

令和6年2月9日

報道機関 各位

国立大学法人電気通信大学
東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター
公益財団法人明治安田厚生事業団

運動による脳内ドーパミンの遊離が認知パフォーマンスの向上に関係

【ポイント】

- * 1回の有酸素運動がもたらす認知パフォーマンスの向上（反応の速さの向上）の要因を解明
- * ポジトロン断層法^{*1}を用いて運動による脳内でのドーパミン^{*2}遊離に着目
- * 電気刺激による骨格筋の運動（不随意運動）にエルゴメーター運動（随意運動）を併用した実験から、運動による認知パフォーマンスの向上には随意運動に伴う脳内の神経活動が必要であることを示唆

【概要】

電気通信大学大学院情報理工学研究科共通教育部の安藤創一准教授と東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターの田代学教授、東北大学高度教養教育・学生支援機構の藤本敏彦准教授、明治安田厚生事業団体力医学研究所の須藤みず紀副主任研究員らの研究グループは、1回の有酸素運動がもたらす反応の速さの向上に脳内でのドーパミン遊離が関係することを明らかにしました。

本研究は1回の運動による効果を示したのですが、習慣的な運動が脳にもたらす有益な効果を検証する上でも重要な知見であると言えます。

本研究成果は、令和6年1月2日付で英国生理学会誌「Journal of Physiology」誌のオンライン版に掲載されました。また、掲載号のEditor's Choiceに選ばれました。

【背景&手法】

これまでに数多くの研究から、1回の有酸素運動が認知パフォーマンスを向上させることは広く知られており、それらの評価の多くは認知課題に対する反応の速さ（反応時間）の向上によって示されてきました。これらの過去の研究では、1回の運動による反応の速さの向上は、運動による覚醒レベルの上昇などに起因するとされてきました。しかし、運動により反応の速さが短縮するメカニズムは明らかではありませんでした。そこで、本研究グループでは脳の神経伝達物質であるドーパミンに着目し、ポジトロン断層法（PET: Positron emission tomography）を用いて運動による脳内のドーパミン遊離を検証しました（図1）。併せて運動中に認知課題（Go/No-Go課題）を行い、反応の速さを認知パフォーマンスの指標として評価し、脳内のドーパミン遊離と認知課題に対する反応の速さとの関係について検証しました。



図 1：ポジトロン断層法の実験

【成果】

まず初めにポジトロン断層法を用いた実験から、一過性の有酸素運動により脳内でのドーパミン遊離がみられることを捉え、さらに運動によるドーパミンの遊離と認知課題に対する反応の速さとの間に有意な相関関係があることを明らかにしました（図 2）。実験 2 として、運動による認知パフォーマンスの向上を引き起こす要因の解明を試みるために、電気刺激を活用した下肢への骨格筋収縮による不随意運動誘発モデルを用いて、骨格筋の運動（筋収縮）に伴う生理的変化が運動による認知パフォーマンスの向上へ及ぼす影響を検証しました。その結果、電気刺激による骨格筋の筋収縮（運動）だけでは認知課題に対する反応の速さに変化はみられませんでした（図 3 上）。そこで、実験 3 では下肢の筋群への電気刺激（不随意運動）に腕エルゴメーター（随意運動）を併用した運動を行うと、認知課題に対する反応の速さの向上がみられました（図 3 下）。したがって、実験 2 と 3 より運動による認知課題に対するパフォーマンスの向上には、骨格筋の収縮に伴う生理的変化だけでは十分とは言い難く、随意運動に伴う脳内の神経活動が必要であることが示唆されました。

以上の結果から、1 回の有酸素運動による認知課題に対する反応の速さ、すなわち認知パフォーマンスの向上には脳内でのドーパミンが関係していること、さらに運動による認知パフォーマンスの向上には随意運動に伴う脳内の神経活動が必要であることが明らかになりました。

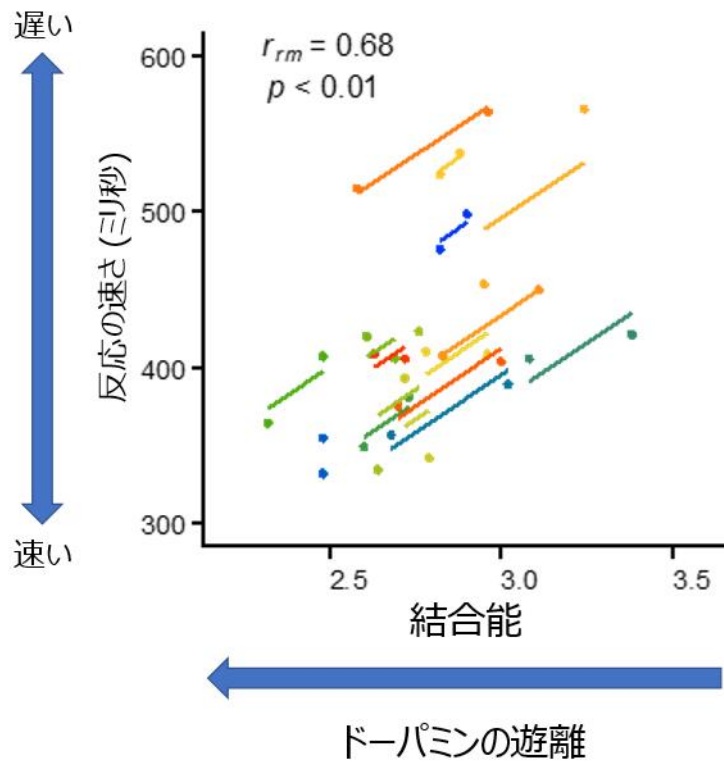
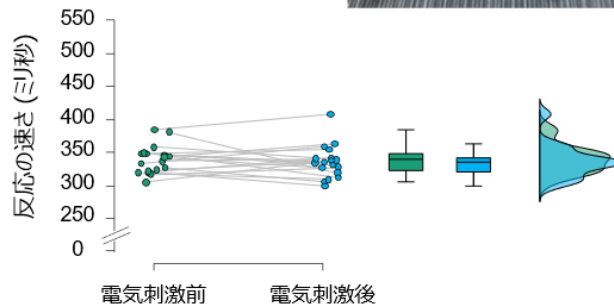
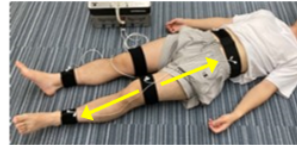


図2：運動による反応時間の速さの短縮と脳内（左尾状核）のドーパミンの遊離量との関係。各プロットは安静時と運動時の個人データを示す。左方向に行けば運動により脳内でドーパミンが遊離したことを示し、下方向に行けば運動により反応の速さが早くなったことを示す。

骨格筋への電気刺激のみ



骨格筋への電気刺激 + 腕エルゴメーター運動

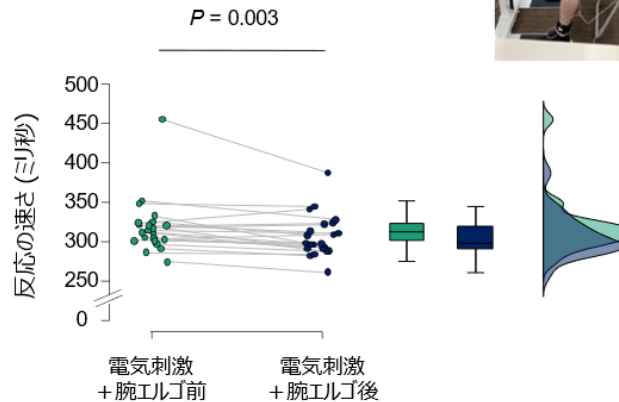


図3上：下肢の骨格筋への電気刺激前後での反応の速さ。電気刺激により、電流は膝から腹・足首の方向に流れる。

図3下：骨格筋への電気刺激と腕エルゴメーターを組み合わせた運動の前後での反応の速さ。運動後に反応の速さに向上がみられた。左は個人のデータ、真ん中はデータの中央値と四分位、右はデータ分布を示す。

【今後の期待】

脳の神経伝達物質であるドーパミンは認知機能や運動制御だけでなく、パーキンソン病、統合失調症、うつ病、注意欠如・多動症を含むいくつかの疾患において重要な役割を担っていることが知られています。本研究から得られた知見は1回の運動による効果を示したものですが、習慣的な運動が脳の健康をもたらすメカニズムの解明につながる可能性があり、引き続き探求が必要な研究課題であると考えられます。

（論文情報）

論文タイトル：The neuromodulatory role of dopamine in improved reaction time by acute cardiovascular exercise

著者：Soichi Ando^{1,2}, Toshihiko Fujimoto³, Mizuki Sudo⁴, Shoichi Watanuki², Kotaro Hiraoka², Kazuko Takeda², Yoko Takagi¹, Daisuke Kitajima⁵, Kodai Mochizuki¹, Koki Matsuura¹, Yuki Katagiri¹, Fairuz Mohd Nasir^{2,6}, Yuchen Lin^{2,7}, Mami Fujibayashi⁸, Joseph T Costello⁹, Terry McMorris^{9,10}, Yoichi Ishikawa², Yoshihito Funaki², Shozo Furumoto², Hiroshi Watabe², Manabu Tashiro²

掲載誌 : Journal of Physiology

DOI : <https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1113/JP285173>

所属

- 1 電気通信大学大学院情報理工学研究科
- 2 東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター
- 3 東北大学高度教養教育・学生支援機構
- 4 明治安田厚生事業団体力医学研究所
- 5 電気通信大学情報理工学域
- 6 University Sultan Zainal Abidin, Malaysia
- 7 Da-Yeh University, Taiwan
- 8 撰南大学農学部
- 9 University of Portsmouth, UK
- 10 University of Chichester, UK

(外部資金情報)

本研究は JSPS 科研費 JP16H03230、JP22H03493、JP16H06278 の助成を受けたものです。

(用語説明)

*1 ポジトロン断層法 (PET)

ポジトロン (陽電子) を放出する核種により標的された化合物を用いて、生体内の代謝、血流や局所の生理学的・生化学的活動の変化を非侵襲的に明らかにするイメージング法

*2 ドーパミン

神経伝達物質の1つであり、認知や意欲、運動制御だけでなく、パーキンソン病、統合失調症、うつ病、注意欠如・多動症などの疾患とも深くかかわっている。

【連絡先】

<研究内容に関すること>

電気通信大学大学院情報理工学研究科 共通教育部

【職名】 准教授

【氏名】 安藤 創一

Tel : 042-553-5583 E-mail : soichi.ando@uec.ac.jp

東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター

【職名】 教授

【氏名】 田代 学

Tel : 022-795-7797 E-mail : manabu.tashiro.a2@tohoku.ac.jp

<報道に関すること>

電気通信大学総務部総務企画課広報係

Tel : 042-443-5019 Fax : 042-443-5887

E-Mail : kouhou-k@office.uec.ac.jp

東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターセンター長

【職名】 教授

【氏名】 渡部 浩司

Tel : 022-795-7803 E-mail : watabe@cyric.tohoku.ac.jp

公益財団法人明治安田厚生事業団体力医学研究所

広報担当：西田 純世

Tel : 042-691-1163 E-mail : pr@my-zaidan.or.jp