

令和元年5月24日現在

機関番号：12612

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H03230

研究課題名(和文) 運動が認知機能を高める機序の解明：PETを用いたドーパミンの神経伝達からの検証

研究課題名(英文) Association between endogenous dopamine and cognitive improvement during exercise

研究代表者

安藤 創一 (ANDO, Soichi)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・准教授

研究者番号：50535630

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、一過性の運動による認知パフォーマンスの向上に脳内でのドーパミンを介した神経伝達が関与するという仮説を検証することを目的とした。被験者は、仰臥位での自転車エルゴメーターによる運動時に認知課題を行い、内因性ドーパミンの遊離を評価した。その結果、運動により認知パフォーマンスの向上と内因性ドーパミンの遊離がみられた。これらの結果は、一過性の運動による認知パフォーマンスの向上に内因性ドーパミンの遊離が関与することを示唆するものである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、なぜ一回の運動であっても認知パフォーマンスが向上するのかを明らかにする研究である。今回の研究成果は、これまで明らかにされていなかった、運動が認知パフォーマンスを向上させるメカニズムの解明につながる貴重な知見であると言える。本研究の成果は、運動が脳にもたらす有益な効果を広く示すとともに、習慣的な運動による認知機能の維持・改善に対しても重要な示唆をもたらすものであると考えられる。

研究成果の概要(英文)：The main findings of the preset study were: 1) acute exercise improved cognitive performance; 2) acute exercise released endogenous dopamine; 3) endogenous dopamine release tended to be associated with improvement in cognitive performance during exercise.

研究分野：運動生理学

キーワード：運動 認知 PET 脳

1. 研究開始当初の背景

認知機能とは注意や集中力、状況判断や計画実行など幅広いヒトの機能を指す。認知機能の低下を防ぎ、維持・向上させることは世代を問わず重要な課題である。近年、運動が認知機能の向上に対して有益であるというエビデンスは増加の一途をたどっている。この運動が認知機能を向上させる効果は継続的な運動だけでなく、一過性の運動でもみられることが多くの研究より明らかになっている。しかし、なぜ一過性の運動により認知パフォーマンスは向上するのかについては依然として明らかになっていない。これまでの研究により、一過性の運動による認知機能の向上が認知課題のパフォーマンスの向上（多くの場合、正解率の低下を伴わない反応時間の短縮）によって示されていることを考えると、運動がもたらす認知機能の向上には、脳内での神経伝達物質を介した神経伝達に関わっていることが推察される。そこで本研究では、一過性の運動による認知機能の向上にドーパミンを介した神経伝達に関わるという仮説を立てた。そこで、スポーツ科学と核医学の専門家がグループを作り、この仮説を検証することとした。

2. 研究の目的

本研究の目的は、陽電子放射断層撮像法 (PET) を用いて、ドーパミン受容体の結合能の変化が、一過性の運動によりみられる認知パフォーマンスの向上に関わるかについて生体内で直接的に検証し、一過性の運動が認知パフォーマンスを向上させるメカニズムを明らかにすることであった。

3. 研究の方法

実験は東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターで行った。被験者は 17 名の健康な成人男性であった。実験は、運動条件と対照条件 (安静) の 2 条件で実験を行った。運動条件では、事前に行った体力テストで決定した最高酸素摂取量の 35% の強度で運動を行った。運動は自転車エルゴメーターを用いて仰臥位で行った。対照条件では、実験を通して仰臥位で安静を保った。本研究では、PET 薬剤として [11C] ラクロプライドを用いた。被験者は、PET 薬剤投与の 10 分前から運動を開始し、運動開始から 10 分後に [11C] ラクロプライドを被験者の静脈ラインから投与した。撮影は 3 次元データ収集モードにて行い、約 90 分間のダイナミック撮影を行った。運動条件では、運動時間は 40 分間とし、PET による 90 分間の撮影の残りの 60 分間は安静状態で撮影を続けた。対照条件では、安静状態で 90 分間撮影を行った。認知課題は運動前および運動開始の 25 分後から開始した。認知課題は実行機能が要求される Go/No-Go 課題を用いた。実験中は心拍数を継続的に測定した。本研究では、内因性ドーパミンの遊離を定量化するために、ドーパミン D2 受容体の結合能 (Binding potential) を線条体で測定した。ドーパミンの結合能については、Logan 法により小脳を参照領域として、解析ソフトである PMOD を用いて行った。

4. 研究成果

運動条件において、安静時と比較して認知課題の反応時間の短縮がみられた ($P < 0.001$)。一方、対照条件では、反応時間に変化はみられなかった。どちらの条件でも正答率には変化はみられなかった。これらの結果は、一過性の運動により認知パフォーマンスが向上したことを示している。また現在、予備的なデータ解析が終了している 9 名の被験者のデータから、線条体の一部である右尾状核において、運動条件時の結合能 (2.05 ± 0.28) が安静時 (2.22 ± 0.22) と比較して低下がみられた ($P = 0.04$)。内因性のドーパミン遊離が増加するとドーパミン D2 受容体の結合能が低下することから、本研究の結果は運動により内因性ドーパミンに遊離がみられたことを示唆している。さらに、運動による反応時間の低下と内因性ドーパミンの遊離との間に正の相関の傾向がみられた ($r = 0.53$, $P = 0.14$)。以上の結果は、一過性の運動による認知パフォーマンスの向上に内因性のドーパミンの遊離が関与する可能性を示唆するものである。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

Ando S, Komiyama T, Sudo M, Higaki Y. (2018) The effects of acute exercise on cognitive function. *Adv Exerc Sports Physiol*, 査読有、24(2)、17-20

〔学会発表〕(計 4 件)

安藤 創一、低酸素環境下での運動と認知機能、第 57 回日本生体医工学会大会シンポジウム、2018

安藤 創一、Cognitive function during exercise under hypoxia、The 94th Annual Meeting

of the Physiological Society of Japan、2017

安藤 創一、The effects of acute exercise on cognitive function、ライフエンジニアリング部門シンポジウム、2016

安藤 創一、一過性の運動が認知機能に及ぼす影響、第24回日本運動生理学会シンポジウム、2016

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年：

国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：田代 学

ローマ字氏名：TASHIRO Manabu

所属研究機関名：東北大学

部局名：サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター

職名：教授

研究者番号(8桁)：00333477

研究分担者氏名：藤本 敏彦

ローマ字氏名：FUJIMOTO Toshihiko

所属研究機関名：東北大学

部局名：高度教養教育・学生支援機構

職名：准教授

研究者番号(8桁)：00229048

研究分担者氏名：檜垣 靖樹

ローマ字氏名：HIGAKI Yasuki

所属研究機関名：福岡大学

部局名：スポーツ科学部

職名：教授

研究者番号(8桁)：10228702

(2)研究協力者
研究協力者氏名：
ローマ字氏名：

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、研究者個人に帰属されます。