

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 16 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22500605

研究課題名（和文） 短時間・低強度運動時の脳活動とメンタルヘルスの関連

研究課題名（英文） Relationship between brain activity and mental health during low intensity and short exercise.

研究代表者 藤本 敏彦 (FUJIMOTO TOSHIHIKO)

東北大学・高等教育開発推進センター・准教授

研究者番号：00229048

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は短時間の低強度後の脳活動とメンタルヘルス(生理指標および質問紙スコア)が相関する脳領域を調べ気分や感情の変容メカニズムの一端を明らかにすることであった。30分・55%VO<sub>2</sub>max 運動後では前部帯状回皮質(ブロードマンエリア BA24)の活動低下と MCL-S.2 で測定された不安感の低下に相関が認められた。運動後の前部帯状回皮質(BA24)の活動低下が被験者の不安スコアを低下させたものと考えられる。20分・40% VO<sub>2</sub>max 運動後では左眼窩前頭野(BA11)の有意な活動上昇が認められた。眼窩前頭野は情動反応と密接な関係がある。運動後の眼窩前頭野の活動が上昇したことは運動によるネガティブな感情の改善の一因である可能性が示された。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to obtain the relationship between brain activity and mental health after the short and low intensity exercise, and to clarify the one of mechanism about change of feeling after exercise. Decrease in frontal cingulate cortex (Brodmann's area BA24) activity was correlated with decline of anxiety score measured by MCL-S.2 questionnaire after 30 minutes exercise at 55%VO<sub>2</sub>max. This BA24 would have important role of improvement mental health. Activity of orbitofrontal cortex (BA11) increased after 20 minutes exercise at 40% VO<sub>2</sub>max. Increase in orbitofrontal cortex activity related with positive emotion. Therefore accentuation of orbitofrontal cortex activity would be one of cause of emotional changes after short and moderate exercise.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2012年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・スポーツ科学  
キーワード：短時間 軽強度 運動 脳 PET

### 1. 研究開始当初の背景

文部科学省の平成20年度体力・運動調査によると、高齢者の体力水準は改善傾向にあり、我が国の健康運動に対する施策の有効性が示されている。ところが同調査で25-55歳の成年の体力水準は改善されておらず、また現20歳の成年が35-50歳に達した時点での体力水準はさらに低下すると予測されている。一方で近年、身体運動とメンタルヘルスが深く関与することが疫学的に多く報告されている。仮に20-60歳の世代の体力水準が以後改善されない場合、メンタルヘルスに関わる問題は益々深刻化する可能性は高い。働き盛りの世代(25-55歳の成年)において体力水準が改善しない理由は、多忙や運動が面倒であること、仕事や生活での身体の疲れが要因と考えられる(2005年東京都発表)。一般に健康運動は有酸素運動を中心に20-30分程度のプログラムで構成される。しかし準備の時間や運動前・後の身支度を含めると1時間以上が必要となる。生活習慣病予防には不可欠な運動時間であるが、メンタルヘルスの維持増進に必要な運動時間であるか否かは不明である。現在のところメンタルヘルスの維持増進に必要な運動時間に関する生理学的研究はほとんど無い。本研究の仮説を証明することは、科学的新知見となりまた多忙な世代における運動習慣の啓蒙に重要なデータになると思われる。

### 2. 研究の目的

本研究は3年間で、短時間の低強度運動後の脳活動とメンタルヘルス(生理指標および質問紙スコア)が相関する脳領域を調べ気分や感情の変容メカニズムの一端を明らかにすることを目的とした。年度事の目的は以下の通りである。

**22/23年度**：30分・55%最大酸素摂取量強度運動後の脳活動とメンタルヘルスの観察

**24年度**：20分間・40%最大酸素摂取量強度運動後の脳活動とメンタルヘルスの観察

### 3. 研究の方法

#### (1) 22/23年度

**被験者**：被験者は定期的な運動習慣のない、健康な成人14名(22年度10名、23年度4名年齢20~25歳)であった。各被験者とも身長・体重測定、利き手テストなど基本的な身体測定と推定最大酸素摂取量の測定および情動質問紙検査を行った。インフォームド・コンセントにより被験者の同意を得た上で

研究を実施する。

**研究デザイン**：被験者は実験日7日前から、系統的な運動・スポーツ活動を避けた。被験者は実験当日約6時間の絶食後、運動を開始した。被験者は運動実験と安静実験の2回の実験に参加した。運動は最大酸素摂取量(VO<sub>2</sub>max)の55%強度での35分間の自転車運動であった。運動終了15分後に<sup>18</sup>F-FDGを肘動脈より投与し、その後約30分間の安静を取った。安静終了後、脳のPET撮影を開始する。安静実験では30分以上の安静の後<sup>18</sup>F-FDGを投与し、その後さらに約30分間の安静を取った。被験者の情動の変化は感情チェックリスト(MCL-S.2)を用いて観察した。

#### (2) 24年度

**被験者**：被験者は定期的な運動習慣のない、健康な男子大学生6名(年齢20~25歳)であった。各被験者とも身長・体重測定、利き手テストなど基本的な身体測定と推定最大酸素摂取量の測定および情動質問紙検査を行う。インフォームド・コンセントにより被験者の同意を得た上で研究を実施した。

**研究デザイン**：被験者は実験日7日前から、系統的な運動・スポーツ活動を避けた。被験者は実験当日約6時間の絶食後、運動を開始した。被験者は運動実験と安静実験の2回の実験に参加した。運動は最大酸素摂取量(VO<sub>2</sub>max)の40%強度での20分間の自転車運動であった。運動終了5分後に<sup>18</sup>F-FDGを肘動脈より投与し、その後約30分間の安静を取った。安静終了後、脳のPET撮影を開始する。安静実験では30分以上の安静の後<sup>18</sup>F-FDGを投与し、その後さらに約30分間の安静を取った。被験者の情動の変化は感情チェックリスト(MCL-S.2)を用いて観察した。

### 4. 研究成果

#### (1) 22/23年度

**【結果】**本研究において前部帯状回皮質(ブロードマンエリア BA24)の活動低下とMCL-S.2で測定された不安感の低下と活動低下に相関が認められた(図1)。また絶対的糖取り込み率SURは運動後に小脳を含むほぼ脳の全領域で約16%程度の低下が認められた(FDR corrected P<0.05)(図2)。また相対的糖取り込み率GURでは運動後に補足運動野と帯状回背側部に有意な減少が認めら

れた (FDR corrected  $P < 0.05$ )(図 3)。

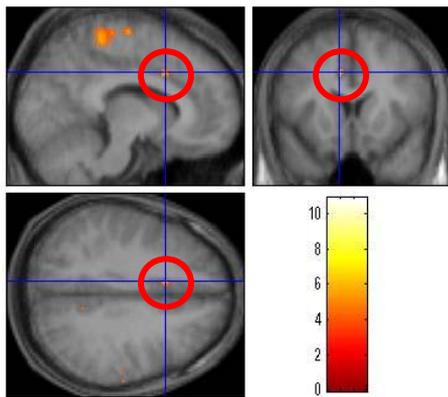


図 1 運動後の不安感の減少と相関して活動の低下が観察された脳領域(前部帯状回皮質(ブロードマンエリアBA24)。左上：矢状面図、右上：前頭面図、左下：水平面図

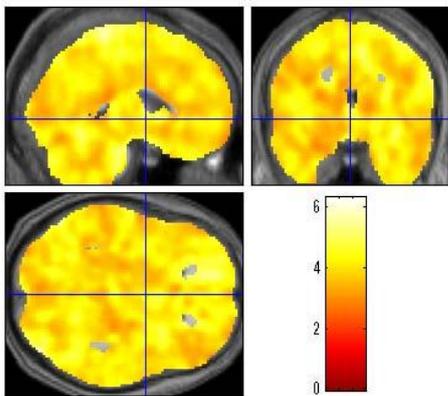


図 2 運動後における脳の糖の取り込み率(絶対値)の変化。ほぼ全域で脳の糖取り込みが減少した。左上：矢状面図、右上：前頭面図、左下：水平面図

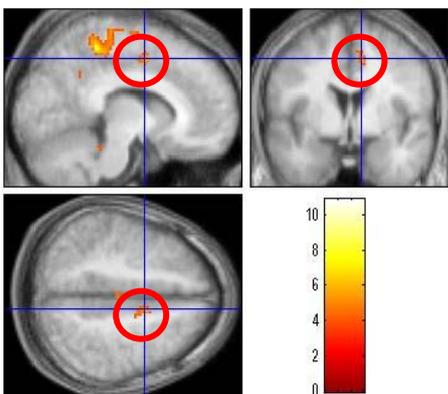


図 3 運動前に比べ運動後に相対的に糖の取り込みが減少した領域。運動後、特に糖の取り込みが減少した領域である。左上：矢状面図、右上：前頭面図、左下：水平面図

【結論】 前部帯状回皮質(BA24)の活動亢進は不安や恐怖などネガティブな情動を増大させる可能性が示されている。本研究では運動後に前部帯状回皮質(BA24)の活動が低下しており、この現象により被験者の不安スコアが減少した可能性が考えられた。また運動後に脳全体で糖の取り込みが下がることが明らかとなり生理学的に新しい発見となった。運動後は糖に変わるエネルギー源、おそらく乳酸が積極的に使用されていると思われる。

## (2) 24 年度

【結果】 運動後に左眼窩前頭野(BA11)に有意な活動上昇(uncorrected  $P < 0.001$ )が認められた(図 4)。また右上前頭回(BA9,10)では有意な活動低下が認められた(uncorrected  $P < 0.0001$ )(図 5)。MCL-S.2スコアは運動後に向上した。しかし現状で感情チェックリストとの相関は認められていない(被験者数の不足が原因である可能性が高い)。

【考察】 眼窩前頭野(ブロードマン領域11)は情動反応と密接な関係がある。この部分の障害で不適切な多幸感やいらいら感、感情鈍磨、衝動性などが起こる。さらなる検証が必要とは思われるが、運動後の眼窩前頭野の活動が上昇したことは運動によるネガティブな感情の改善の一因である可能性が示された。また右上前頭回(ブロードマン領域9,10)は前頭前野に位置しており、学習や記憶に関与する。運動後にこの領域の活動が低下(機能的程度は不明)したことは、運動に脳を休める効果があるのかもしれない。いずれの領域もMCL-S.2スコアとは相関が認められてはいないが、気分の改善の因子になる可能性はあると思われる。

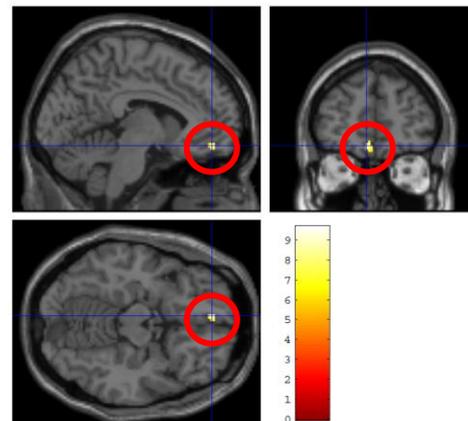


図4 20分間の40% VO2max運動後に活動が亢進した脳領域(左眼窩前頭野BA11)。左上：矢状面図、右上：前頭面図、左下：水平面図。

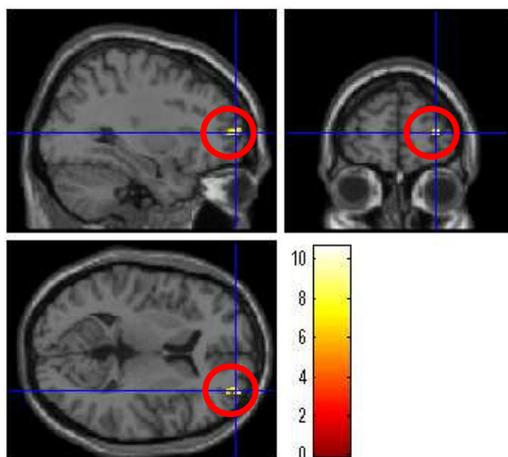


図5 20分間の40% VO2max運動後に活動が低下した脳領域(右上前頭回 BA9,10)。左上：矢状面図、右上：前頭面図、左下：水平面図。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2件)

①Masud M, Fujimoto T, Watanuki S, Miyake M, Itoh M, Tashiro M. Application of Positron Emission Tomography (PET) in Physical Medicine. Mymensingh Med J. 査読有 19(1) 2010, 110-115. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20046182>

②藤本敏彦, 田代 学, 泉水宏臣 脳血流分布と身体活動. 体育の科学 査読無 61(12), 2011, 907-911.

[学会発表] (計 6件)

①Fujimoto, T., Nagamatsu, T., Tashiro, M., Sensui, H., Masud, MM., Gondoh, Y., Watanuki, S., Nagatomi, R. Regional and global brain glucose uptake decrease after middle intensity exercise in humans. 15<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science. 2010. June 23-26, Antalya, Turkey.

②藤本敏彦, 泉水宏臣, 権藤雄一、千葉登、石井賢治、永松俊哉、永富良一 ヒトにおける中強度運動後の脳糖取り込みの変化. 第65回日本体力医学会大会. 2010年6月

16-18日、千葉県市川市。

③藤本敏彦 脳糖代謝への運動の影響. 第3回脳・神経・内分泌系から運動の意義を考える会. 2010年6月15日. 千葉県市川市.

④藤本敏彦, 泉水宏臣, 永松俊哉 「高齢者の潜在能力を見出し、引き出す体力医学」. 「脳機能の立場から」第65回日本体力医学会大会シンポジウム. 2010年6月16-18日, 千葉県市川市.

⑤Fujimoto, T., Chiba, N., Tashiro, M., Nagamatsu, T., Sensui, H., Masud, MM., Ishii, K, Gondoh, Y., Nagatomi, R. Anterior cingulate cortex activates 24 hours after exercise. 17<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science. 2012 July 4-7. Bruges. Belgium.

⑥藤本敏彦、永松俊哉、泉水弘臣、権藤雄一、石井賢治、千葉 登、菊地 篤、藤原誠助、永富良一 運動中および運動後の骨格筋糖取り込み率の画像化. 第67回日本体力医学会大会. 2012年9月14-16日. 岐阜市.

[図書] (計 1件)

①藤本敏彦 運動と脳機能の関係. 運動とメンタルヘルス・こころの健康に運動はどう関わるか. 第1章第3節. 公益財団法人明治安田厚生事業団監修. 永松俊哉編集. 杏林書院. 2012, ISBN 978-4-7644-1133-3. pp130-137.

[産業財産権]

○出願状況 (計 0件)

○取得状況 (計 0件)

[その他]

#### 6. 研究組織

(1)研究代表者

藤本 敏彦 (FUJIMOTO TOSHIHIKO)  
東北大学・高等教育開発推進センター・  
准教授  
研究者番号：00229048