

令和 5 年 6 月 12 日現在

機関番号：32651

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2022

課題番号：17K12266

研究課題名(和文)臨床音楽による癒し感の生理・心理的定量化手法の開発 - 音楽併用リハビリテーション -

研究課題名(英文)Development of psycho-physiological quantification method for relaxation ("iyashi-kan") produced by clinical musicology

研究代表者

中島 淑恵 (NAKAJIMA, Yoshie)

東京慈恵会医科大学・医学部・准教授

研究者番号：90459131

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：脳卒中患者においてリハビリへの積極的な参加は、回復における重要なファクターである。音楽を併用した運動において目的を持った随意的な運動(運動意図)発揮が高まるか、運動関連脳電位(movement related cortical potential; MRCP)を計測し振幅の変化を分析し、検討した。コロナ禍により脳卒中サバイバーを対象にした介入研究は遂行困難となり、研究内容を変更したが、運動に併用する際の音楽の印象とMRCP振幅には関係性があり、情動が運動意図に影響を与えること、そして音楽の要素である音量・調性・リズム・メロディは印象を変化させる要因となり運動意図を変化させると考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

リハビリテーションへの積極的な参画に不可欠な心理的支援の一助として、看護師主導で提供する音楽併用リハビリテーションでの音楽の選定基準を明らかにした。音楽聴取の主観的な印象と、運動意図を反映する運動準備脳電位の振幅には相関があるという仮説を基に検証を進めた結果、音楽の選定基準となる指標を明らかにすることができた。それは、音楽併用リハビリテーションにおいて音楽を選定する際、対象にとって輪郭が明確で心地よい旋律で、背景音楽としても聴取できる静かで澄んだものであると、持てる限りの運動パフォーマンスを発揮できる可能性がある、という正かに繋がった。これは、再生音楽で簡便に応用可能な手法である。

研究成果の概要(英文)：Active participation in rehabilitation is an important factor in the recovery of stroke patients. We investigated whether music-enhanced exercise enhances purposeful voluntary movement (motor intention) by measuring movement-related cortical potentials (MRCPs) and analyzing changes in amplitude. Although the intervention study on stroke survivors was difficult to conduct due to the Corona disaster, and the content of the study was changed, there was a relationship between the MRCP amplitude and the impression of music when used in conjunction with exercise, and that emotion influences motor intention, and that musical elements such as volume, tone, rhythm, and melody are factors that change the impression, and thus change motor intention. The music elements such as volume, tonality, rhythm, and melody were thought to be factors that change the impression and thus change the motor intention.

研究分野：複合領域分野, 医歯薬学分野

キーワード：音楽併用リハビリテーション 脳卒中中等度麻痺患者 運動準備電位 運動意図 音楽の印象 BP MRC Ps

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1 . 研究開始当初の背景

我が国の平成 26 年の脳血管疾患患者数は 1,179 千人で、近年減少傾向にある。しかし、脳血管疾患患者は、要介護度別の原因疾患としても中等度以上では第 1 位を占めており、一度発症すると大きく ADL が低下し、長期的な医療が必要となる。超急性期医療、回復期リハビリテーション（以下リハビリ）や介護と、包括的で横断的な対策が求められる疾病でもある。

脳血管疾患患者へのリハビリでは、近年、脳という臓器にターゲットを絞った先進的医療、例えば iPS 細胞移植による神経再生や反復経頭蓋磁気刺激などによるヒト脳刺激法の併用などが用いられている。しかし、こうした手法は特殊機器を必要とし、また腫瘍やてんかん発作などのリスクもあるため、すべての患者に適用できる訳ではない。さらに、こうした先進的医療においても、患者本人の治りたいという強い意思とリハビリへの主体的参加は必要不可欠である。その点で、脳という臓器だけではなく、人間の心理や精神性を理解し支援する手法は極めて重要である。臨床現場への音楽の導入（臨床音楽）は、神経再生から運動トレーニングまでのあらゆるリハビリ手法との併用が可能であり、しかも人間としての患者に働きかけて「癒し感」を通じて治療への動機付けを高める精神生理作用が期待される。

直接に運動機能とは関連しない多感覚統合アプローチも運動リハビリの効果をより高めるとされ、特に音楽活動は認知・心理的要素を含む手法として有効であるとされている(Johansson 2011)。認知症、失語症、パーキンソン病に対する Music-supported training(MST) の有用性は、エビデンスとして確立しつつある(Ueda et al. 2013; 関ら 1983; Satoh et al. 2008) が、一方で、音楽活動そのものの効果に関する、客観的で統一的な評価方法は未だ確立されていない。

通常、臨床音楽で期待されるのは、リラクゼーションなどの癒し効果である場合が多い。しかし、癒し効果は主観的であるため、その効果を検証するのが難しい。「癒し」は、リラクゼーションと関連し、「緊張緩和」や「弛緩」とも同義である(中北 2010)。リハビリにおいては、「緊張緩和」や「弛緩」は、パフォーマンスの向上に寄与することから、自律神経活動や脳波計測による生理的な評価が行われている(Lee et al. 2015; Zhang et al. 2015)。そこで、自律神経活動や脳波計測により、「癒し」という主観的・質的経験を神経生理的特性から客観的に評価することでその「癒し感」という感性を定量化することができないか、本研究の着想に至った。

これまで、申請者らは音楽の構成要素である周波数成分に着目し、可聴域の高周波を増幅加工した音楽におけるストレス回復の修飾効果について明らかにした(Nakajima, et al., 2016)。しかし、看護師がリハビリ訓練の効果を維持向上させるため、訓練前後のリラクゼーションを図る上で、音楽による主観的な変化が身体応答に影響を及ぼすことを考慮しなくてはならない。そこで、本研究では、過去の研究成果より、音楽により生じる主観的経験と神経生理学的なリラクゼーション計測に相関があるという仮説を検証し、音楽併用リハビリの場で利用可能な手法を確立することをエンドポイントとする。

参考文献：Nakajima Y, et al. (2016). Stress Recovery Effects of High- and Low-Frequency Amplified Music on Heart Rate Variability, *Behavioural Neurology*, Article ID 5965894, p. 1-8.

2 . 研究の目的

我々の研究成果で、これまで、音楽を併用することで運動意図が高まることを検証した。運動意図目的を持った随意的な運動を行おうと計画する行為の評価指標として、運動準備脳電位(Movement-related cortical potentials: MRCP)の振幅を解析することで、音楽の印象と随意運動時の運動意図の関連性を明示できるのではないか、と着想した。MRCPは随意運動に先行して約0.5-1.0秒前から補足運動野より発生する脳波であり、運

動制御における意欲や注意・関心などの心理的な要因により振幅の大きさは影響を受ける。更に、音楽課題による印象と MRCP の増幅の関連性について検討する上で、聴覚課題における印象の評価指標の重要性に着目した。

そこで、ボタン押し運動による上肢の反復的運動時における運動準備脳電位 (MRCP) の振幅と音楽課題の印象の関連性について分析し、運動意図に影響を与える情動特性を明らかにし、音楽併用リハビリに用いる音楽の選定基準を提唱することで、リハビリに励む患者への心理的支援としての看護師主導による支援方略を確立することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 音楽課題併用における上肢反復運動時の MRCP への影響に関する調査

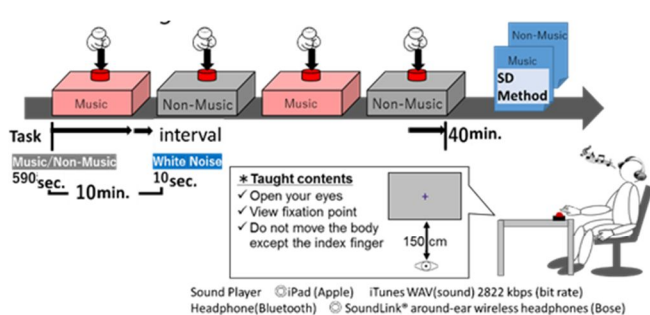
対象は健康被験者 14 名(平均年齢 36.4 ±14.2 歳, 男性 8 名, 音楽の専門教育期間は 6.5 年±9.6 年間)。実験では、被験者が椅子に座った状態で、2 つの聴覚課題(音楽/非音楽をランダムに提示し、カウンターバランスをとった)の聴取と並行に、自分のペースで 10 秒に 1 回程度、自発的なボタン押し運動(右示指)。実験後は、聴覚課題(音楽/非音楽)を聴取した印象について SD 法を用いて 14 項目で評価した。

MRCP 振幅は早期成分 (-1 ~ -0.5 s) と後期成分 (-0.5 ~ 0 s) について、それぞれ被験者因子をランダム効果とした 2 因子混合モデル ANOVA(電極 × 課題)で統計解析を行った。Post-hoc t-test では多重比較に対して Bonferroni 補正を行った。聴覚課題(音楽/非音楽)時の印象については Wilcoxon 検定を行った。MRCP 振幅差と印象差の相関については Spearman の順位相関係数で検討した。有意水準は 0.05 とした。

(2) MRCP 振幅と音楽課題の印象との関連性と運動意図に影響を与える情動特性

対象は健康被験者 14 名(平均年齢 36.4 ±14.2 歳, 男性 8 名, 音楽の専門教育期間は 6.5 年±9.6 年間)。実験では、被験者が椅子に座った状態で、2 つの聴覚課題(音楽/非音楽をランダムに提示し、カウンターバランスをとった)の聴取と並行に、自分のペースで 10 秒に 1 回程度、自発的なボタン押し運動(右示指)。実験後は、聴覚課題(音楽/非音楽)を聴取した印象について SD 法を用いて 14 項目で評価した。

MRCP 振幅は早期成分 (-1 ~ -0.5 s) と後期成分 (-0.5 ~ 0 s) に分けて、MRCP(Cz/C4)を従属変数、音楽の印象を独立変数とした重回帰分析ステップワイズ法で分析した(有意水準は 0.05)。



EEG	Position of EEG electrodes EOG(Rt Inf Cantus), Fz, Cz, Pz, C1, C2, C3, C4 The reference electrode was placed on the right earlobe (A2). The ground electrode was placed at the forehead (AFz). Recording and Analysis Equipment Polymate II AP216, Active electrode Miyuki Giken Co., Ltd. Recording software AP-Viewer NoruPro Light Systems, Inc. Analysis Software Trigger Select Pro, EP Multi Viewer System NoruPro Light Systems, Inc.
Setting conditions	Time constant 3 sec, High cutoff frequency 60 Hz, Sampling frequency 200 Hz, Electrode resistance < 5 kΩ
Analysis Time	The analysis window was set from -2.0 to 0.5 seconds with respect to the trigger timing (button press). After linear detrend, baseline correction (from -2.0 to -1.5 s) was performed.
EEG Analysis	Trials including large EOG or EEG signals (200 μ V) were automatically rejected as artifacts. Then all the waveforms were visually inspected for artifact removal. For each conditions, the mean number of trials for average was 72 (30-211). After confirming the reproducibility of the waveform in the first half and the second half of the average, the grand average waveform of all subjects were produced.
Statistical Analysis of MRCP	Dependent variable was MRCP(Cz/C4) and independent variable was musical impression. Multiple regression stepwise method was used for analysis. (significance level P=0.05)

Task	Repertoire	Playback Method	Total time (sec)	Tempo (bpm)	Taught contents
Music	[Wedding March] A Midsummer Night's Dream Op.61 F. Mendelssohn	Normal	590	81	voluntarily press the button by using the right index finger at their own paces (every 5-10 sec apart)
Non-music		Reversed			

図 1 研究方法

4. 研究成果

(1) 音楽/非音楽を併用したボタン押し運動時の MRCP と印象差の比較

MRCP 早期成分は音楽聴取時に非音楽に比べて優位に大きかった ($p = 0.045$)。電極部位による影響はなく、電極 × 課題の交互作用は認められなかった。電極ごとの post-hoc t-test では、音楽聴取による影響は有意差に至らなかった。MRCP 後期成分は音楽聴取時に非音楽に比べて優位に大きかった ($p = 0.003$)。電極部位による影響はなく、電極 × 課題の交互作用は認められなかった。電極ごとの post-hoc t-test では、音楽聴取による影響が Cz, C4 で認められた (C3: $p=0.936$, C1: $p=0.256$, Cz: $p=0.005$, C2: $p=0.221$, C4: 0.007)。音楽と非音楽の両聴取課題の印象を評価した 14 項目では、9 項目で有意差を認めた。

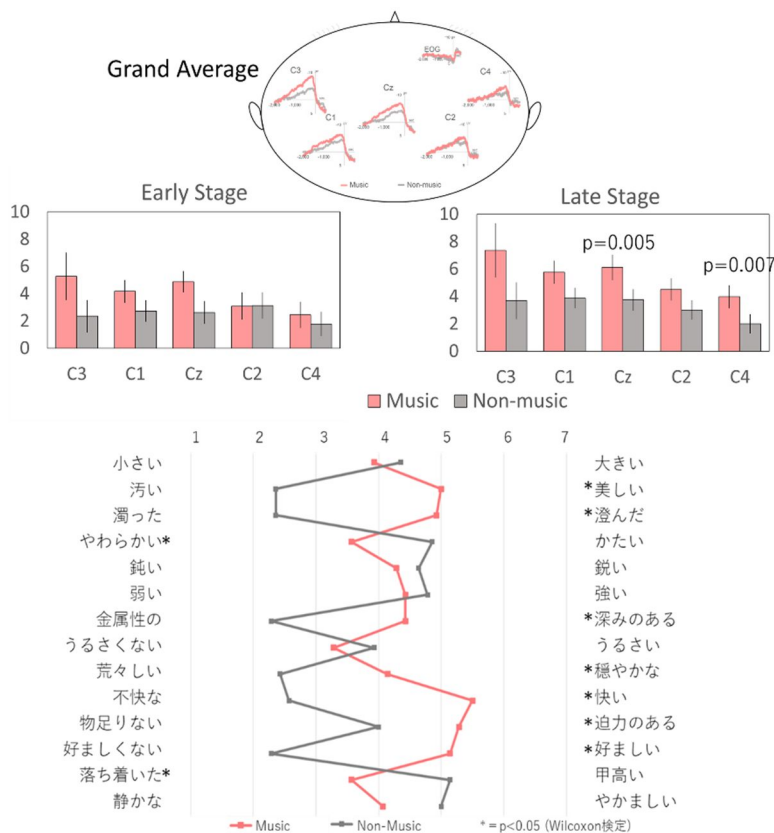


図2 上肢反復運動時のMRCPと音楽課題印象

以上より、音楽課題を併用したボタン押し運動のMRCPは、早期・後期成分ともに、非音楽課題に比べて振幅が大きかった。post-hoc検定では、CzとC4の後期成分に有意差が認められた。だが、ANOVAでは電極×課題の交互作用は認められておらず、その統計的意義は慎重に評価する必要がある。音楽聴取については右半球が重要な役割を果たしていると考えられ、右半球でのMRCP後期成分の増大はその影響である可能性もある。

音楽を聴取した印象については、なかでも「澄んだ」や「静かな」に裏付けられて大きくなる可能性が示唆された。音楽の聴取により生じた感情の影響には、負の気分の減少が灰白質量 (gray matter volume) の増加に関連したり、音楽的な豊かな感情の生成が側頭葉内側部・辺縁系と前頭前野 (Frontolimbic) の神経の可塑性を高める可能性について明らかにされている (Särkämö et al., 2013)。ドパミン系が刺激されるような情動の変化が大きい印象の音楽 (Salimpoor et al., 2009; 2012) ではなかったが、本研究の聴覚課題特性 (音楽に没入することなく自己のペースで随意的な運動を行う場合) を鑑みてリハに音楽を併用する際は、音楽の要素 (リズム, ハーモニー, メロディ) が複雑でなく、清閑な印象を懐き易い音楽を選曲することで、運動の準備状態を高め、MRCP促進に影響を与えた可能性がある。だが、本研究では1種類の音楽聴取しかおこなっていないため、どのような感性因子がMRCPに影響したり、運動準備を促進したりするかについては今後の検討が必要である。

よって、第1段階の研究では、臨床神経生理学的なバイオマーカーを用いることで、神経ファシリテーションを促すことを目的とした音楽併用リハビリを提供する際の選曲基準を客観的に決定できる可能性が示唆された。

(2) MRCP振幅と音楽課題の印象との関連性と運動意図に影響を与える情動特性の検討

MRCPの振幅の増幅には、「静かな」、「澄んだ」、「迫力のある」、「鋭い」の4印象に関連性があった。唯一、「弱い」の印象では、MRCPの振幅は有意に減少した。

更に、印象14項目について最尤法・Promax回転による因子分

MRCPと印象評価の差についての相関を検討したところ、有意な相関が認められた印象は「濁った - 澄んだ」(p=0.024)と、「静かな - やかましい」(p=0.003)の2項目だった。ただし、音楽と非音楽の間で、「澄んだ - 濁った」では有意な印象差があったが、「やかましい - 静かな」では有意な差は認められなかった。

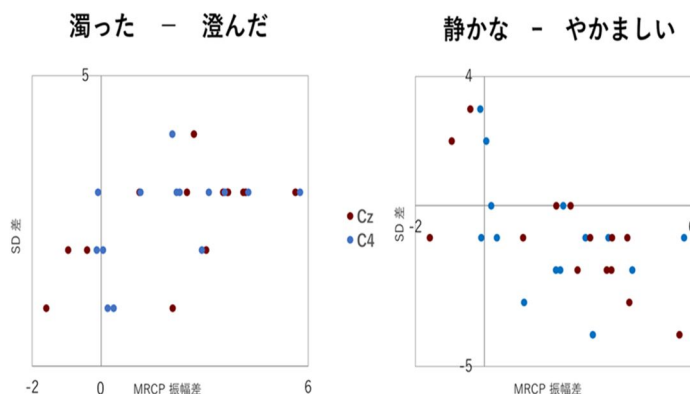


図3 MRCPの差と印象の差の相関 (CzとC4)

表1 早期・後期MRCPと情動スコアの重回帰分析 (CzとC4)

MRCP Components	Early stage		Late stage			
	Cz	C4	Cz	C4		
Impression Rating of Listening Music Task (SD Method) *14 items that were significant	Quiet - Noisy	None	Clear - Murky	Weak - Strong	Poor - Powerful	Dull - Sharp
MRCP (μV)	3.76 ± 3.19	2.01 ± 2.59	4.94 ± 3.39	3.0 ± 2.99		
Multiple correlation coefficient R	0.551	-	0.456	-0.440	0.565	0.668
Adjusted R-squared	0.277	-	0.177	0.162	0.265	0.377
Standardized partial regression coefficient (β)	-0.551	-	0.456	-0.864	0.400	0.468
Significant probability (p)	0.002	-	0.015	<0.001	0.02	0.028
VIF	1.0	-	1.0	1.0	1.103	1.724

析を行ったところ,SD 法 14 項目から聴覚課題の情動特性の 4 因子を抽出することができた.第 1 因子としては音楽の雰囲気に関連する印象だった(迫力のある,澄んだ,美しい,好ましい).第 2 因子としては,音楽の輪郭やアクセントなどの旋律やリズムのフレームに関連する印象だった(かたい,鋭い,強い).第 3 因子としては,音楽の調性や和声など心地よさに関連する印象だった(好ましい,やわらかい,快い,うるさくない,静かな,穏やかな).第 4 因子としては,BGM 的な音楽としての印象だった(物足りない,澄んだ,深みのある,穏やかな,弱い,落ち着いた,小さい).以上より,運動に併用する際の音楽の印象と MRCP 振幅には関係性があり,音楽の印象は音量・調性・リズム・メロディなどにより変化することがわかった.つまり,MRCP の振幅を有意に増幅させる音楽課題は,静かな印象をもつ(第 3・4 因子),澄んだ印象をもつ(第 1・4 因子),迫力のある印象をもつ(第 1 因子),鋭い印象をもつ(第 2 因子)特性があった.

つまり,情動が運動意図に影響を与えることが検証された上で,リハビリに併用する音楽選曲の基準となり,且つ,音楽併用により情動が与える影響を考慮する必要があると考えられたことより,運動発揮に作用する要因を解明するための示唆を得ることができ,運動意図が高まることで随意運動の準備状態を向上させる可能性があることがわかった.

しかしながら,本研究では,脳卒中サバイバーへの介入研究で,臨床応用の有用性を検討し,プログラム構築することまで発展する予定であったが,COVID-19 の感染流行による行動制限や感染機会の拡大に伴い,被験者のリクルートが難航し,成果を公表できるまでのデータが蓄積できなかった.まず,本成果を Clinical Neurophysiology の学会誌へ投稿する準備を進める.

表 2 印象特性の因子分析結果 (Promax 回転後の因子パターン)

		因子 1	因子 2	因子 3	因子 4
Q11	迫力のある - 物足りない	1.28601	0.17935	-0.2387	-0.4546
Q3	澄んだ - 濁った	0.73403	-0.2238	-0.21	0.36682
Q2	美しい - 汚い	0.61444	-0.3155	0.07005	0.17554
Q12	好ましい - 好ましくない	0.49198	0.12833	0.4841	0.1665
Q7	深みのある - 金属性の	0.37463	0.10477	0.23858	0.3642
Q4	かたい - やわらかい	-0.0696	0.96116	-0.3506	0.3434
Q5	鋭い - 鈍い	0.10196	0.81832	0.14932	-0.0418
Q10	快い - 不快な	0.42909	0.05649	0.58015	0.14304
Q8	うるさい - うるさくない	0.12129	0.00251	-0.5451	-0.0031
Q14	やかましい - 静かな	0.23306	0.02693	-0.5044	-0.2446
Q9	穏やかな - 荒々しい	-0.0199	0.12263	0.44341	0.60058
Q6	強い - 弱い	0.28188	0.48837	0.16972	-0.5733
Q13	甲高い - 落ち着いた	-0.1758	0.26297	-0.0342	-0.4465
Q1	大きい - 小さい	0.12223	-0.0792	-0.1046	-0.3872
因子間相関			-0.397	0.721	0.514

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 中島淑恵, 美馬達哉
2. 発表標題 音楽を併用した随意運動意図に影響を与える情動因子の検討
3. 学会等名 第48回日本臨床神経生理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中島淑恵
2. 発表標題 音楽を併用した随意運動意図に影響を与える情動特性の検討
3. 学会等名 第38回日本看護科学学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 NAKAJIMA Yoshie
2. 発表標題 Can music enhance movement intention?
3. 学会等名 The 16th European Congress of Clinical Neurophysiology (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中島淑恵
2. 発表標題 医療現場で音楽の活用を推進するための医療チーム作り - 看護職の立場から -
3. 学会等名 第14回神経難病における音楽療法を考える会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中島淑恵
2. 発表標題 音楽による運動関連脳電位の増大に関与する要因の検討
3. 学会等名 第47回日本臨床神経生理学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中島淑恵
2. 発表標題 音楽による運動関連脳波の促通に関する主観的要因の特徴
3. 学会等名 第37回日本看護科学学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yoshie NAKAJIMA
2. 発表標題 Possible motor facilitation effects of music with clear and quiet impression measured by movement-related cortical potential.
3. 学会等名 32nd International Congress of Clinical Neurophysiology (ICCN) (国際学会)
4. 発表年 2022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
研究分担者	美馬 達哉 (MIMA Tatsuya) (20324618)	立命館大学・先端総合学術研究科・教授 (34315)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	桐本 光 (KIRIMOTO Hikari) (40406260)	広島大学・医歯薬保健学研究科・教授 (15401)	

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