

【緒言】

現在，超高齢社会を迎えている我が国においては，認知症患者の増加が社会問題となっている．認知症の要因の1つとして，脳血流量の低下が挙げられる．一度認知症を発症してしまうと治療は困難であるため，前段階である認知機能低下を予防することが重要である．近年，習慣的な運動が認知機能の低下および脳血流量の低下を抑制することが報告されている．また，この運動による脳血流量の改善には動脈の硬化度（動脈スティフネス）の低下が関与していると報告されている．動脈スティフネスは脳血流量だけでなく，認知機能および認知症との関連も報告されていることから，運動による認知機能改善の機序の1つとして，動脈スティフネスの改善による脳血流量の増加が挙げられる．したがって，動脈スティフネスの改善は脳血流量を増加させ，それに伴い認知機能が向上し，認知症の予防に寄与すると考えられる．

動脈スティフネスは有酸素性運動によって改善されることが報告されている．一方，全身性高強度レジスタンス運動は動脈スティフネスを増加させることが報告されている．動脈スティフネスの増加が脳血流量の低下を招くのであれば，全身性高強度レジスタンス運動は脳血流量を低下させる可能性がある．しかしながら，これまでに全身性高強度レジスタンス運動が脳血流量に及ぼす影響は検討されていない．

また，局所性高強度レジスタンス運動では脳血流量に及ぼす影響が検討されているものの，一致した見解が得られていない．その要因として，運動種目の違いや，中大脳動脈血流速度（Middle Cerebral Artery velocity : MCAv）での検討しかなくされていないことが挙げられる．本研究では内頸動脈（Internal Carotid Artery : ICA）および椎骨動脈（Vertebral Artery : VA）に着目した．ICAおよびVAは脳

へ血液を供給する動脈であり，この2本の動脈の血流量を測定することで総脳血流量とされている．この2本の動脈の血流量によって，レジスタンス運動を行った際に，血流速度ではなく脳血流量がどの程度変化するかを検討すべきである．

そこで本研究では，一過性の全身性レジスタンス運動が脳血流量に及ぼす影響および，脳血流量と動脈スティフネスの関係を明らかにすることを目的とした．

【方法】

被験者は健常な成人男性8名とした．3試行の運動をクロスオーバー法にて行い，試行間には1週間のインターバルを設けた．試行は高強度レジスタンス運動（High-intensity Resistance Exercise : HRE）試行，低強度レジスタンス運動（Low-intensity Resistance Exercise : LRE）試行および有酸素性運動（Aerobic Exercise : AE）試行であった．HRE試行では75%1RMの強度で1セットにつき10回反復し，ベンチプレス，バーベルロウ，スクワットは4セット行い，アームカール，ショルダープレスは3セット行った．LRE試行では，50%1RMの強度でHRE試行と同じ反復回数およびセット数で行った．HRE試行およびLRE試行のセット間と種目間の休息は1分間とした．また，AE試行は60%心拍予備能（Heart Rate Reserve : HRR）の強度を60rpmの頻度で30分間のペダリングを行った．

被験者は，3時間の絶食後に入室した．実験室において，仰臥位安静を20分間保った後に脳血流量，動脈スティフネスの安静時測定を行った．なお，被験者は測定中は仰臥位姿勢を保った．安静時測定後，3試行のいずれかの運動を約30分間行った．回復期測定では，運動終了直後および10分後において，脳血流量と動脈スティフネスの測定を行った．

【結果】

1. 総脳血流量

総脳血流量は AE 試行で運動直後および 10 分後で安静時と比べて有意に高い値を示した (図 1)。対照的に, HRE 試行では運動直後および 10 分後に有意に低値であった。一方で, LRE 試行では総脳血流量には変化が認められなかった。また, AE 試行および LRE 試行では, 運動直後と 10 分後において HRE 試行と比べて有意に高い値を示し, 運動直後では AE 試行と LRE 試行においても有意差が認められた。

2. 動脈スティフネス

β -stiffness index は HRE 試行において運動直後および 10 分後に有意に増加した (図 2)。一方で, AE 試行と LRE 試行では運動前後で変化が認められなかった。また, HRE 試行では運動直後において AE 試行と比較して有意に高値を示し, 運動終了 10 分後においては AE 試行および LRE 試行よりも有意に高値であった。baPWV には変化が認められなかった。

3. 総脳血流量と動脈スティフネスの関係

安静時, 運動直後 (図 3A), 運動終了 10 分後 (図 3B) において, 総脳血流量と β -stiffness index の間に有意な負の相関関係が認められた (安静 : $r=-0.56, p<0.05$. 運動直後 : $r=-0.61, p<0.05$. 運動終了 10 分後 : $r=-0.75, p<0.05$).

【考察】

本研究において, 一過性の全身性高強度レジスタンス運動は総脳血流量を低下させることが明らかになった。

HRE 試行での総脳血流量の低下は PaCO_2 の低下および交感神経の亢進が関連していると考えられる。先行研究において, 高強度レジスタンス運動直後では過換気が生じ, PETCO_2 が低下することが確認されている。また, HRE 試行で脳血流量を低下させたもうひとつの要因として交感神経の亢進が挙げられる。先行研究では高強度レジスタンス運動によって交感神経活動の亢進が確認されている。交感神経の亢進が血管収縮を引き起こし, ひいては脳血流量を低下させたと考えられる。

本研究では PaCO_2 および交感神経活動を測定していないが, また, 総脳血流量と β

-stiffness index の間に負の相関関係が認められた。しかしながら, HRE 試行において, β -stiffness index は著しく変化しているのに対して, 総脳血流量が一定であった (図 3, 4 の赤枠)。したがって, HRE 試行における総脳血流量の低下は動脈スティフネスの変化のみでは説明できないため, その他の要因が関与した可能性が示唆された。

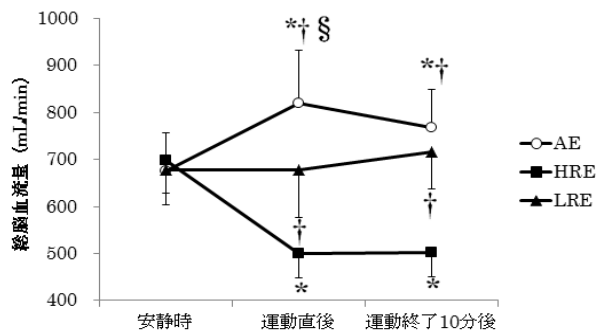


図 1. 総脳血流量の変化

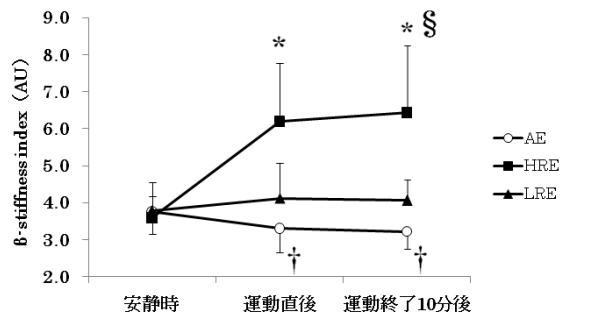


図 2. β -stiffness index の変化

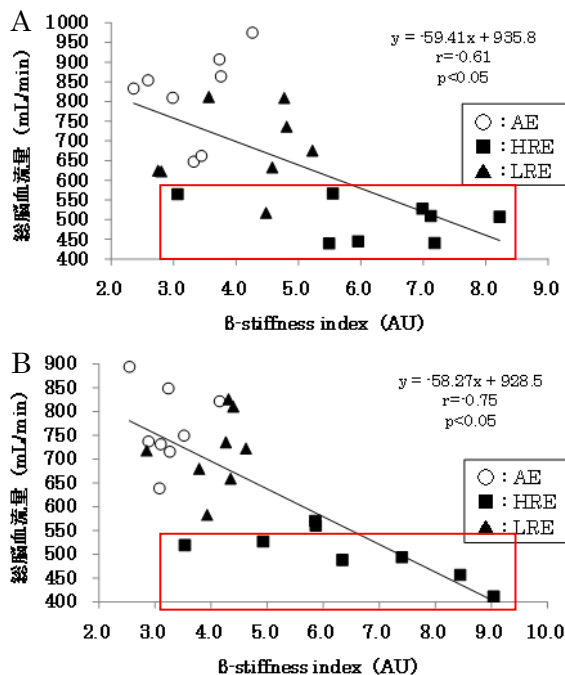


図 3. 運動直後 A) および運動終了 10 分後 B) の総脳血流量と β -stiffness index との相関関係