影響する認知的・精神的因子の検討. *Pain Research*, 2013, 28(1): 23-32.
- 39) Sullivan MJ, Thorn B, Haythornthwaite JA, et al.: Theoretical perspectives on the relation between catastrophizing and pain. *Clin J Pain*, 2001, 17(1): 52-64.
- 40) 松岡紘史, 坂野雄二: 痛みの認知面の評価: Pain Catastrophizing Scale日本語版の作成と信頼性および妥当性の検討. *心身医学*, 2007, 47(2): 95-102.
- 41) 山村善治, 倉知正和, 岡 孝典・他: 脳波 (α 波) の1/fゆらぎスペクトルの補綴学的応用について. *日本補綴歯科学会雑誌*, 1997, 41(3): 502-506.
- 42) 小坂橋喜久代, 柳 奈津子, 酒井保治郎: 健康女性を対象とした漸進的筋弛緩法によるリラックス反応の評価: 生理的・感覚認知的指標による. *群馬保健学紀要*, 1998: 1981-1989.
- 43) 本江朝美, 高橋ゆかり, 桑田恵子・他: 看護学生の不安に対する認知的評価とSense of Coherenceとの関連. *上武大学看護学部紀要*, 2009, 5(1): 2-11.