

リラククス反応の指標としての血中 β -endorphin の有用性

深田美香・三瓶まり・南前恵子

Mika FUKADA, Mari SAMPEI and Keiko MINAMIMAE

The validity of change of plasma β -endorphin content as an index to the relaxation response

音楽が人間の情動に大きな影響を及ぼすことは経験的に知られている。しかし、音楽の生理的、心理的な作用機序や、音楽の種類に応じた反応などについて統一した見解は得られていない。

ボディソニックシステムは、体感音響振動によって重低音感、リズム感などを感じ取りやすくし、音楽のもつ陶酔感や恍惚感を倍加してより深いものにする¹⁾。このような特性は、音楽によるリラククス効果を高めるものであると考えられる。また、音楽と振動という2つの刺激が加わることにより、より情動的に生体に働きかけることができ、自律神経系や内分泌系への作用も大きくなると考えられる。

今回、私たちは身体的・精神的ストレス時に下垂体前葉から分泌される内因性モルヒネである β -endorphin²⁾ のリラククス効果の指標としての有用性について検討した。

したい時に聴いている曲とした。ボディソニックの振動の強さは被験者の好みで実験前に調節した(図1)。

リラクセーション効果の指標:

β -endorphin測定のための採血は、左前腕部に翼状針を留置、三方活栓に装着した注射筒から採血し、血漿資料として分離した。 β -endorphin値の測定は、radio immuno assay法により行った。標的抗体として125 β -epを使用し、ARC950(アロカ)によるウエル型シンチレーションカウンターで測定した。最小測定可能値は3pg/mlである。採血は、実験I~IIIの前後計6回行った(図1)。

主観的な反応として、リラククス感、振動の心地よさについての評価について調査した。

研究II

対象: 健康な成人18名 (男性8名、女性10名) 平均年

対象および方法

研究I

対象: 健康な成人17名 (男性9

名、女性8名) 平均年齢20.60歳

期間: 1994年7月18日~29日

方法: 5分間の内田-クレペリンテストにより精神的なストレス負荷を行った後、安静臥床(実験I)、音楽鑑賞(実験II)、ボディソニックシステム体験(実験III)をそれぞれ30分間行った。実験I、IIの間に10分間の休憩をとり、同一日に連続して行った。音楽鑑賞とボディソニック体験に使用した音楽は、被験者が普段リラククス看護学科

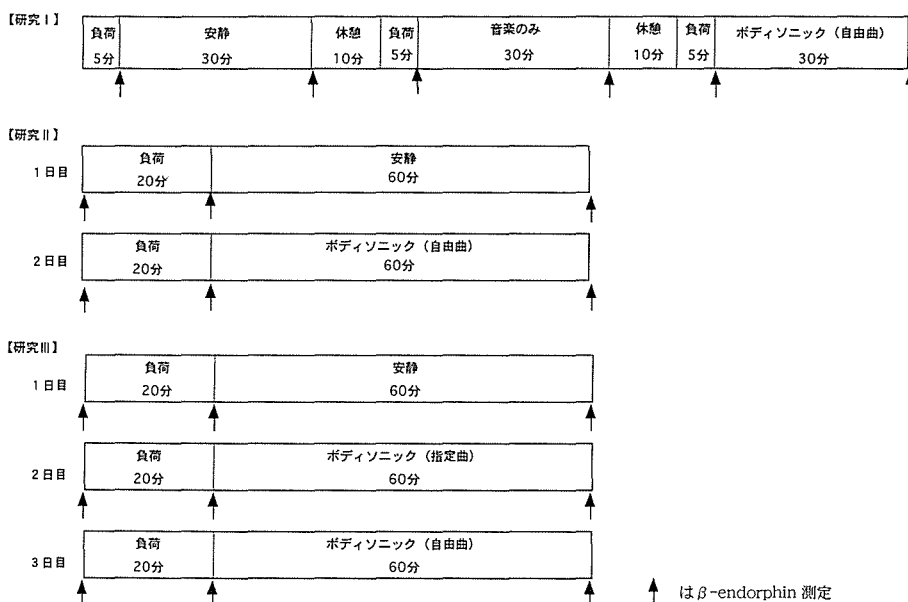


図1 実験手順

齢20.05歳

期間：1996年7月17日～31日

方法：20分間の内田-クレペリンテスト（途中1分間休憩）により精神的なストレス負荷を行った後、安静臥床（実験Ⅰ）、ボディソニックシステム体験（実験Ⅱ）をそれぞれ60分間行った。各々の被験者に対して実験Ⅰ、Ⅱを2日おいて同じ時間帯に実施した。ボディソニックシステム体験には、音楽療法用ミュージック（ボディソニック社）「快適な睡眠と疲労の回復」の音楽を使用し、振動の強さは、マットレスパット3枚を敷き、「弱」に設定した（図1）。

リラクゼーション効果の指標：

β -endorphinの測定方法は研究Ⅰと同様に行った。採血は、それぞれ負荷前、負荷直後、実験後の3回とした（図1）。

主観的反応として、リラックス感、振動の心地よさについての評価について調査した。

研究Ⅲ

対象：健康な成人8名（男性4名、女性4名）平均年齢19.25歳

期間：1997年7月24日～8月7日

方法：20分間の内田-クレペリンテスト（途中1分間休憩）により精神的なストレス負荷を行った後、安静臥床（実験Ⅰ）、ボディソニックシステム体験（実験Ⅱ）を60分間行った。ボディソニックシステム体験に使用した音楽は、音楽療法用ミュージック（ボディソニック社）「快適な睡眠と疲労の回復」を使用した。振動の強さは、マットレスパット3枚を敷き、「弱」に設定した（図1）。

なお、協力可能であった4人には、被験者が普段リラックスしたい時に聴いている曲（自由曲）を用いてボディソニックシステム体験（実験Ⅲ）を60分間行った。振動については実験Ⅱと同様にした。

各々の被験者に対して実験Ⅰ、Ⅱ、あるいはⅠ～Ⅲを2日おいて同じ時間帯に実施した。

リラクゼーション効果の指標：

β -endorphinの測定方法は研究Ⅰと同様に行った。採血は、それぞれ負荷前、負荷直後、実験後の3回とした（図1）。

主観的反応として、リラックス感、振動の心地よさについての評価について調査した。

なお、研究Ⅰ、Ⅱ、Ⅲはそれぞれ異なる被験者である。

結果および考察

1. 音楽の生体に及ぼす影響

音楽の生体への影響を評価する指標としては、主として、生理的な指標や心理的な指標が用いられており、音楽の使用目的に応じて、その効果を評価している。例えば、リラクゼーションが目的であれば、生体のリラックス反応を指標として評価している。また、身体機能障害のリハビリテーションのひとつとして音楽療法を行う場合、身体機能の改善度も音楽の効果を評価する指標とされる³⁾。生理的指標は大別すると、自律神経系の反応として呼吸、脈拍、血圧、脳波、皮膚電位水準、microvibrationなど、内分泌系の反応としてcatecholamine、 β -endorphinなどが用いられている。

音楽の生体への影響を評価する場合に留意すべき点は音楽が聴覚系を介して脳内に伝わりどのように作用し、それが、生体反応として出現するののかについてである。例えば、右耳に入った音は聴神経を介して脳幹に伝えられる。ここで中継された信号は、左右両方に分かれて脳幹の両側を上行するが、この際最低5ヵ所中で中継される。かつ多くの信号が脳幹網様体にも伝えられる。神経の信号は神経細胞で中継されるたびに修飾される。このような複雑な経路を経て、たとえ一側の耳にのみ入った音も両側の脳半球の聴覚皮質に伝えられる。側頭葉の聴覚皮質に音程毎に投射されており、ここで音の高さが知覚される。隣の聴覚連合野で統合されないと意味は理解できない。聴覚皮質で音を聞き、聴覚連合野で統合され音楽として理解する⁴⁾。

音刺激に誘発された神経信号の多くが脳幹網様体にも伝えられるが、脳幹網様体は単に脳皮質を賦活して意識を維持するのみでなく、自律神経と内分泌の中枢でもある視床下部に作用して、自律神経やホルモンの働きを変え、更に情動や記憶と関係の深い辺縁系にも強い作用をする。辺縁系には内側辺縁系（記憶に関連、感動の昂揚）、底外側辺縁系（情動の抑制）の2つがある。辺縁系は視床下部（自立神経系と内分泌系の中枢）、前頭野と密接に関係しているので、感情に伴う自律神経系・内分泌系を介する身体反応が引き起こされる⁴⁾。

このような音楽の脳内での作用機序をもとにして、 β -endorphinが産生される過程を考えてみる。音刺激は、脳皮質の聴覚連合野で音楽として認知し、海馬を介して記憶と照合し、辺縁系で情動として喚起される。それが、辺縁系から視床下部、脳下垂体前葉へと伝わり β -

endorphinが産生され、血中に分泌されると考えられる。以上の仮説に基づくとβ-endorphinの産生、分泌は辺縁系の情動反応と関連深いと考えることができる。

以上みてきたように、音楽刺激が脳内でどのように作用しているか、つまり情動反応なのか、あるいは視床下部の反応なのかといった作用水準を考慮して、反応を評価する必要がある。小林らは、皮膚電位水準からみた反応形態と脳波からみた反応形態が異なる、つまり同一対象者でも皮膚電位水準では音楽に反応しており、脳波では無反応な場合があることを報告している⁵⁾。このことは、主として脳の浅い層である新皮質や脳幹網様体から得られる生理的变化を反映する事象として脳波の変化が観察でき、主として脳のより深い層である大脳辺縁系や視床下部の生理的变化を反映する事象として皮膚電位水準の変化が観察されるから、必ずしも同一対象者でも、観察している水準が異なるので異なる反応として現れると考えられる。

また、音楽を知的に聴く場合と、音楽を感情的に聴く場合とでは脳波の性状が異なってくる。例えば、音楽を感情的に聴くと脳波は、徐波成分が多くなる⁵⁾ともいわれている。つまり、音楽はそれを聴いている一人一人の音楽鑑賞態度によって、作用の強さが異なり、ひいては生体反応としての現れ方も異なることが予想される。

2. ストレス負荷によるβ-endorphinの増減

研究Ⅰでは5分間の内田-クレペリンテストによりβ-endorphinが増加した人は実験Ⅱの音楽鑑賞前の負荷では対象者17名中10名、実験Ⅲのボディソニック前の負荷では17名中7名であった。研究Ⅱでは途中1分間の休憩をいれ合計20分間の内田-クレペリンテストによりβ-endorphinが増加した人は安静臥床前の負荷では18名中4名、ボディソニック前の負荷では18名中2名であった。研究Ⅲでは20分間の内田-クレペリンテストによりβ-endorphinが増加した人は安静臥床前の負荷では7名中2名、指定曲および自由曲によるボディソニック前の負荷ではそれぞれ、7名中1名であった(表1)。

なお、研究Ⅰの安静臥床(実験Ⅰ)では、ストレス負荷前にβ-endorphinを測定していないため、β-endorphinの増減が判定不能であり、今回の検討からは除外した。

研究Ⅰでは対象者の半数以上がβ-endorphinが増加しており、内田-クレペリンテストによるストレスが加わったと考えられるが、研究ⅡおよびⅢではほとんどの対象

表1 β-endorphinの増減

		負荷後β-endorphin 増加	実験後β-endorphin 減少	実験後β-endorphin 不変・増加
研究Ⅰ 対象者17名	音楽	10	8	2
	BS自由曲	7	2	5
研究Ⅱ 対象者18名	安静	4	4	0
	BS指定曲	2	2	0
研究Ⅲ 対象者7名	安静	2	1	1
	BS指定曲	1	0	1
	BS自由曲	1	1	0

者がβ-endorphinが増加しておらず、実験的なストレスが負荷されていない可能性が高い。研究Ⅰでは5分間、研究ⅡとⅢでは1分間の休憩を含み20分間内田-クレペリンテストを行ったが、短時間ストレス負荷を行った研究Ⅰの方が、β-endorphinが増加した人が多かった。このことは、ある程度時間がたつと計算問題に慣れてきてしまうことや、個人によって負荷となる時間に差があることが考えられる。健常者を対象にして負荷を行った後リラクセーション反応を観察するためには、効果的なストレス負荷や負荷のかかり易さの個人差の問題についても検討していく必要がある。

本来、β-endorphinをリラクセーションの指標とする場合、ストレスにより増加したβ-endorphinが減少することがリラクセーションによる反応と捉えることができる。今回の研究において、ストレス負荷によるβ-endorphinの増加が認められなかった対象については、ストレスが加わらなかったと考え、β-endorphinが増加した人を中心にリラクセーション反応を検討していく。

3. リラクセーションとβ-endorphinの関連

負荷後にβ-endorphinが増加した対象のうち、安静臥床、音楽鑑賞、ボディソニックによりβ-endorphinが減少した人もいれば、不変、あるいは増加した人もいた(表1)。研究Ⅰの音楽鑑賞では10名中8名、ボディソニックでは7人中2人、β-endorphinが減少した(図2)。研究Ⅱでは、安静臥床では4名全員、ボディソニックでは2名全員β-endorphinが減少した(図3)。研究Ⅲの結果をみると、安静では2人のうち1人が、自由曲のボディソニックでは1人、β-endorphinが減少したが、指定曲のボディソニックではβ-endorphinは減少した人はいなかった(図4)。

研究ⅡとⅢではストレス負荷によりβ-endorphinが増加した人が少なく、実験後のβ-endorphinの変化について傾向は見い出せなかった。

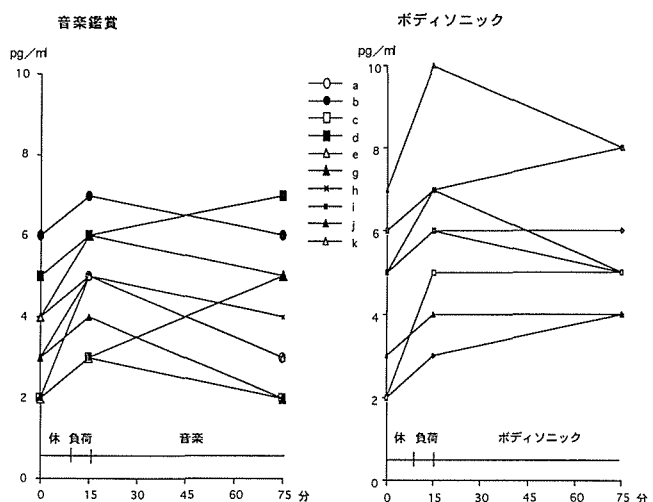


図2 β -endorphinの増減 (研究I)

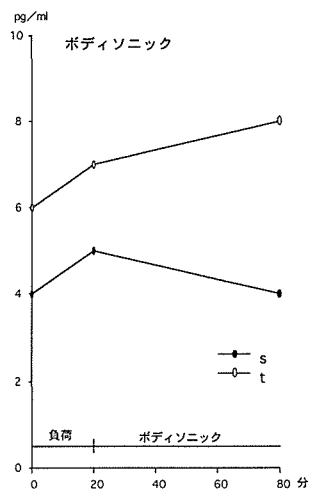


図4 β -endorphin (研究III)

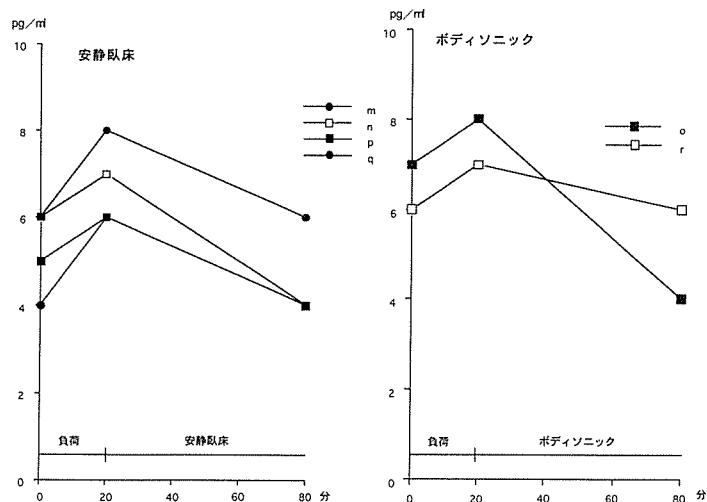


図3 β -endorphinの増減 (研究II)

安静時の正常人の血漿中エンドルフィン値は5~20pg/mlといわれており⁷⁾、身体的、心理的なストレスにより分泌増加する。今回の実験では最も変化の大きかった被験者で、4~19pg/mlであり、ほとんどが3~10pg/mlの間で変化していた。つまり、実験的なストレス負荷やその後のリラックスによる変化も β -endorphinの正常範囲内であった。ストレスやリラックスにより β -endorphinが変化するのか検討する必要がある。

佐藤らは⁸⁾手術室入室後から全身麻酔導入前の15分間に音楽を聞くことによる β -endorphin様免疫活性の変化を検討している。その結果、手術中を通して β -endorphinは増加しているが、手術開始1時間後に音楽を聴いた群は、聴いていない群に比べて約75%低値を示した。このことは、手術により β -endorphinは増加するが、麻酔導入前の音楽聴取によりその増加が抑えられる

ことを示している。有意な差は認められなかったが、音楽聴取によるストレス緩和傾向を認めている。この実験で測定された β -endorphin様免疫活性の分泌は β -endorphinの分泌と平行することがわかっている⁷⁾。15分間の音楽聴取ではほとんど変化は認めないが、その後手術開始1時間後には、約2倍に増加している。この結果をもとに私たちの実験結果を見ると β -endorphinの増減は約3倍、あるいは3分の1であり、佐藤らの研究よりも今回の実験の方が変化が大きい。つまり、今回のストレス負荷による β -endorphinの増減はストレス反応とリラックス反応を反映していたと考えられる。

4. 主観的な反応と β -endorphinの関連

次にリラックス感の有無や振動の心地よさについての評価とボディソニック後の β -endorphinの増減の関連に

表2 ボディソニックによる β -endorphinの増減と主観的評価

No.	β -endorphinの増減	主観的リラックス観	振動についての評価
b	↑	relax	good
c	↑	not relax	good
e	↓	not relax	strong
f	→	relax	good
g	↓	relax	strong
j	→	relax	good
k	→	not relax	good
l	↓	not relax	strong
o	↓	relax	strong
r	↓	relax	strong
s	↓	not relax	good
t	↑	relax	strong

b~lは研究I, o, rは研究II, s, tは研究IIIの対象者

ついて表 2 に示した。ボディソニックにより β -endorphin が減少した人でも、必ずしも主観的にもリラックスできたと答えていない。また、振動についての強く感じている人が多い。このように主観的なリラクゼーション感と β -endorphin の反応は一致していない。この理由が、前述したような反応の水準による相違であるのか今回の結果だけでは明らかにすることはできない。今後、より詳細に主観的な情動反応や β -endorphin の増減を分析していく必要がある。

主観的な情動反応については音楽のもつ要素として、音楽を鑑賞することを楽しめたかどうか、また音楽を鑑賞する態度として、感情的に聴いているのか、知的に聴いているのかなど主観的な反応をより詳細に検討することが必要である。また、 β -endorphin の増減については反応の個性性を考慮して分析していく必要がある。

β -endorphin によりリラックス反応を評価することは現段階では単独指標としては充分ではないが、ストレス軽減、つまりリラックスの直接的な評価であるため、今後リラックスの指標として確立する意義は大きいと考える。

要 約

ボディソニック前後における血中 β -endorphin の増減を分析し、リラックス反応の指標としての有効性について検討した。ストレス負荷により増加した β -endorphin が、ボディソニック体験により減少した人は 50% であった。 β -endorphin が減少した人でも主観的な反応としてはリラックスできていなかったり、振動も強いと感じており、その反応は一致していなかった。その理由としては、音楽と振動の刺激を受ける個人の水準の相違が考えられる。今後、より詳細に音楽鑑賞態度や β -endorphin による反応の個性性などを考慮して検討することにより、リラックスの直接的な指標として確立することができる。

本研究にご協力いただきました被験者の皆様に深謝致します。

本研究は、平成 5 年度鳥取大学医療技術短期大学部研究助成費、平成 8 年度文部省科学研究費（課題番号 08772211）および平成 8・9 年度文部省科学研究費（課題番号 08672677）による助成を受けた研究の一部である。

文 献

- 1) 小松明, ボディソニック・システム, 日本バイオミュージック研究会誌, 2, 76-82, 1988.
- 2) Davis J, 安田宏訳, 快楽物質エンドルフィン, pp 226-236, 1989.
- 3) 櫻林仁 監修, 音楽療法研究, pp42-62, 1996.
- 4) 植村研一, 人間の脳が如何に音楽を捉えるか, 日本バイオミュージック学会誌, 12, 8-14, 1994.
- 5) 小林信三, 森本章, 伊賀富栄, 鶴敏彦, 吉田学, 山本賢司, 浅川雅晴, 白倉克之, 五島雄一郎, 音楽の生体に与える生理学的影響についての研究-音楽療法の適応についての一考察-, 8, 14-24, 1993.
- 6) 村井靖児, 音楽療法の理論と方法, 理・作・療法, 7, 434-438, 1987.
- 7) 加藤護, β -endorphin, 日本臨床, 53, 324-328, 1995.
- 8) 佐藤裕, 長尾博文, 石原弘規, 尾山力, 音楽聴取の鎮静効果の客観的評価, 麻酔, 10, 1206-11, 1983.
- 9) Cathy HM, Frederick C., Adrsh MK and Mahendra K, J of Behav Medicine, 1, 85-99, 1997.
- 10) 梅本堯夫, 音楽心理学の研究, pp45-70, 1996.

Summary

A change in plasma β - endorphin content was analyzed as an index to the relaxation response during a body-sonic experiment. A type of mental stress was first presented to 43 healthy subjects, and three kinds of experimental relaxation were carried out; relaxing in bed, in bed enjoying good music, and in a body-sonic bed with harmonized music. The β - endorphin was definitely induced by the stress, and then variously reduced during the relaxation period. For example, the β - endorphin content decreased in half of the subjects who received body-sonic bed vibration. Moreover, even in this group, some subjects claimed to feel no relaxation and excess vibration. These fluctuated responses attribute to the different sensitivity of the subjects against stimuli of both music and sonic vibration used.

A change in β - endorphin secretion, therefore, directly relates to relaxation indices, provided that the most comfortable music and sonication is applied to the individual subject.