



原著

# 運動強度設定の違いが聴覚刺激による dual-task 中の脳血流に及ぼす影響

中村祐輔<sup>1\*</sup>, 前河知佳<sup>1</sup>, 佐伯帆乃香<sup>2</sup>, 上田渉<sup>2</sup>, 重森健太<sup>3</sup><sup>1</sup>ベルピアノ病院 リハビリテーション室<sup>2</sup>株式会社オトバンク<sup>3</sup>関西福祉科学大学 保健医療学部 リハビリテーション学科 理学療法学専攻

## 要旨

本研究では 65 歳以上の要支援高齢者を対象として、運動強度設定の違いが聴覚刺激による dual-task 中の脳血流に及ぼす影響を検討するために、2 種類の認知課題を用いて前頭葉ワーキングメモリ領域の脳血流反応を検討した。その結果、全対象者とも 30% 強度、50% 強度と運動強度が強くなるに連れて、血中の酸素化ヘモグロビン濃度 (oxy-Hb) が高くなる傾向を示した。また、30% 強度において左前頭前野のほうが右前頭前野よりも高値を示す傾向が見られ、その他の運動強度や課題での左右差は認めなかった。二元配置分散分析の結果では、運動強度(30%と50%)と課題(運動のみ、オーディオブック、計算)における交互作用は認められなかった。また、主効果においては、運動強度に差が認められ、低強度より中等度の方が oxy-Hb が有意に上昇した。これらの結果から、要支援高齢者に用いる dual-task トレーニングとしては、低負荷に比べ中等度の運動負荷で前頭葉が有意に活性化することが示唆された。また、聴覚刺激によるオーディオブックは、従来から標準的に使われている計算課題と同等の脳血流反応が認められたことから、聴覚刺激による dual-task もトレーニングアイテムとして有効であることが考えられた。

## はじめに

我が国では、2025 年には 65 歳以上の高齢者の約 3 人に 1 人が認知症またはその予備軍とされる軽度認知障害(Mild Cognitive Impairment 以下、MCI)と推測され、今後さらに増加することが見込まれている<sup>1)</sup>。認知症は個人レベルの生活の質の低下や、介護者の精神的および肉体的な負担のみならず、社会に与える影響も極めて大きい<sup>2)</sup>ため、国の方針として「共生」と「予防」の施策を推進している<sup>3)</sup>。MCI 早期の段階に適切な介入をすることで正常なレベルに回復するという報告<sup>3,4)</sup>がある一方で、年間 10~30%が認知症に進行するとの報告もある<sup>5,6)</sup>。これまでに認知症に対する治療薬が数種開発され、症状のコントロールもある程度までは可能になったが、それらは症状の進行を一時的に抑制するものであり、根本的な治療には至っていない。また、従来から認知機能を高

めるトレーニングとして、計算ドリル、パズル、文章問題などの認知機能そのものに対するアプローチと、買い物、家事など日常生活に則した練習が行われているが、どれも科学的根拠に乏しいのが現状である。近年では高血圧、糖尿病、高コレステロール血症、喫煙などの血管危険因子が認知症の発症に関与するとされ、さらに定期的な運動(特に有酸素運動)、余暇活動、社会的参加、食習慣などが発症の防御因子となることがわかってきた。認知症予防の介入として運動療法の有効性を示唆する報告は多数存在し<sup>7,8)</sup>、近年では dual-task のトレーニング効果を検証するため、健常高齢者に対して dual-task の要素を取り入れた介入を行うことで遂行機能が改善するという知見や、前頭葉における脳血流が活性化することが明らかになっている<sup>9)</sup>。dual-task には、与えられた複数の課題を適切に処理するために、各々の課

受付日 2021 年 1 月 19 日

採択日 2021 年 7 月 13 日

## \*責任著者

中村祐輔

ベルピアノ病院 リハビリテーション室

E-mail:

safety.driver.yusuke0710@gmail.com

## キーワード

運動強度, 二重課題, 聴覚刺激

題に対する処理能力に加え、適切な注意配分・分割が必要である。これらの能力は遂行機能の一種であり、前頭前皮質を中心とした前頭葉の働きが重要な役割を担っている<sup>9)</sup>。ただし、**dual-task** を遂行することで前頭連合野背外側部が活性化するという報告<sup>10)</sup>がある一方で、**dual-task** に特異的な活性を示す領域は観察されないという報告もある<sup>9)</sup>。これまでの **dual-task** を用いた研究では、課題の組み合わせの多様性が故に、それぞれの研究で用いられる課題実行時に必要な処理資源が異なり、脳が活性化する部位に差異が生じている可能性があるであろう。このことから、運動と組み合わせた **dual-task** を行う上で、組み合わせられる認知課題の種類は重要な点であり、脳血流の観点から認知症予防に繋がる可能性を検証していく必要があると思われる。

**dual-task** のアイテムは数多くあるが、**dual-task** をトレーニングとして扱う場合、訓練（学習）によって被験者のワーキングメモリ課題の習熟度が上昇すると、前頭連合野背外側部や前部帯状皮質などのワーキングメモリ領域に関連する活動強度が低下する<sup>11)</sup>ことも報告されており、被験者の課題習熟度の関係も考慮しなければいけない。従って、なるべく学習効果の影響の少ない課題を実施することが重要と考える。近年、コンテンツが豊富に揃っているラジオや音楽などの聴覚刺激による認知課題も臨床現場ではよく用いられている。従来から標準的な認知課題として扱われてきた計算課題やしりとりのような課題と比べて、聴覚刺激を中心とした認知課題はコンテンツの豊富さから学習効果を最小限におさえることができるため注目されている。しかしながら、聴覚刺激の脳への効果はまだ明らかにされていない。板倉<sup>12)</sup>はラジオが脳に与える影響を検討し、ラジオを聴くことで頭の中でさまざまなことを想像し脳をより一層活性化させることを報告している。一方で、音楽を聴くと前頭葉の脳血流低下の報告<sup>13)</sup>もあることから、聴覚刺激を認知課題として扱う場合、頭の中でストーリーを想像できるかどうか前頭前野の活性に大きく影響し

ているように思われる。

また、運動強度と脳血流の関係については、近赤外分光装置で測定した酸素化ヘモグロビン(oxy-Hb)の変化に関するシステマティックレビューによると、oxy-Hbは低強度～中等度までは漸増的に増加し、中等度～高強度では定常状態に至り、それ以上の強度では減少するとされている<sup>14)</sup>。しかしながら、**dual-task** 施行時の運動強度に関してはこれまでに検討された報告がなく、臨床現場では定量的にトレーニング介入できていないことが課題として残っている。そこで、本研究では30%強度と50%強度の運動強度設定で **dual-task** トレーニングを実施し、運動強度設定の違いが **dual-task** 中の脳血流に及ぼす影響を検討した。また、運動時の聴覚刺激による認知課題が脳に与える影響も検討するために、標準的な認知課題と聴覚刺激による認知課題の脳血流反応を比較したので報告する。

## 対象と方法

### 1) 対象

A 病院通所リハビリテーションを利用している65歳以上の要支援高齢者127名のうち、Mini-Mental State Examination(MMSE)24点以上かつエルゴメーターを実施する為の下肢の筋力低下と関節可動域制限がない利用者で本研究への参加承諾が得られた55名を対象とした(男性22名、女性33名、平均年齢76.7±7.6歳)

(Figure 1)。研究の実施にあたっては、研究により得られた結果は研究以外に使用しない。また責任を持って管理・保管し個人情報の漏洩を防止することや、得られた結果の公表については個人の名前などが一切わからないようにするなど参加者のプライバシー保護について十分配慮することを条件に承諾を得て、倫理的な配慮を行った。なお、対象者には研究の趣旨と内容について書面と口頭で説明し、同意を得て研究を実施した。本研究は、ベルピアノ病院の倫理委員会の承認を得て実施した(受付番号2019-01)。

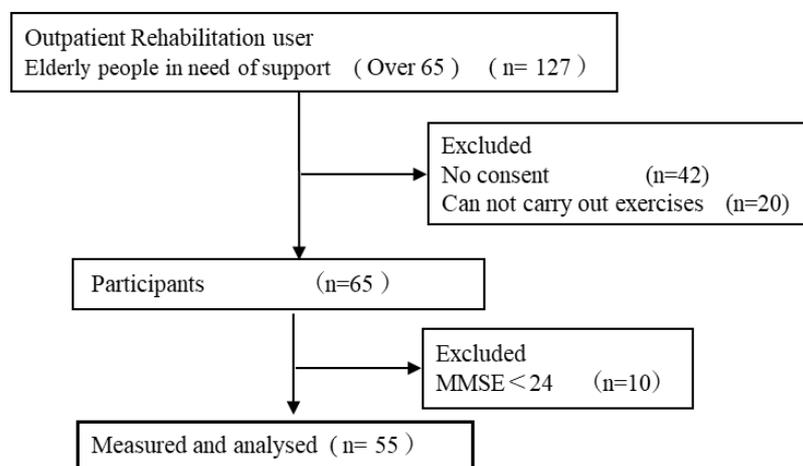


Figure 1. Flowchart

## 2) 評価項目

### ①基本情報

認知症検査としては MCI の検出に有効とされる日本語版 The Montreal Cognitive Assessment (以下, Moca-j) を用いた。また, 認知症の早期に出現とされるうつ症状の評価として, Geriatric depression scale (以下, GDS) を用いた。認知症の早期に低下する可能性の高い IADL に関しては, Frenchay Activities Index (以下, FAI) を調査した (Table 1)。

### ②脳血流反応

脳血流反応の測定には, 近赤外線分光法による HOT-1000 (株式会社 NeU 社製) を使用した (Figure 2)。

HOT-1000 は生体組織に対する透過性の高い近赤外光 (波長 695nm, 830nm) を用いて, 大脳皮質毛細血管中に含まれる oxy-Hb の濃度変化量を計測する装置である。本研究では oxy-Hb 濃度 (mM・mm) を脳血流反応の指標とした。

### ③主観的運動強度 (以下, ボルグスケール)

ボルグスケールは, 運動を行う本人がどの程度の疲労度「きつさ」を感じているかを測定する指標である。今回, 30%強度, 50%強度の運動強度における運動負荷中の疲労感を把握するために, ①認知課題なし, ②オーディオブック, ③計算課題 (シリアル7) の3条件で主観的運動強度のボルグスケールを使用した。

Table 1. The basic information

	Mean(SD)	min-Max
age	76.7(7.6)	65-91
Moca-j	23.4(5.8)	15-30
GDS	4.8(3.8)	0-15
FAI	16.6(7.8)	3-31

N=55



Figure 2. Experiment environment

### 3) 運動強度と認知課題の設定

運動負荷は自転車エルゴメーター（インターリハ社製）を使用し、カルボーネン法（ $(220 - \text{年齢}) - \text{安静時心拍数}$ ） $\times$ 運動強度 + 安静時心拍数）を用いて、30%強度、50%強度の運動強度設定を行った。

認知課題は2種類を実施した。一つは、dual-task トレーニングとして標準的に活用されている計算課題（シリアル7）を用いた。もう一つは、主に書籍を朗読したものを録音した音声コンテンツ（聴覚刺激）のオーディオブック（オトバンク社）を用いた。オーディオブックは、豊富なコンテンツから嗜好に合わせて選択するため、頭の中でストーリーを想像することが容易であり、継続してトレーニングする場合は、課題習熟度の影響を極力抑える可能性がある。

### 4) 実験プロトコル (Figure 3)

実験は①認知課題なし、②オーディオブック、③計算課題（シリアル7）の3条件に分けて実施した。実験中は、視覚的な情報を遮断することを目的としてアイマスクを装着した。各運動負荷間には安静を挟まず、①、②、③の順に連続で計測を行った。対象者に対し、運動前に安静時心拍数を測定し、カルボーネン法を用いて30%強度、50%強度における目標心拍数を算出した。その後、自転車エルゴメーターでの運動を行ってもらい、それぞれの目標心拍数に達し、心拍数の変化が一定になった時点から30%強度、50%強度での各課題1分間遂行時の運動負荷中のoxy-Hb変化量を各1分間計測した。各課

題時の計測開始5秒間を測定値のベースとして、最大値となる時点の5秒間を加算平均して得られたoxy-Hb変化量を算出した。個人差はあるが、目標心拍数が定常状態に到達するまでにおよそ3分間の時間を要した。測定は、Mark In機能を使用したEVENT計測で行い、課題による経時的変化を追った（Continuous解析）。測定部位は、国際脳波10-20法に従い、大脳両側半球の前頭前野を覆うように装着し、左右の前頭前野のoxy-Hb濃度を測定した。なお、それぞれの運動強度の課題終了時には、ボルグスケールを聴取し、疲労度合いを確認した。実験前に被験者に測定プロトコルを説明し、理解を得た後に実験を行った。

### 5) 統計学的解析

30%強度時と50%強度時の左右前頭前野のoxy-Hb濃度の各課題の計測開始5秒間を測定値のベースとして、最大値となる時点の5秒間のoxy-Hb濃度の変化量を求めた。統計処理において、左右平均値の前頭前野におけるoxy-Hb濃度について、運動強度（30%、50%）と課題（運動のみ、オーディオブック、計算）の二要因にて二元配置分散分析を行った。主効果である課題の要因において比較する為に、事後検定でBonferroni法を用いた。また、前頭前野のoxy-Hb濃度の左右差を比較検討する為に、30%強度時と50%強度時における課題それぞれについて対応のあるt検定を行った。統計処理にはSPSSを用いて、すべて有意水準は5%未満とした。

A: exercise

Adjusting exercise intensity (3min)	30%*1 Borg scale (1min)	Adjusting exercise intensity (3min)	50%*2 Borg scale (1min)	Adjusting exercise intensity (3min)
-------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------

B: dual-task (audio book×exercise)

Adjusting exercise intensity (3min)	30%*1 Borg scale (1min)	Adjusting exercise intensity (3min)	50%*2 Borg scale (1min)	Adjusting exercise intensity (3min)
-------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------

C: dual-task (serial sevens×exercise)

Adjusting exercise intensity (3min)	30%*1 Borg scale (1min)	Adjusting exercise intensity (3min)	50%*2 Borg scale (1min)	Adjusting exercise intensity (3min)
-------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------

\*1: 30% exercise intensity \*2: 50% exercise intensity

Figure 3. Experimental design

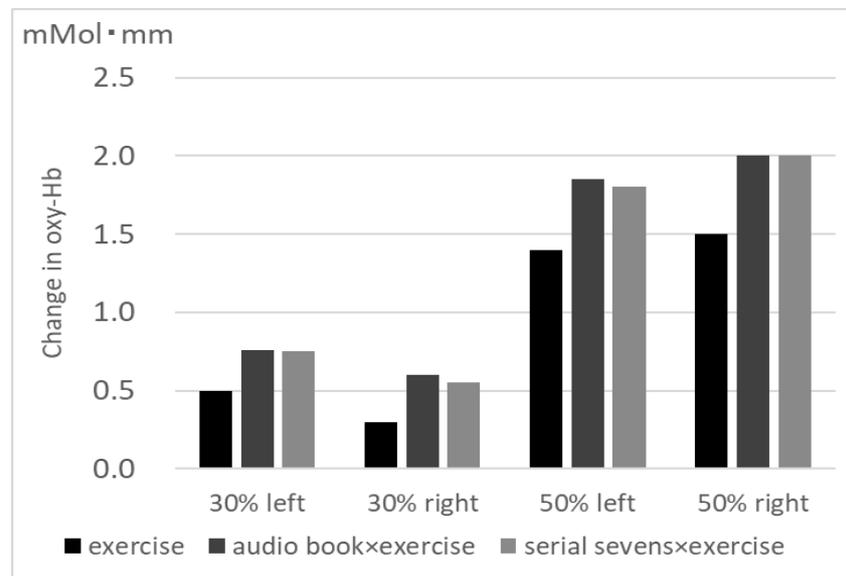


Figure 4. Change in oxy-Hb levels during the 30% exercise intensity /the 50% exercise intensity

Table 2. Change in oxy-Hb at 30% exercise intensity/50% exercise intensity (mM · mm) N=55

	left	right	p-value
30% exercise	0.50(0.68)	0.30(0.42)	<b>0.049</b>
30% audio book×exercise	0.76(4.51)	0.60(0.58)	0.235
30% serial sevens×exercise	0.75(0.68)	0.55(0.82)	0.098
50% exercise	1.40(3.01)	1.50(1.41)	0.216
50% audio book×exercise	1.85(2.80)	2.01(4.21)	0.202
50% serial sevens×exercise	1.80(3.09)	2.00(5.12)	0.173

Values are presented as the mean (SD). p value; left vs. right, Paired t-test.

Table 3. Change in oxy-Hb at 30% exercise intensity/50% exercise intensity

N=55

	Sum of squares	DF	Mean squares	F	p-value
exercise intensity	0.90	1	0.90	4.25	<b>0.047</b>
Task	1.25	2	0.62	1.79	0.108
exercise intensity*task	0.66	2	0.41	1.91	0.341

Two-way ANOVA

## 結果

### 1) 左右の oxy-Hb 濃度の推移および左右差の比較

代表的な oxy-Hb 濃度の推移を Figure 4 に示す。また、左右の全対象者とも、30%強度、50%強度と運動強度が強くなるにつれて、oxy-Hb 濃度が高くなる傾向を示した。また、左右差の比較について、30%強度時と50%強度時における課題の比較では、運動30%強度において左前頭前野のほうが右前頭前野よりも高値を示す傾向が見られ ( $P < 0.05$ )、その他の運動強度や課題での左右差は認めなかった (Table 2)。

### 2) 両側 Oxy-Hb 濃度の変化量比較 (Table 3)

二元配置分散分析では、運動強度(30%、50%)と課題(運動のみ、オーディオブック、計算)における交互作用は認められなかった。また、主効果においては、運動強度に差が認められ ( $p < 0.05$ )、低強度に比べ中等度の方が oxy-Hb 濃度が有意に上昇した。一方で、課題の違いには差を認めなかった。

### 3) 運動負荷中の心拍数とボルグスケール

①運動のみ、②オーディオブック、③計算課題(シリアル7)の3条件における30%強度時のボルグスケールは11(最小11, 最大11)、心拍数は88回/分(最小84回/分-最大93回/分)、50%強度のボルグスケールは13(最小13, 最大13)、心拍数は106回/分(最小99回/分-最大124回/分)であった。

## 考察

本研究では、65歳以上のMMSE24点以上の要支援高齢者を対象として、運動強度設定の違いが dual-task 中の脳血流に及ぼす影響を検討するために、2種類の認知課題を用いて左右前頭前野の Oxy-Hb 濃度の変化量の比較を検討した。まず、Moca-J、GDS、FAIの結果から、本研究の対象者の特性は、比較的うつ症状は少ないが、身体活動が少ないMCI高齢者であることが考えられた。IADLの低下は将来的な認知症への潜在的なリスクが高い状態であることから、今回の対象者は、国の方針としての「予防」の施策を推進しているターゲット層であることが確認できた。脳血流反応の結果では、全対象者とも、30%強度、50%強度と運動強度が強くなるに連れて、oxy-Hb 濃度が高くなる傾向を示した。また、30%強度において左前頭前野のほうが右前頭前野よりも高値を示す傾向が見られ、その他の運動強度や課題での左右差は認めなかった。二元配置分散分析の結果では、運動強度(30%と50%)と課題(運動のみ、オーディオブック、計算)における交互作用は認められなかった。また、主効果においては、運動強度に差が認められ、低強度に比べて中等度の方が oxy-Hb 濃度が有意に上昇した。これらの結果から、要支援高齢者に用いる dual-task トレーニングとしては、低負荷に比べて中等度の運動負荷の方が前頭前野の活性化に有用な効果が得られることが示唆された。このことは、低負荷と高負荷の両者よりも、中等度の負荷の運動が、前頭葉脳血流が増加したと

の報告<sup>12)</sup>と一致する結果であった。

また、今回は dual-task トレーニング中のボルグスケールも評価した。ボルグスケールは、運動中の疲労度を測定できる点で信頼性が高い評価である<sup>16)</sup>が、心疾患の既往がある症例などで予測心拍数と相違することもあり、本研究では運動強度の設定において、心拍数とボルグスケールの両方を用いた。各強度におけるボルグスケールと心拍数においては、MMSE24点以上の比較的認知機能の維持されている65歳以上の高齢者においても概ね一致していた。このことから、本研究対象者の心機能に問題がないことが示唆され、本研究結果の信頼性を保証することができたと考える。

一方、標準的な認知課題(シリアル7)と聴覚刺激(オーディオブック)による認知課題の脳血流反応を比較した結果、2種類の認知課題間で前頭前野の oxy-Hb 濃度に有意な差は認められなかった。また、2種類の認知課題は運動のみの条件と比べ平均値が高値であったが、運動のみの条件と2種類の認知課題との間にも前頭前野の oxy-Hb 濃度に差を認めなかった。有意差を認めなかった理由として、標本サイズの少なさが理由の一つと考える。0.8の検定力を得るためには、108名のサンプルが必要であるとの事前の分析の結果が得られたが、この結果に基づき実験を開始したところ、本研究の同意を得られた参加者は55名であったため、検定力が0.8以下となり、第二種の誤りを犯す可能性が高くなる<sup>15)</sup>。よって、サンプルサイズの少なさに由来する統計的問題が残り、解釈には慎重になる必要がある。そのため、今後はサンプルサイズを増やして確認していくことも必要と考える。しかしながら、運動のみの条件よりも、Dual-task 条件のほうが継続できる対象者の場合は、運動習慣をつける手段として Dual-task を採用することも有用であることが考えられた。また、従来より dual-task トレーニングとして標準的に活用されているシリアル7と、聴覚刺激によるオーディオブックの脳血流反応が同程度の前頭前野への刺激となったことは、自身の嗜好にあったオーディオブックを聴きながらの dual-task トレーニングができることから、臨床応用の可能性を広げることにつながったと考える。今回用いたオーディオブックは興味あるストーリーを選択することで集中できる環境を提供することに繋がったことが考えられた。我々の経験では、これまでの標準的な認知課題(計算課題やしりとりなど)では、継続的に実施することが困難な要支援高齢者に遭遇することも少なくなかったが、本研究結果からオーディオブックを趣味活動の延長線上として活用し、運動習慣をつける手段として継続的に介入できる可能性が示唆された。

本研究の限界として、横断研究のため聴覚刺激を用いた dual-task トレーニング効果と認知症予防の因果関係は不明であり、被験者の課題習熟度の関係は明らかにできていない。また、対象である要支援高齢者に関して、評価バッテリーにてMCIのスクリーニングを行ったが、



医師の確定診断には至っていないことが考えられる。さらに、本研究のサンプルサイズの少なさから、結果の解釈には慎重になる必要がある。しかしながら、本研究の結果から、近年の認知症予防の介入における dual-task トレーニングとして、運動強度や課題の組み合わせについての方向性を示す結果が得られたと思われる。これらのことから、課題習熟度の影響しない短期間 dual-task トレーニングを行う上では、組み合わせる認知課題を検討するよりも中等度の運動強度の確保に努める方が前頭前野の活性化が期待できることが示唆された。また、継続した運動の習慣が必要な予防的介入において、オーディオブックは趣味活動の延長として取り入れやすく、豊富なコンテンツの中から選ぶことが出来るため、課題習熟度に影響しにくい可能性がある認知課題であろう。

要支援高齢者に二重課題トレーニングを行う場合、中等度の運動強度にて実施することが前頭前野の活性化に重要であることが示唆された。また、dual-task トレーニングを長期的に実施していく際には、課題習熟度に影響されにくく、趣味活動の延長として取り入れやすいオーディオブックが有用である可能性が示唆された。今後は、長期的介入を行うことで、オーディオブックの活用が認知症予防に効果があるかを見極めていきたいと考える。

### 利益相反

開示すべき利益相反はない。

### 謝辞

本研究を実施するにあたり、ご協力頂いた対象者の皆様に深く感謝申し上げます。

### 文献

- 1) 二宮利治：平成 26 年度総括・分担研究報告書 平成 26 年度厚生労働科学研究費補助金厚生労働科学特別研究事業、日本における認知症の高齢者人口の将来推計に関する研究班, 2015
- 2) 厚生労働省：認知症施策推進大綱。  
<https://www.mhlw.go.jp/content/000522832.pdf>  
(閲覧日 2020 年 7 月 20 日)
- 3) Ishikawa T, Ikeda M: Mild cognitive impairment in a population - based epidemiological study.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1479-8301.2007.00197.x>Psychogeriatrics.2007 (閲覧日 2020 年 12 月 25 日)
- 4) Malek-Ahmadi M: Reversion from mild cognitive impairment to normal cognition: a meta-analysis. *Alzheimer Dis Assoc Disord*:324-330, 2016
- 5) Bruscoli M, Lovestone S: Is MCI really just early dementia? A systematic review of conversion studies. *International Psychogeriatrics*:129-140, 2004
- 6) Iwatsubo T, Iwata A, Suzuki K, et al.: Japanese and North American Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative studies: Harmonization for International trials. *Alzheimer's&Dementia* : 1077-1087, 2018
- 7) 島田裕之, 上村一貴, 内山靖: 理学療法で認知機能は改善するか?. *理学療法ジャーナル* 48 : 405-412, 2014
- 8) Shimada H, Makizako H, Doi T, et al.: A large, cross-sectional observational study of serum BDNF, cognitive function, and mild cognitive impairment in the elderly. *Frontiers in Aging Neuroscience*.  
<https://doi.org/10.3389/fnagi.2014.00069> (閲覧日 2020 年 12 月 25 日)
- 9) Yogev-Seligmann G, M Hausdorff J, Giladi N, et al.: The role of executive function and attention in gait. *Mov Disord* 23 (3):329-42, 2008
- 10) 加藤守匡, 征矢英昭: 運動時の前頭葉皮質における血流変化からみた脳の賦活. *体育の科学* 52(12) : 956-959, 2002
- 11) Jansma JM, Ramsey NF, Slagter H, et al.: Functional anatomical correlates of controlled and automatic processing. *Journal of Cognitive Neuroscience* 13(6):730-743, 2001
- 12) 板倉徹: ラジオは脳にきく 頭脳を鍛える生活習慣術, 東洋経済新報社, 2006
- 13) 片寄晴弘, 奥平啓太, 橋田光代: 音楽における没入感に関する検討 技能の拡張と身体性の視点から. *エンタテインメントコンピューティング* 2004:39-44, 2004
- 14) Rooks CR, Thom NJ, McCully KK, et al.: Effects of incremental exercise on cerebral oxygenation measured by near-infrared spectroscopy: A systematic review. *Prog Neurobiol* 92(2):134-150, 2010
- 15) Cohen, J: A power primer. *Psychological Bulletin* 112(1), 155-159, 1992
- 16) 小野寺孝一, 宮下充正: 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. *体育学研究* 21(4):191-203, 1976



Original

## Comparison of differences in exercise intensity and auditory stimulation settings on cerebral blood flow during dual-task.

Yusuke Nakamura<sup>1\*</sup>, Chika Maegawa<sup>1</sup>, Honoka Saeki<sup>2</sup>, Wataru Ueda<sup>2</sup>, Kenta Shigemori<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Rehabilitation Room, Belle Piano Hospital

<sup>2</sup> Otbank Co., Ltd.

<sup>3</sup> Department of Physical Therapy, Department of Rehabilitation, Faculty of Health Sciences, Kansai University of Welfare Sciences

### ABSTRACT

There are no studies so far on exercise intensity during dual-task training, while quantitative training intervention is considered challenging. In this study, dual-task training by auditory stimulation was performed with exercise intensity settings of 30% and 50%, and its effect on cerebral blood flow was compared. We also compared the cerebral blood flow responses to standard and auditory stimulus cognitive tasks to examine the effects of the latter on the brain. Cerebral blood flow response was measured using near-infrared spectroscopy (HOT-1000; manufactured by NeU Co., Ltd.). Changes in frontal lobe hemoglobin concentration during 30% and 50% exercise intensities were measured for 55 frail elderly people for one minute each. Consequently, in all the participants, there was a tendency for the oxygen-Hb concentration to increase as exercise intensity increased to 30% and 50%. Additionally, at 30% intensity, the left prefrontal cortex tended to show a higher value than the right, and there was no difference between the left and right cortices in the other exercise intensity (50%) and tasks. Two-way analysis of variance showed no interaction between exercise intensity and the tasks (exercise only, audiobooks, and calculations). Furthermore, as the main effect, there was a difference in exercise intensity, and the oxygen-Hb concentration was significantly increased at moderate than at low intensity. These results suggest that moderate (50%) exercise load has a more useful effect on activation of the prefrontal cortex and frontal lobe than the low load (30%) as dual-task training for elderly people requiring support. Since audiobooks with auditory stimuli showed a cerebral blood flow response equivalent to the calculation tasks that have been used as standard, it is considered that dual-tasks with auditory stimuli are also effective as training items.

**Key words:** Exercise intensity, Dual task, auditory stimulation