

令和 6 年 6 月 28 日現在

機関番号：21502

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K11447

研究課題名（和文）消化管機能・腸内環境の可塑性に与える運動トレーニングの影響

研究課題名（英文）Effects of exercise training on plasticity of gastrointestinal tract function and intestinal environment

研究代表者

加藤 守匡（Kato, Morimasa）

山形県立米沢栄養大学・健康栄養学部・教授

研究者番号：20399330

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は消化管機能及び腸内環境も骨格筋や呼吸・循環器系、代謝・内分泌系そして脳機能と同様に身体可塑性を有するという仮説の検証であり、その視点から運動による消化管機能及び腸内環境の適応メカニズムの解明である。ヒト及びマウスを対象にレジスタンストレーニングを用いて運動トレーニング期間と脱トレーニング期間を設定しその影響を検討した結果、トレーニングに伴う体組成の変化に関連し変容する腸内細菌叢や便中代謝産物が確認された。今後はこうした腸内環境への作用を考慮したレジスタンストレーニングに効果的なサプリメントやトレーニング指標について検討を加えていく。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、運動による消化管機能及び腸内環境がどのように適応するかの解明であり、健常成人及びマウスによるレジスタンストレーニングからトレーニング期間だけでなく脱トレーニング期間も設定して運動トレーニングの影響を検討した。本研究からレジスタンストレーニングによる身体機能の変化には、腸内環境の可塑性も関連することが示唆された。この知見は運動トレーニングによる腸内環境も考慮した栄養摂取条件の探索やより効果的な筋機能改善トレーニング法の確立に意義がある。

研究成果の概要（英文）：The present study is to examine the hypothesis that the gastrointestinal tract function and intestinal environment have the same physical plasticity as skeletal muscles, respiratory and cardiovascular systems, metabolic and endocrine systems, and brain function, and to elucidate the adaptation mechanism of the gastrointestinal tract function and intestinal environment through exercise. We examined the effects of exercise training and de-training periods using resistance training in humans and mice. As a result, intestinal microbiota and metabolites in feces were found to be altered in relation to changes in body composition associated with training. For future studies, we will consider effective supplements and training indexes for resistance training that take account of these effects on the intestinal environment.

研究分野：運動生理学

キーワード：レジスタンストレーニング 脱トレーニング 可塑性 腸内環境

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

運動による骨格筋や呼吸循環器系さらには内分泌、代謝応答への適応は、運動トレーニングにより向上する形態や機能をその後の脱トレーニング期間も評価する身体可塑性から証明してきた。近年は、運動トレーニングによる影響を脳機能も含めて検討されてきており、申請者は高齢者への運動介入及び介入後 1.5 年経過時の脳容積を MRI(核磁気共鳴画像法)から評価し前頭皮質容積の可塑性を明らかにしている (Int J Geriatr Psychiatry.30:2015)。

運動はエネルギーの消費活動でもあり、その消費されたエネルギー補償のためにも運動による消化管機能及び腸内環境に焦点を当てた研究は、食物の消化・吸収やトレーニングに伴うアスリートのコンディショニングのためにも重要と思われる。しかしながら、これまで運動トレーニング後に脱トレーニング期間含め消化管機能及び腸内環境に及ぼす影響は未だ明らかでない。脱トレーニング期間を含めた検討は、アスリートのオフ期や怪我等による不活動状態での栄養の消化・吸収を理解するためにも必要と思われる。

2. 研究の目的

本研究は腸内環境も可塑性を有するという仮説を設定し、レジスタンストレーニングに加えデイトレーニング期間の評価も行い、腸内細菌叢と代謝産物の相互作用から腸内環境の可塑性を検討すると共に体組成や運動機能との関連を明らかにする。

3. 研究の方法

健常女性 20 名を対象に 8 週間のレジスタンストレーニングと 8 週間のデイトレーニングを実施した。レジスタンストレーニングは胸部、背筋、肩、上腕二頭筋、上腕三頭筋、腹筋、大腿四頭筋、大腿二頭筋をターゲットに週 4 回の頻度で実施した。

・器具を用いたトレーニング



・自宅トレーニング

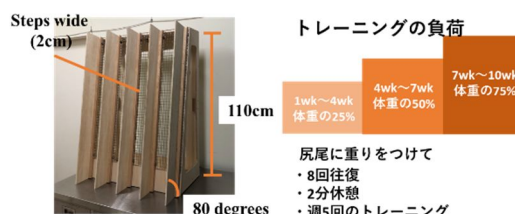


①胸部 (Chest) ②背筋 (Back) ③肩 (Shoulders) ④上腕二頭筋 (Biceps) ⑤上腕三頭筋 (Triceps) ⑥腹筋 (Abdomen) ⑦大腿四頭筋 (Quadriceps) ⑧大腿二頭筋 (Hamstrings)

トレーニング開始前、トレーニング開始 4 週間後、8 週間後、デイトレーニング 4 週間後、8 週間後のポイントで便サンプルを採取し腸内細菌叢及び代謝産物を評価した。また、同じタイミングで Inbody S10 による体組成や運動機能 (等速性脚筋力、握力、最大酸素摂取量、長座体前屈) 心理指標、栄養調査 (食事摂取頻度調査)、血漿サンプルからは血中代謝物質 (CE-TOFMS) と血算を評価した。

実験動物では C57BL/6 雄マウス 5 週齢を 40 匹用いた。1 週間の予備飼育後、2 週間のレジスタンストレーニング学習及び抗生物質摂取群は摂取開始を行いトレーニング開始前 (Pre) の測定を行った後に実験を開始した。実験条件は 4 グループを設定し “レジスタンストレーニング+通常水”、“トレーニング無し+通常水”、“レジスタンストレーニング+抗生物質”、“トレーニング無し+抗生物質” とし各グループは 10 匹とした。

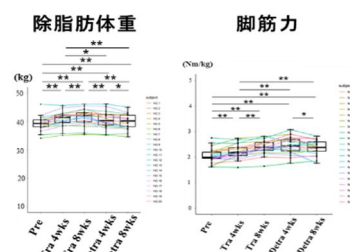
実験プロトコルは 10 週間のレジスタンストレーニング期間とその後 10 週間のデイトレーニング期間で構成し、レジスタンストレーニングは週 5 日の頻度で実施した。測定項目は体重、摂食量、飲水量、体組成 (インピーダンス装置)、腸内細菌叢、便代謝産物、盲腸内容物重量、行動テスト、筋力とした。体重、摂食量、飲水量はトレーニング日に測定を行いその他の項目は Pre、10 週間のトレーニング終了後、10 週間のデイトレーニング後のサンプルで評価を行った。



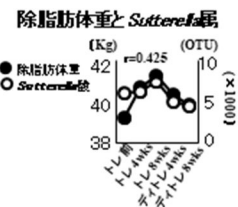
4. 研究成果

健常成人では 8 週間のレジスタンストレーニングにより除脂肪体重は有意に増加し、続く 8 週間のデイトレーニングで有意な低下を示した。また、脚筋力は 8 週間のレジスタンストレーニングで有意な増加を示し、その後のデイトレーニング期間でも有意な増加は維持されていた。

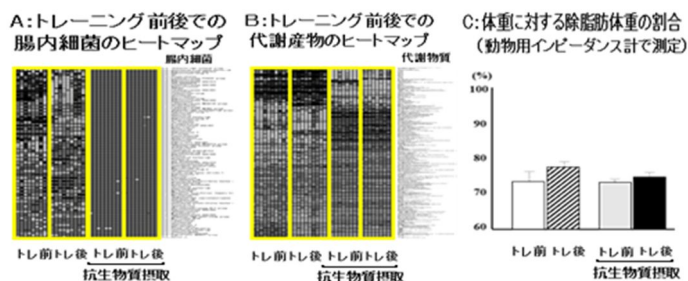
腸内細菌叢は属レベルで 7 種類に便中代謝産物の 8 種類がトレーニング、デイトレーニングに伴い有意な変動を示した。Sutterella 属や Dorea 属などの菌がトレーニング、デイトレー



ニングに伴う体組成変化と関連した変動を示した。トレーニング前、トレーニング後、ディトレーニング後に評価した栄養摂取状況には有意な変化は認められなかった。



また、動物実験からは筋量はレジスタンストレーニングにより抗生物質の有無に関係なく有意な増加を示した。筋量増加率に有意差はないものの、抗生物質投与により筋量増加の割合は低下を示した。”レジスタンストレーニング+通常水”の群ではFDR補正を加えた相関分析の結果、便中代謝産物2種類(オキシコール酸、フマル酸)がトレーニング及びディトレーニングに伴う筋量の変化と関連した変動を示した。



レジスタンストレーニングによる身体機能の変化には、腸内環境の可塑性も関連することが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------