

2007 年度 修士論文

レジスタンス運動中の音楽聴取が
心臓血管系に与える影響

The effect of music on cardiovascular
response during resistance exercise

早稲田大学 大学院スポーツ科学研究科
スポーツ科学専攻 コーチング科学研究領域

5 0 0 6 A 0 0 1 - 3

赤澤 暢彦

Akazawa, Nobuhiko

研究指導教員： 岡田 純一 准教授

目次

第1章 緒言

1-1.序	1
1-2.研究小史	
1-2.1.音楽が身体に及ぼす影響についての研究	2
1-2.2.運動時の心臓血管応答についての研究	3
1-3.目的	4

第2章 方法

2-1.被検者	5
2-2.実験プロトコル	5
2-3.測定方法	6
2-4.測定項目	9
2-5.統計処理	11

第3章 結果

第4章 考察

4-1.運動時の心臓血管応答	18
4-2.音楽による影響	18
4-3.高齢者のレジスタンス運動	20

第5章 結論

参考文献

謝辞

第 1 章 緒言

1-1.序

現在我が国では，世界に例を見ないほどの高齢化が進み，2000 年に入り老年人口(65 歳以上)は 2000 万人を超え全体の 17.5% になった⁴²⁾ .そのため，生活習慣病をはじめとする中高齢者における疾病や障害が社会的な問題となってきた。

加齢は筋や神経など身体を構成する諸器官の機能低下を引き起こす．適切な運動が習慣的に実施されなければ，骨格筋系，呼吸循環系および神経系などの器官・組織はさらに退化し¹¹⁾ 日常生活動作 (ADL ; Activity of Daily Living) の低下を招き，生活習慣病などの疾病のリスクも高まっていく．それに伴い，健康維持・増進のために 安全である 効果の高い 楽しめる という条件の運動が求められている¹⁵⁾ ．

アメリカスポーツ医学会 (American College of Sports Medicine)²⁶⁾ は，65 歳以上の高齢者に対して適切な運動として，有酸素性運動，筋力トレーニング，柔軟性およびバランストレーニングを奨励している．有酸素運動は，心臓血管系機能の向上や減量のためのカロリー消費に有効であることはよく知られ，高血圧，糖尿病および肥満などの生活習慣病に罹患する危険性が軽減すると考えられる．さらに心臓血管系疾患，脳卒中，ガン，心理的ストレスなど広い範囲にわたり利点がみられる¹²⁾ ．一方で，レジスタンストレーニングも競技力向上やスポーツ傷害の予防を目的としたスポーツ競技者だけでなく，一般人にも健康の維持・増進を目的として普及している．高齢者においても筋力，筋量，骨密度および機能的な能力は増大することが認められており¹²⁾，ADL，さらには生活の質 (QOL : Quality of Life) における向上が期待できる．しかしレジスタンス運動時は血圧上昇が顕著であり，心臓血管系のリスク，虚血発作および不整脈を誘発する危険性が高いため，高齢者では安全に考慮する必要がある^{1,2)} ．

また音楽に合わせたエアロビクスなどの運動が普及している．さらに医療の臨床現場やリハビリテーションにおける運動療法に音楽が利用されている．

外耳から入る音の刺激は聴覚神経を通り視床を介して直接自律神経に影響を与える³⁶⁾。音楽による生体への働きかけは、身体運動を合わせて行くと、やる気と意欲が高まるうえに身体全体の生命維持活動に必要な呼吸器系、循環器系および内分泌系のバランス調整を引き起こす²⁷⁾。しかし安静時における音楽聴取が生体に及ぼす影響を検討した研究はこれまでに数多くなされているが、運動時における影響を検討した研究は比較的少ない。

そこで本研究では、高齢者を対象にレジスタンス運動中の音楽聴取が、心臓血管応答に与える影響について検討することを目的とした。

1-2 研究小史

1-2.1 音楽が身体に及ぼす影響についての研究

音楽の心身への作用は体験的にも科学的にも様々な形で認められてきている。前述したように、音楽による聴覚刺激は視床を経て、辺縁系に作用を及ぼすと考えられている。この辺縁系への作用は視床下部に伝わり、自律神経作用や内分泌系作用の変化となって身体状態に反映される³⁷⁾。アクセントと起状の激しい旋律でテンポの速い音楽は交感神経系の優位な状態をつくり出し、優美でアクセントのあまり強調されずテンポの遅い音楽は副交感神経系の優位な状態をつくり出すといわれている³¹⁾。そこで音楽の身体に及ぼす影響は数々の研究者により、呼吸、脈拍、血圧といった比較的測定しやすいパラメーターに対する音楽の影響や、皮膚電気抵抗といった精神生理学的研究がなされてきた。古くは 1880 年の Dogiel に始まり、音楽が血液循環、心拍数および呼吸に影響を及ぼすことを初めて報告している。それ以降の研究を松井ら²³⁾は、活発で興奮を誘うような刺激的な音楽では心拍数は増加し、静かでかつ鎮静的な音楽では心拍数は減少するもの、どのような音楽でも心拍数は増加するもの、ほとんど変化が見られないとするもの、の 3 つに大別でき、はっきりと差が見られるということとはできない、とまとめている。永田³¹⁾はこの要因を人間の個別性とし、音楽(ジャンル、曲、アーティスト、音質、テンポ等)および音量の選択を被検者に委ね、個人それぞれの芸術性および嗜好といった特性を考慮した生理学的影響を研究した。その結果、高

血圧群では末梢循環抵抗が低下し，低血圧群では一回拍出量が上昇し，音楽により恒常性が賦活されたことを報告している．

運動中においては，音楽聴取が心臓血管系および内分泌系などの生理学的影響や体力およびパフォーマンスに及ぼす影響が研究されている．例えば，短時間の最大運動における音楽聴取は，その身体作業量，心拍数，血中乳酸濃度，およびカテコールアミンには影響を与えない^{25,29,39)}．ところが定常状態が継続する有酸素運動において，音楽を聴取すると主観的運動強度は低くなり^{5,6,7,10,35)}，さらにクラシック音楽の場合は心拍数，血圧，および血中乳酸濃度は低値を示す³⁵⁾．一方，テンポの速い音楽では，心拍数は高値になる^{9,38)}との報告があるが，変化しないとの報告もある^{6,32)}．また体力要素に及ぼす影響を検討した報告によると，鎮静的な音楽を聴取すると握力は低くなる¹⁷⁾．一方，モチベーションをあげるような刺激的な音楽を聴取すると筋持久力は増大すること⁸⁾や，400m走のタイムが向上すること³³⁾が報告されている．このように運動中の音楽聴取は，運動様式，強度および時間によって異なるが，自律神経を刺激し，自律神経の支配下である心臓血管系や筋の緊張に影響を及ぼすと考えられる．しかし，これら運動中の音楽聴取が及ぼす影響について検討しているほとんどの研究は，研究者がテンポを規定して選定した音楽を用いており，被検者が音楽を主観的に評価し，その音楽の及ぼす影響を検討した研究は少ない．

1-2.2 運動時の心臓血管応答

一般に，運動により心臓血管系の需要は増大し，血圧が上昇するが，血圧の応答は運動の様式によって異なる．筋が収縮，弛緩を繰り返す歩行やジョギングのような動的運動では，収縮期血圧は運動強度に比例して高まるが，拡張期血圧ではほとんど変化しないかわずかに低下する．一方，静的運動では筋内圧が高まり，血管抵抗が増加し収縮期血圧，拡張期血圧ともに著しく増加する²²⁾．また，等張性収縮および等速性収縮で行われるレジスタンス運動においても血圧上昇は著しい．それは，筋収縮に伴う血管の機械的な圧迫，バルサルバ法による腹腔内圧の上昇の影響および交感神経の活動増加によって末梢血管抵抗が増加するためである⁴¹⁾．また運動時の血圧上昇は，若齢者

より高齢者が大きく、若齢群においては高血圧者と正常血圧者の血圧上昇は同程度であることに対し、高齢群では高血圧者が正常血圧者よりも運動時の血圧上昇が大きいことが報告されている¹⁶⁾。以上のことから、高齢者のレジスタンストレーニングは過剰な血圧上昇による心臓血管系のリスクが高く、また虚血発作および不整脈を誘発する危険性が高いため安全を十分に考慮する必要がある^{1,2)}。

レジスタンス運動時における心臓血管応答について、高齢者を対象に安全性を検討した報告がいくつかなされている。例えば、鈴木ら³⁴⁾によると膝伸展運動時に息こらえしないように運動すると血圧上昇の軽減に有効であることが確認されている。一方班目ら²¹⁾は、伸張性収縮は短縮性収縮に比べ血圧上昇は低くなることを報告している。等張性筋活動において異なる運動負荷を用いて仕事量を同一にした時の心臓血管応答を検討したLammoteら²⁰⁾は、運動負荷が低強度でも反復回数が多くて運動時間が長くなることで、血圧および心拍数は高くなることを報告している。

しかしながら、音楽がレジスタンス運動時の心臓血管系に及ぼす影響を検討した例は見当たらない。これらのことから、音楽聴取によりレジスタンス運動時の血圧、心拍数といった心臓血管応答などに好影響を与えることが期待され、運動の安全面、効果面および楽しさを高めるために音楽は有効であると考えられる。

1-3.目的

本研究では、中高齢者を対象にレジスタンス運動中の音楽聴取が、心臓血管応答に及ぼす影響について検討することを目的とした。

第 2 章 方法

2-1.被検者

T 地区総合型地域スポーツクラブの筋力トレーニングサークルに在籍している健康な男性中高齢者 11 名(平均年齢 66.1 ± 3.3 歳)が本研究に参加した。被検者には心臓血管系疾患のない者および降圧剤を服用していない者を選択した。各被検者に対し測定目的、内容、安全性について文書および口頭にて説明し、文書にて同意を得た上で実施した。

2-2.実験プロトコル

等張性膝伸展運動をレッグエクステンションマシン (NITRO , Nautilus 社製) にて実施した。本運動の運動負荷を設定するために、NSCA (National Strength and Conditioning Association) のガイドライン¹²⁾に従い膝伸展動作における nRM テストを行い、推定の 1RM を決定し 60%1RM (Repetition Maximum) を算出した。

本運動での運動条件を 60%1RM $\times$ 10 回 $\times$ 3 セットと設定した。またコンセントリック局面を 1 秒、エキセントリック局面を 2 秒とし、コンセントリック局面では息を吐き、エキセントリック局面では息を吸うように指示した。なおセット間の休息時間は 90 秒とした⁴⁾。運動中、胸痛などの胸部症状および過剰な血圧上昇を見た場合に安全性に問題ありと判定し、中止基準として持久性運動負荷試験と同様に収縮期血圧 250mmHg 以上を設定した。

被検者にはレッグエクステンションマシン上で安静座位を数分間維持させ (Rest) , その後、運動前にも 3 分間の音楽介入 (pre) をマシン上の座位姿勢で行った後に運動を開始した (Fig.1) 。

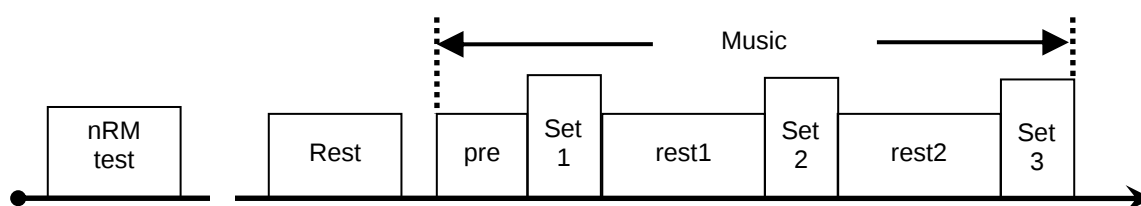


Fig.1 Experimental protocol

音楽刺激として、被検者の好みの音楽を2種類使用した。すなわち「モチベーションを上げるような刺激的な音楽 (Motivational Favorite Music: MM)」および「気分を落ち着かせるような鎮静的な音楽 (Sedative Favorite Music: SM)」を条件とし、被検者にそれぞれ一曲ずつ任意に選択させた。対照条件としての音楽介入なし (Non Music: NM) を含めた合計3つの条件を実施した。試行は一日に一条件ずつ、順序を無作為に行うものとした。また、MP3 オーディオプレーヤー (i-Pod, Apple 社製) およびインナーイヤードホーン (MDR-EX32LP, Sony 社製) を使用して、音楽を聴取させた。音量については被検者の任意とした。

2-3.測定方法

血圧の測定には容積補償法を用いた測定装置 (2300-Finapres, Ohmeda 社製) を使用し、心臓の高さに固定した左手の第三指の第二関節にフィンガーカフを装着した (Fig.2)。また、マルチテレメータシステム (WEB-5000, 日本光電社製) による胸部双極誘導 (CM5) を用いて心電図を導出した。すなわち電極の貼付箇所は胸骨上縁および第5肋間であり、アルコール綿で十分に拭いてから電極を装着した。心電図導出のための電極には、Ag-AgCl 表面電極 (ディスク電極 VitorodeF, 日本光電社製) を用いた。なお、アーチファクト成分を除去するため HICUT (高域遮断周波数) を 30Hz, LOCUT (時定数) を 0.5 秒, SENS (感度) を 1mV/V と設定した。

筋電図の測定には表面双極誘電法を用いた。被検筋を内側広筋 (VM: Vastus Medialis), 外側広筋 (VL: Vastus Lateralis) および大腿直筋 (RF: Rectus Femoris) の3筋とした。筋電図導出のための電極および不関電極には、Ag-AgCl 表面電極を用いた。電極間距離を 20mm とし、筋の長軸方向と同一となるように各筋の筋腹に貼付した。電極装着の前に、筋電図導出部位をアルコール綿と皮膚処理剤 (スキンピュアー 日本光電社製) で十分に拭き、電極間の皮膚抵抗を 5K Ω 以下とした。なお HICUT を 100Hz, LOCUT を 0.03 秒, SENS を 1mV/V と設定した。

膝関節角度の測定にはゴニオメータ (TM-511G, 日本光電社製) を用い、膝関節中心と一致するように装着した。なお HICUT を 30Hz, LOCUT を



Fig.2 A Finapres noninvasive continuous blood pressure measurement.

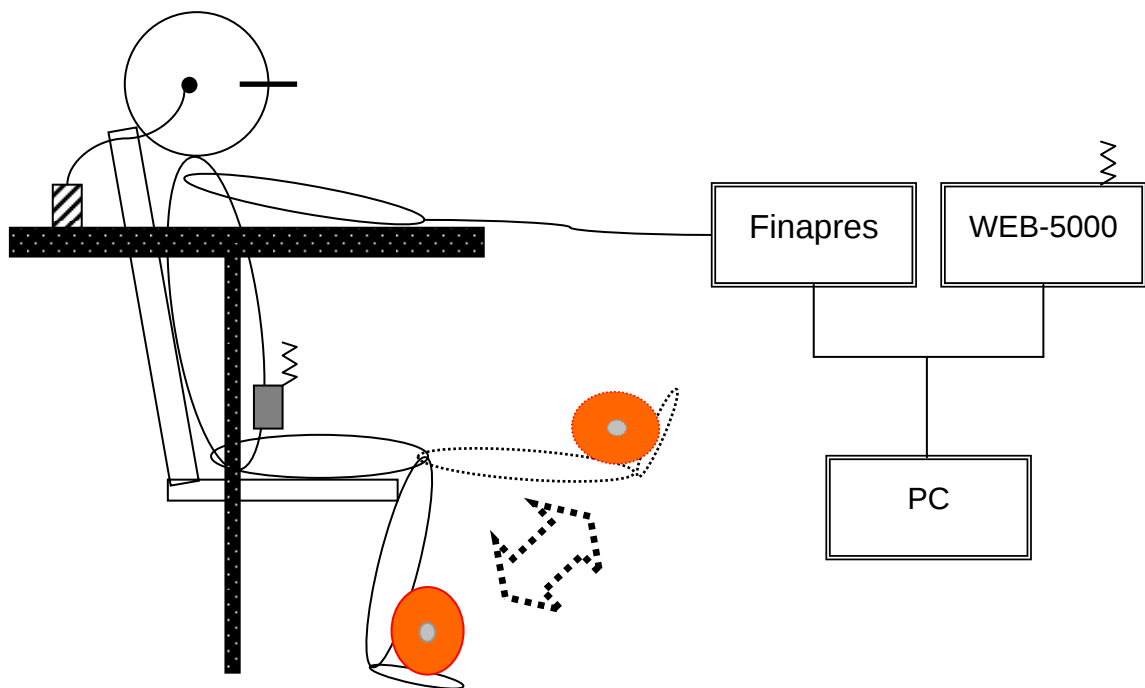


Fig.3 Experimental setup

Audio player

BP monitor

Multi telemeter (receiver)

Multi telemeter (transmitter)

PC

Leg extension machine

DC, SENS を 50deg/V とした .

血圧測定装置およびマルチテレメータシステムより得られたすべての電気信号を, A/D 変換カード (ADA16-32/2(CB)F, KISSEI COMTEC 社製) を介して, サンプリング周波数 1000Hz で PC 上の収録ソフト Vital Recorder2 (KISSEI COMTEC 社製) に取り込み, 解析ソフト Kine Analyzer (KISSEI COMTEC 社製) にて解析を行った . (Fig.3)

2-4 測定項目

2-4.1 血圧

血圧測定装置より得られた血圧の波形から, 一拍毎の収縮期血圧 (SBP ; Systolic Blood Pressure) および拡張期血圧 (DBP ; Diastolic Blood Pressure) のそれぞれセット毎の最大値を求めた (Fig4,6) .

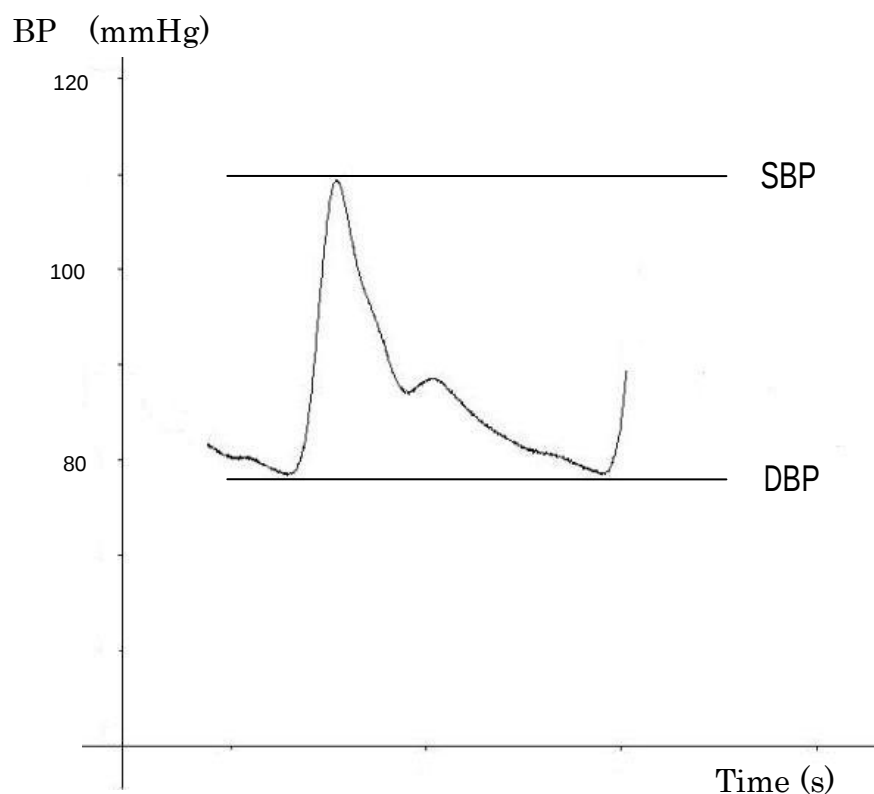


Fig.4 An arterial pressure waveform.

SBP : Systolic Blood Pressure

DBP : Diastolic Blood Pressure

2-4.2 心拍数

心電図から R-R 間隔を求め、単位時間 (min) あたりの拍動数に換算するために次式より心拍数を算出し、セット毎の最大値を求めた (Fig.5,6) .

$$HR = 60 / (R_n - R_{n-1})$$

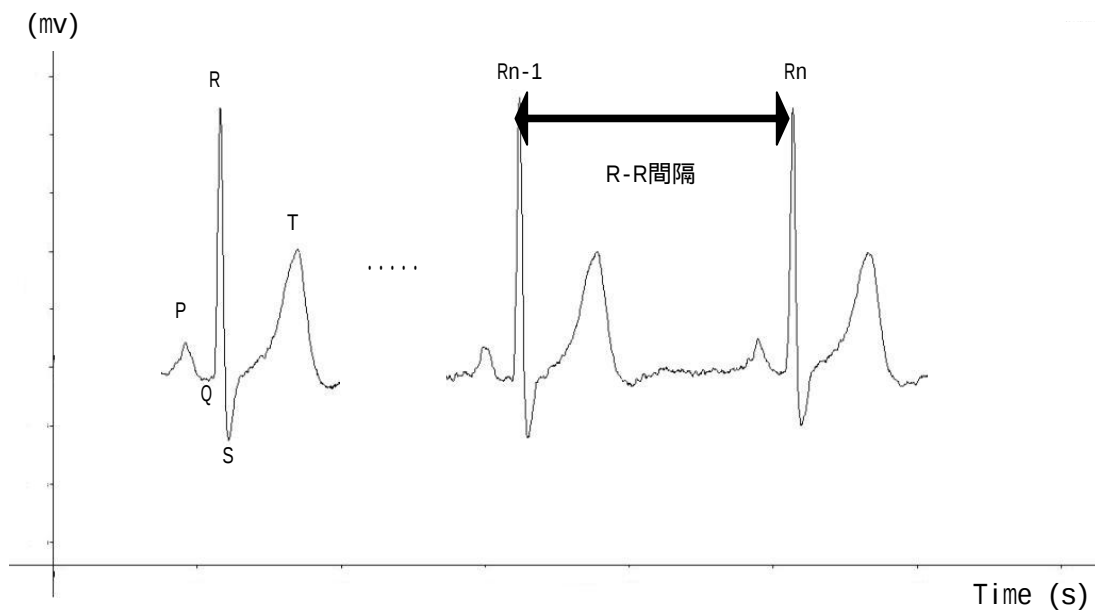


Fig.5 An electrocardiogram waveform.

2-4.3. 圧・心拍数積

求められた SBP および HR から心筋酸素摂取量の指標である圧・心拍数積 (RPP : Rate Pressure Product) を次式より算出し、セット毎の最大値を求めた.

$$RPP = SBP \text{ (mmHg)} \times HR \text{ (beats/min)}$$

2-4.3. 筋電図および膝関節角度

ゴニオメータより得られた膝関節角度の立ち上がりを動作の開始とし，立ち上がりから次の反復の立ち上がりまでを一回の動作時間とした（Fig.6）．

全波整流した積分筋電図を動作時間で除すことにより，一回の反復動作における RMS を求めた．それぞれのセット毎に，10 回の反復の平均値を算出した．

2-4.4.主観的運動強度

小野寺らが日本語訳した Borg スケール²⁸⁾による主観的運動強度（RPE：Rating of Perceived Exertion）を運動終了後に測定した．

2-5 統計処理

各測定項目はすべて平均値 ± 標準偏差で示した．統計処理は統計解析ソフト（SSPS 14.0J for Windows，SPSS 社製）を使用した．SBP，MAP，RPP および RMS の平均値の差の検定には，三つの条件と時間経過を要因とした二元配置分散分析を行った．主効果が見られた場合，セット要因の水準間で Bonferroni の検定，音楽要因の水準間では最小有意法（LSD）による多重比較を行った．各検定において有意水準を 5% 未満とした．

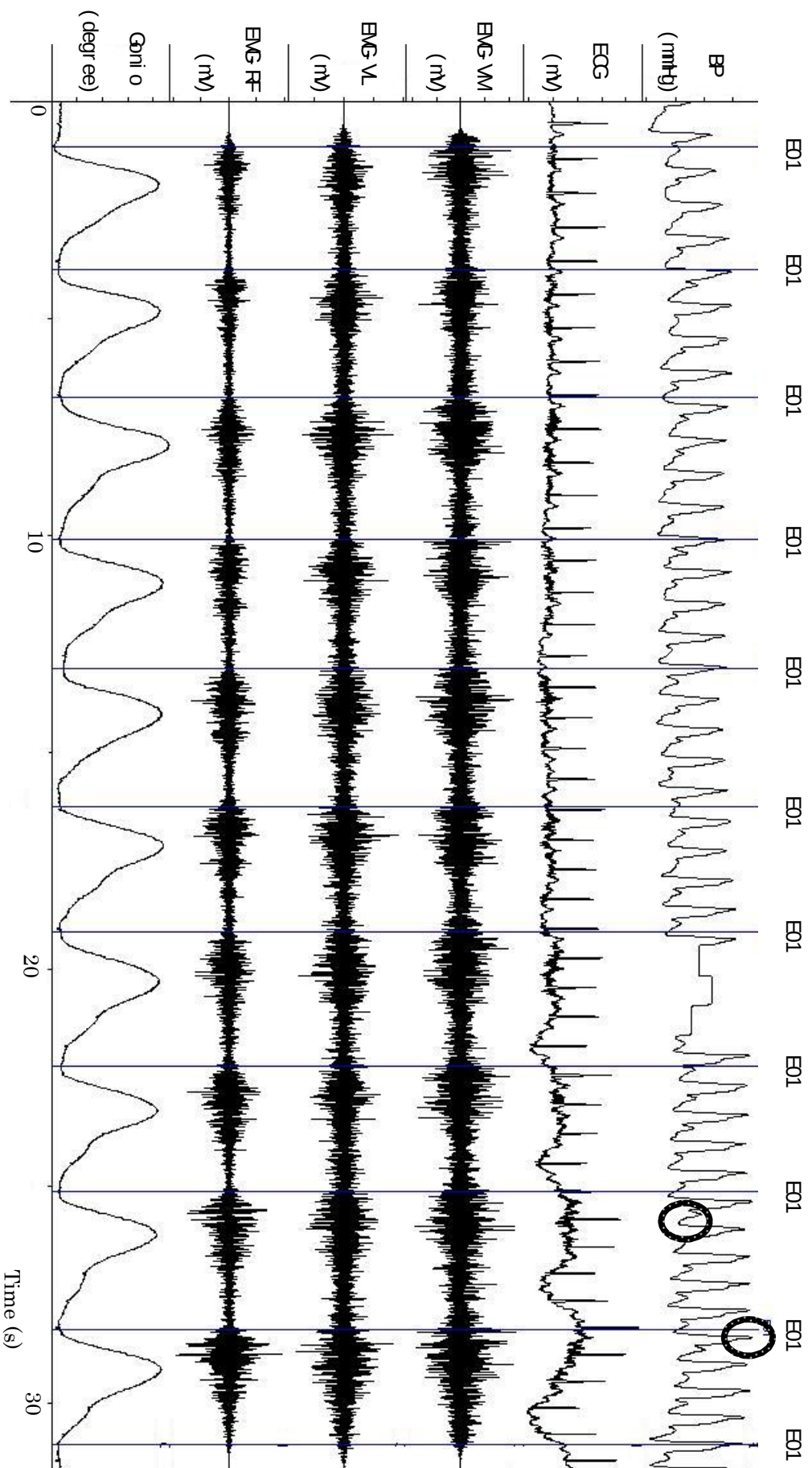


Fig.6 A waveform of blood pressure, electrocardiogram, electromyography and goniometer.

BP: Blood Pressure ECG: Electrocardiogram EMG: Electromyography VM: Vastus Medialis VL: Vastus Lateralis RF: Rectus Femoris
 Goni o: Goniometer E01: Start of repetition  :Point of maximum of systolic blood pressure and diastolic blood pressure during set

第3章 結果

レジスタンス運動時における SBP および DBP のプログラムの進行に従う変化を Fig.7 に示した。レジスタンス運動時の SBP は安静時に比べ有意に増加した ($p<0.01$)。また、セット数の増加に伴い、すべての条件で set1 に比べ set3 が有意に上昇した ($p<0.01$)。set2 の SBP では、NM 条件と比較して MM 条件および SM 条件で有意に低い値を示した (215.1 ± 18.6 vs 203.7 ± 14.8 mmHg, 215.1 ± 18.6 vs 201.9 ± 22.9 mmHg, $p<0.05$)。set3 では、NM 条件と比較して MM 条件で有意に低い値を示した (223.6 ± 18.3 vs 210.9 ± 12.6 mmHg, $p<0.05$)。DBP においても SBP と同様な傾向がみられた。すなわち、安静時に比べ運動中は有意に増加し ($p<0.01$)、セット数の増加とともに DBP も増加する傾向が観察された。MM 条件および SM 条件では、set1 に比べ set3 は有意に高値を示した (121.7 ± 18.5 vs 126.2 ± 15.1 mmHg, 118.4 ± 19.9 vs 127.0 ± 16.4 mmHg, $p<0.05$)。しかしながら DBP において条件間に有意な差は認められなかった。

プログラムの進行に伴う HR および RPP の変化を Fig.8 に示した。レジスタンス運動中の HR は安静時に比べ有意に増加したが ($p<0.01$)、セット間および条件間では有意な差は認められなかった。一方、安静時に比べレジスタンス運動中の RPP は有意に増加し ($p<0.01$)、セットを重ねるごとに RPP も増加する傾向が観察され、SM 条件および NM 条件では Set1 に比べ Set3 において有意差がみられた (19260 ± 4080 vs 22120 ± 4090 , $p<0.01$, 21250 ± 5590 vs 23960 ± 4540 , $p<0.05$)。また、すべてのセットにおいて NM 条件に比べて SM 条件の方が低い値を示した (set1; 21251 ± 5586 vs 19260 ± 4080 , set2; 22700 ± 4509 vs 20507 ± 4420 , set3; 23958 ± 4540 vs 22124 ± 4089 , $p<0.05$)

内側広筋、外側広筋および大腿直筋の RMS 値を Table.1 に示した。セット数が増加しても変化はみられず、条件間の差も認められなかった。

Set3 終了後における RPE は SM 条件が 12.3 ± 1.0 、NM 条件が 13.4 ± 2.1 であった (Fig.9)。これらについては、SM 条件と NM 条件の間に有意差が認められた ($p<0.05$)。

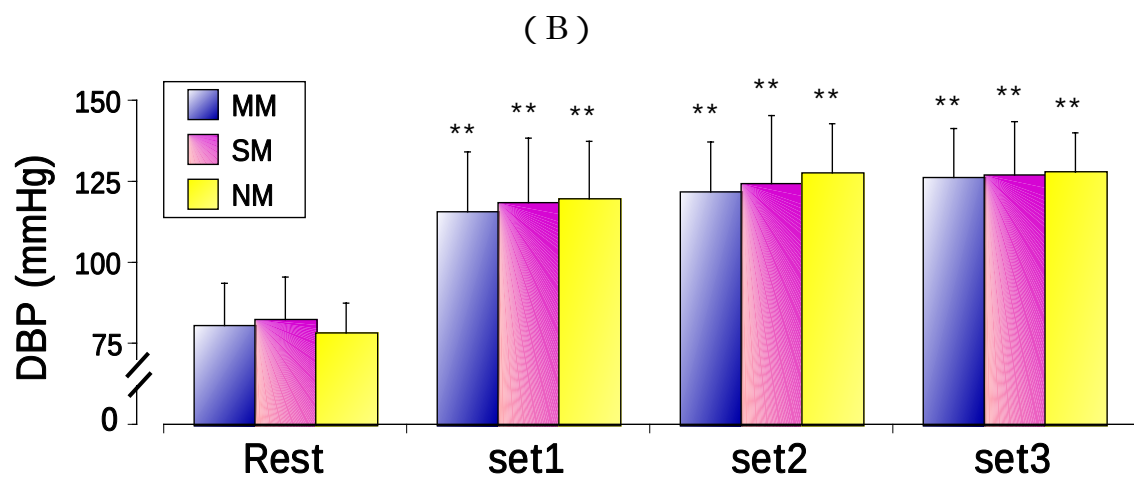
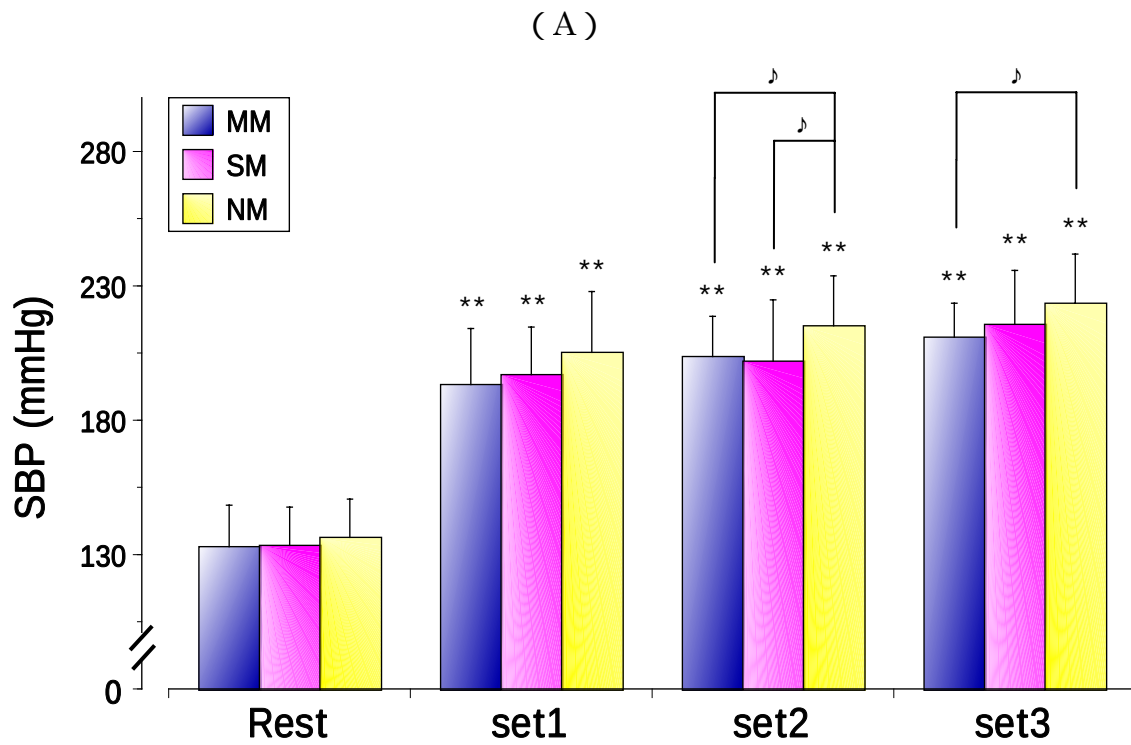
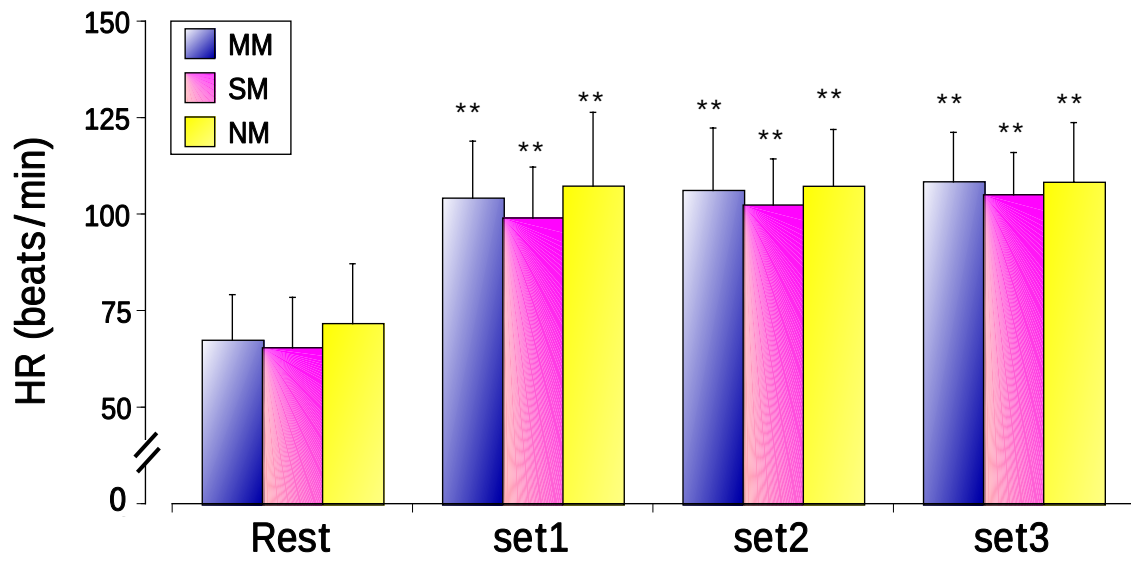


Fig.7 Changes in systolic blood pressure (A) and diastolic blood pressure (B) during knee extension resistance exercise. Values are means $\pm$ SD. **: $p < 0.01$ a significant differences from rest. ; $p < 0.01$ a significant differences from set1. ♪; $p < 0.05$ a significant differences between MM , SM and NM.

(A)



(B)

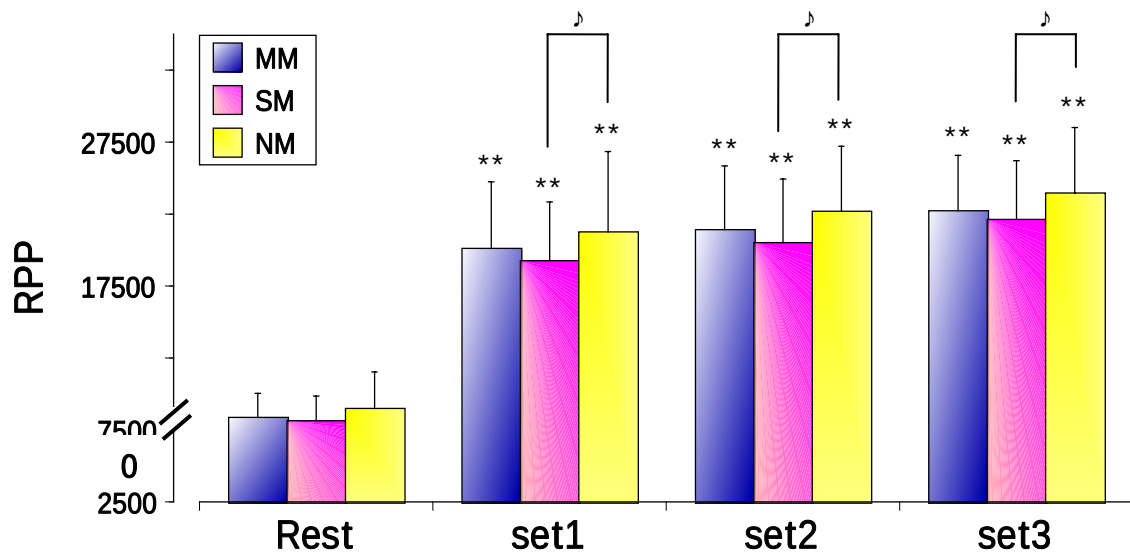


Fig.8 Changes in heart rate(A) and rate pressure product(B) during knee extension resistance exercise. Values are means $\pm$ SD. **, $p < 0.01$ a significant difference from rest.

♫; $p < 0.05$ a significant differences from set1. ♪; $p < 0.05$ a significant differences between SM and NM

Table.1 RMS muscle activity during knee extension resistance exercise. (Means $\pm$ SD)

Muscle	Music	set1	set2	set3
VM	MM	0.075 $\pm$ 0.035	0.069 $\pm$ 0.030	0.069 $\pm$ 0.027
	SM	0.079 $\pm$ 0.027	0.076 $\pm$ 0.024	0.077 $\pm$ 0.025
	NM	0.072 $\pm$ 0.028	0.071 $\pm$ 0.027	0.073 $\pm$ 0.027
VL	MM	0.067 $\pm$ 0.049	0.065 $\pm$ 0.045	0.064 $\pm$ 0.046
	SM	0.080 $\pm$ 0.039	0.077 $\pm$ 0.036	0.081 $\pm$ 0.035
	NM	0.056 $\pm$ 0.040	0.056 $\pm$ 0.039	0.058 $\pm$ 0.044
RF	MM	0.051 $\pm$ 0.031	0.051 $\pm$ 0.030	0.050 $\pm$ 0.030
	SM	0.050 $\pm$ 0.024	0.050 $\pm$ 0.022	0.051 $\pm$ 0.022
	NM	0.047 $\pm$ 0.023	0.047 $\pm$ 0.023	0.046 $\pm$ 0.024

(n=11)

VM : Vastus Medialis VL : Vastus Medialis RF : Rectus Femoris

MM : Motivational Music , SM : Sedative Music , NM : Non Music

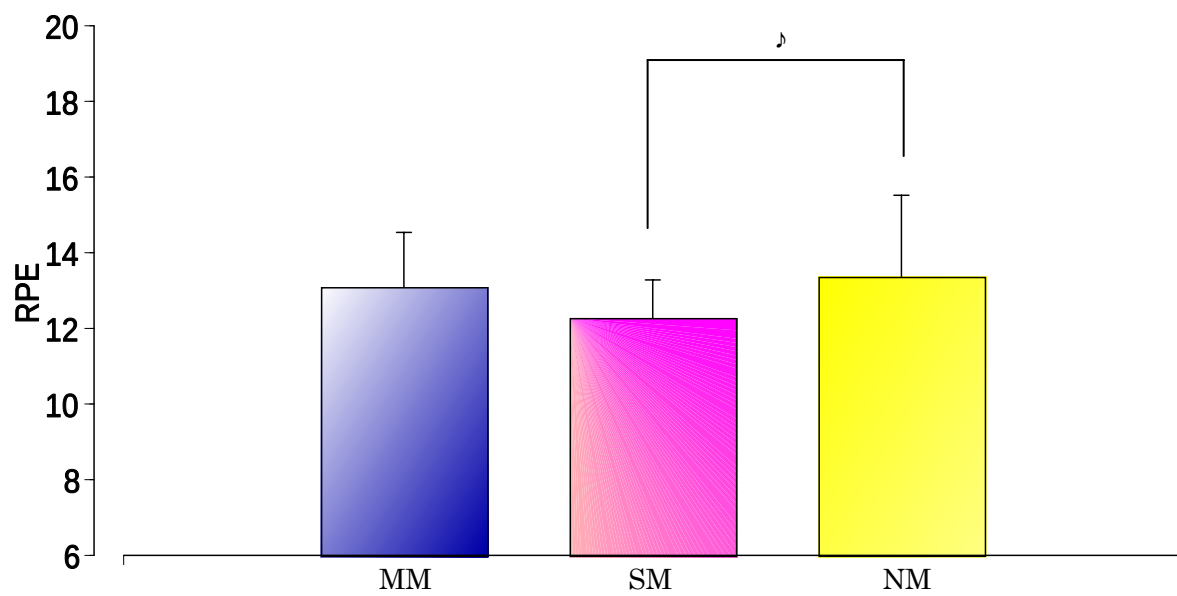


Fig.9 Rating of perceived exertion. Values are Means $\pm$ SD. ♪; $p < 0.05$ a significant difference between SM and NM

本研究では、レジスタンス運動時の音楽聴取が心臓血管応答にどのような影響を与えるのか検討するために、60%1RM の負荷重量、10 回の反復回数で 3 セットの膝伸展運動を行った。その結果、収縮期血圧、圧・心拍数積および主観的運動強度が音楽聴取条件で低値であった。

4-1.運動時の心臓血管応答

本研究において収縮期血圧、拡張期血圧、心拍数および圧・心拍数積は安静時に比べレジスタンス運動時に有意に増加した。set1 および最終セットである set3 における SBP の最大値は平均で 215mmHg および 225mmHg であり、HR は平均で 107beats/min および 108beats/min であった。本研究と同年代の高齢者（平均年齢 65.5 ± 4.2 歳）を対象にした 60%1RM の運動を課した研究³⁴⁾では、1 セットの終了時の SBP および HR の最大値が平均でそれぞれ 160mmHg、90beats/min であったが、反復間に休息を挟んでいた。また、本研究では 3 秒に 1 回の反復リズムであるのに対し、2 秒に 1 回の反復リズムで行った 70%1RM を用いた研究²⁰⁾では、4 セット目に SBP および HR の最大値がそれぞれ 215mmHg、95beats/min と報告されている。この先行研究ではセット数が増加するとともに SBP が段階的に増加したが、HR は増加しない傾向が見られており、本研究と同様の傾向であった。これら 2 つの先行研究においては、反復間に休息をいれると収縮期血圧の上昇をおさえられる³⁾ため、あるいは運動時間が本研究より短いために、本研究より SBP の上昇が低かったものと考えられる。

4-2.音楽による影響

レジスタンス運動中に被検者が選択したモチベーションを上げるような刺激的な音楽を聴取すると、音楽介入なしと比べて SBP は有意に低い値を示した。筋力発揮は筋の構造や機能などの生理的条件だけでなく心理的条件にも依存しており、音刺激やかけ声によって最大筋力が増大する¹⁴⁾といわれている。音楽聴取が筋出力に及ぼす影響について、筋持久力が 11% 増加 ($p < 0.01$) すること⁸⁾が報告されている。これらの知見から本研究で用いたような刺激的な音楽も興奮水準を高め、筋力を増大させていることが考えられる。また

齊藤³⁰⁾は活動筋疲労感覚が高いときは筋交感神経活動も高く、過剰な昇圧をまねくことを報告している。しかし本研究では、運動強度および仕事量は統一されておりRMS値に条件間の差が認められなかったことから、SBPの条件間の差は筋活動の増大に起因する変化とはみなされない。したがって、NM条件に比べてMM条件およびSM条件でSBPが低かったことは、他の循環系の機能やしぐみに音楽が影響を及ぼしたものと考えられる。

一方鎮静的な音楽介入では、音楽介入なしに比べてSBPだけでなくRPPにおいても有意に低値を示した。有酸素運動中にクラシック音楽を聴取するとRPPは低値になる³⁵⁾との報告がある。RPPはSBPとHRの積により算出される。本研究においてSM条件においてRPPが低値であったのはHRに条件間の差がなかったためにSBPの値が大きく影響を受けたと考えられる。またRPPは心筋の酸素摂取量の指標であることから、本研究のような被検者の選択した鎮静的な音楽を聴取することにより心臓への負担が減少することが考えられる。また本研究ではレジスタンス運動を用いたが、有酸素運動と同様な傾向が認められた。

運動時に音楽が及ぼすHRへの影響について、一致した見解は得られていない。最大運動時は音楽の条件間で心拍数に差がなく^{25,29,39)}、最大下運動時にはテンポの速い音楽を聴取すると心拍数は増加し^{9,38)}、クラシック音楽を聴取すると減少する³⁵⁾。一方で音楽の有無によってHRに差がないとの報告もある^{6,7,32)}。本研究では予備実験として高齢者(平均年齢 66.4 ± 3.9 歳)を対象に有酸素運動中に音楽を聴取した場合の心臓血管応答を測定した。自転車エルゴメータを用いて $70\%HR_{max}$ の負荷を設定したが、SBP、DBPおよびHRに音楽条件の差は認められなかった。北ら¹⁸⁾は、若齢者(平均年齢 24.5 ± 4.6 歳)を対象にして好みの音楽聴取の影響を異なる運動負荷について検討している。それによると、 $65\%HR_{max}$ 以下の運動負荷ではHRおよび酸素摂取量(VO_2)に変化はなく、比較的強度の高い運動負荷 $85\%HR_{max}$ においてHRおよび VO_2 は音楽を聴取した方が高くなることを報告している。本研究のレジスタンス運動において、HRは $66\%HR_{max}$ に相当し条件間に差はなかった。したがって運動中のHRに音楽が影響を及ぼす可能性は、心拍数の上昇する比較的高い運動強度であることが考えられる。

また本研究では、音楽介入なしと比べて鎮定的な音楽を聴取するとRPEが有意に低かった。Boucher⁵⁾、Szmedra³⁵⁾、Yamashita⁴⁰⁾、藤縄¹⁰⁾など多くの研究者は最大下運動中の音楽聴取によりRPEは低値を示すことを報告しており、本研究はこれらの結果と一致していた。音楽の効果には、音が快い刺激を与える効果だけでなく、感情を誘発する効果もあるといわれている²⁴⁾。本研究においても運動中の音楽聴取が感情を誘発し主観的運動強度に影響を与え、疲労感が減少したものと考えられる。

4-3.高年齢者のレジスタンス運動

高年齢者のレジスタンストレーニングとして奨励されているガイドライン¹⁹⁾は60~90%1RMの強度で、4~16回の反復回数であることをふまえると、本研究で設定した60%1RMで10回の反復回数は比較的低い強度といえる。運動中、胸痛および激しい筋肉痛を訴える例もなく、全例で10回3セットを完遂した。本研究の被検者は、筋力トレーニングサークルに在籍し、週一回のトレーニングを半年以上経験しており、レジスタンス運動に慣れていた。さらに主観的運動強度は「ややきつい」に相当する12~13であったにもかかわらず、収縮期血圧が250mmHg近くまで上昇する例もみられた。日常的なトレーニング活動現場においては、本研究で用いた以上の運動強度や反復回数を用いる可能性が強く、血圧がより上昇することが予測される。

本研究の結果から、好みの音楽を聴取することにより収縮期血圧の上昇を抑えること、その影響は後半のセットでみられたことから、血圧上昇の程度が大きいときに顕著であると考えられた。特に鎮静的な音楽は圧・心拍数積の上昇を抑え、レジスタンス運動時に心臓へかかる負担を軽減させることが考えられた。これらのことから、高年齢者がレジスタンス運動を行う場合には音楽、特に鎮静的な音楽を聴取することが心臓血管系のリスクをより軽減させるために有効であることが示唆された。

第5章 結論

本研究では、高齢者を対象にレジスタンス運動時の音楽聴取が心臓血管応答に与える影響を検討した。その結果、以下のような知見が得られた。

(1) 好みの音楽を聴取することで運動による収縮期血圧の最大値は低くなり、特にその影響は血圧上昇の程度が大きいときに顕著であった。

(2) さらに、鎮静的な音楽を聴取することで圧・心拍数積の最大値も低くなり、レジスタンス運動時に心臓へかかる負担を軽減させることが考えられた。また、主観的運動強度が低かったことにより、疲労感を減少させることが考えられた。

これらのことより高齢者がレジスタンス運動を行う場合、音楽、特に鎮静的な音楽を聴取することが、心臓血管系のリスクをより軽減させるために有効であることが示唆された。

参考文献

- 1) 鰐坂隆一 (2003) 高齢者における運動の心血管系安全基準および対策 .
体力科学 . 52 (Suppl) : 55-64 .
- 2) 荒川規矩男 ,大堀克己監修 (2002) 高血圧とスポーツ-運動療法による高血圧の改善- . 杏林書院 : 東京 .
- 3) Baum,K., Rüther,T., Essfeld,D. (2003) Reduction of blood pressure response during strength training through intermittent muscle relaxations. Int.J.Sports.Med.24 : 441-445 .
- 4) Bottaro.M., Machado,S.N., Nogueira,W., Scales,Rt., Veloso,J. (2007) Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. Eur.J.Appl.Physiol. 99 : 257-264 .
- 5) Boutcher,S.H., Trenske,M. (1990) The effects of sensory deprivation and music on perceived exertion and affect during exercise. J.Sport.Exerc. Psychol.12 : 167-176 .
- 6) Copeland,B.L., Franks,B.D. (1991) Effects of types and intensities of background music on treadmill endurance. J.Sports.Med.Phys. Fitness.31 : 100-103 .
- 7) Crust,L. (2004) Effects of familiar and unfamiliar asynchronous music on treadmill walking endurance. Perceptual and Motor Skills.99 : 361-368 .
- 8) Crust,L., Clough,P.J. (2006) The influence of rhythm and personality in the endurance response to motivational asynchronous music.

- J.Sports.Sci.24 : 187-195 .
- 9) Edworthy,J., Waring,H. (2006) The effects of music tempo and loudness level on treadmill exercise. *Ergonomics*.49 : 1597-1610 .
 - 10) 藤縄理・大竹朗・三浦望慶 (1998) ディスコ音楽が自転車エルゴメータ駆動中の主観的運動強度に及ぼす影響 .*運動療法と物理療法* .9: 127-131 .
 - 11) 福永哲夫 (1999) 高齢者に対しての筋力トレーニングの意義と指導の内容およびその注意点 . *臨床スポーツ医学* . 16 : 993-1001 .
 - 12) 福永哲夫総監修 (2005) NSCA パーソナルトレーナーのための基礎知識 . 森永製菓株式会社健康事業部 : 東京 . p486-493 .
 - 13) Hohler,V. (1989) Sport and music. *Sports Science Review*.12 : 41-4 .
 - 14) 猪飼道夫 (1961) 体力の生理的限界と心理的限界に関する実験的研究 . *東京大学教育学部紀要* . 5 : 1-18 .
 - 15) 池上晴夫 (1982) 運動処方-理論と実践- . 朝倉書店 : 東京 . p135-136 .
 - 16) 加賀谷淳子・中村好男編 (2001) 運動と循環-研究の現状と課題- . ナッブ : 東京 . p257-283 .
 - 17) Karageorghis,C.I., Drew,K.M., Terry,P.C. (1996) Effects of pretest stimulative and sedative music on grip strength. *Perceptual and Motor Skills*.83 : 1347-1352 .
 - 18) 北一郎・中西光雄・磯川正教・出村慎一・望月久・大友昭彦 (1989) 自転車運動に対する音楽の効果 . *体力科学* . 38 : 503 .

- 19) 小室史恵・高田和子訳 (2001) シニアのための筋力トレーニング-安全で効果的な運動指導ガイド-. ナップ：東京 . p13-26 .
- 20) Lamotte,M., Niset,G., Borne,P.V. (2004) The effect of different intensity modalities of resistance training on beat-to-beat blood pressure in cardiac patients. Eur.J.Cardiovasc.Prev.Rehabil.12 : 12-17 .
- 21) 斑目春彦・岡田修一 (2003) 高齢者におけるコンセントリックおよびエキセントリック等張性膝伸展運動時の心臓血管応答 . 日本生理人類学会誌 . 8 : 1-6 .
- 22) 松田光生 (1998) レジスタンス・トレーニングの循環系への負担 . 体育の科学 . 48 : 25-29 .
- 23) 松井琴世・河合淳子・澤村寛太・小原依子・松本和雄 (2003) 音楽刺激による生体反応に関する生理・心理的研究 . 臨床教育心理学研究 . 29 : 43-57 .
- 24) 村井靖児 (1987) 音楽療法の理論と方法 . 理学療法と作業療法 . 21 : 434-438 .
- 25) Nelson,D.O., Finch,L.W. (1961) Effect of audio-analgesia on gross motor performance involving acute fatigue. Res.Quart. 33 : 588-592 .
- 26) Nelson,M.E., Rejeski,W.J., Blair,S.N., Duncan,P.W., Judge,J.O., King,A.C., Macera,C.A., Castaneda-Sceppa,C. (2007) Physical

- activity and public health in older adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. Med.Sci.Sports.Exerc. 39 : 1435-1445 .
- 27) 野田 燎 (1996) 音楽運動療法が人を癒すしくみ . 看護学雑誌 . 60 : 229-233 .
- 28) 小野寺孝一・宮下充正 (1976) 全身持久性運動における主観的強度と客観的強度の対応 性-Rating of perceived exertion の観点から - . 体育の科学 . 2 : 191-203 .
- 29) Pujol,T.J., Langenfeld,M.E. (1999) Influence of music on wingate anaerobic test performance. Perceptual and Motors Skills. 88 : 292-296 .
- 30) 斉藤満 (2005) 運動と血圧 . 体育の科学 . 55 : 913-917 .
- 31) 櫻林仁監修 (1996) 音楽療法研究-第一線からの報告- . 音楽之友社 : 東京 . p82-105 .
- 32) Schwartz,S.E., Ed,M., Fernhall,B., Plowman,S.A. (1990) Effects of music on exercise performance. J.Cardiopulmonary.Rehabil.10 : 312-316 .
- 33) Simpson,S.D.,Karageorghis,C.I. (2006) The effect of synchronous music on 400-m sprint performance. J.Sports.Sci.24(10):1095-1102
- 34) 鈴木康文・鰐坂隆一・田辺匠・大槻毅・菅原順・久野譜也・松田光生 (2003) 高血圧を有する中高齢者における下肢レジスタンス運動の安全性およ

び呼吸指導の効果．体力科学．52(suppl)：185-192．

- 35) Szmedra,L., Bacharach,D.W. (1998) Effect of music on perceived exertion, plasma, lactate, norepinephrine and cardiovascular hemodynamics during treadmill running. Int.J.Sports.Med.19:32-37 .
- 36) Winter,A., Winter,R. (1997) Brain Workout-Easy Ways to Power Up Your Memory, Sensory Perception, and Intelligence-. Saint Martin's Press Inc .
- 37) 山田亨 (2003) 音が音楽になり , 人間に与える影響 . 作業療法ジャーナル . 37 : 96-101 .
- 38) 山形哲行・藤枝賢晴・大山健・山内宏志 (2002) 音楽介入による運動時の生理的・心理的变化と運動パフォーマンスへの影響 . 東京学芸大学紀要 5 部門 . 54 : 135-160 .
- 39) 山本貴子・佐藤祐造 (2003) 音楽が超最大運動での performance および血中物質におよぼす影響 . デサントスポーツ科学 . 24 : 68-76 .
- 40) Yamashita,S., Iwai,K., Akimoto,T., Sugawara,J., Kono,I. (2006) Effects of music during exercise on RPE, heart rate and the autonomic nervous system. J.Sports.Med.Phys.Fitness. 46: 425-430 .
- 41) 米澤久幸・齋木しゅう子 (1998) 身体活動による血圧変動 . 理学療法 . 15 : 443-447 .
- 42) 財団法人 厚生総計協会 (2001) 国民衛生の動向 . 財団法人厚生総計協会 : 東京 . p12-23 .

謝辞

本研究は，早稲田大学スポーツ科学学術院，岡田純一准教授のご指導のもと行われました．修士論文作成にあたり，岡田純一准教授には多大なるご指導ならびにご助言を受け賜り，最後の最後まで多大な時間を費やしていただきました．心より厚く御礼申し上げます．

そして，快く被検者を引き受けてくださったシルバーフィットネスの皆様には，予備実験から本実験まで数ヶ月間におよぶ研究に参加していただきました．大変感謝しております．

また実験実施および論文作成にあたり，協力いただいた岡田研究室の皆様には大変迷惑かけたものと思います．深く感謝いたします．