

平成 21 年 6 月 10 日現在

研究種目：基盤研究 (C)
 研究期間：2005～2008
 課題番号：17500485
 研究課題名 (和文) ウォーキング、速歩によって中高年者の認知機能は維持・向上できるか？
 研究課題名 (英文) Walking and interval walking effects on cognitive in senior and older adults.
 研究代表者
 篠原菊紀 (SHINOHARA KIKUNORI)
 諏訪東京理科大学・共通教育センター・教授
 研究者番号：40310528

研究成果の概要：ウォーキングや速歩によって、中高年の認知機能が維持向上できるのかを調べるために、認知機能テストバッテリーとそのデータベースを構築した。このテストバッテリーを使って、ウォーキングや速歩を行っている中高年者の認知機能を追跡調査したところ、対照群に比し有意な成績向上が認められた。また、ウォーキング、インターバル速歩時の脳活動を多チャンネル NIRS によって計測し、いずれの場合も前頭葉・頭頂葉・側頭葉の活性化が認められた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005 年度	900,000	0	900,000
2006 年度	500,000	0	500,000
2007 年度	500,000	150,000	650,000
2008 年度	200,000	60,000	260,000
総計	2,100,000	210,000	2,310,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学、応用健康科学

キーワード：ウォーキング、インターバル速歩、認知機能、多チャンネル NIRS

1. 研究開始当初の背景

研究開始当初、ウォーキングやジョギングなどが脳や脳機能に与える効果が徐々に示され始めた時期であった。

たとえば、国内では久保田らが、前頭葉、特にブロードマンの 10 野が深く関わることを知られている、遅延課題と GO/NO-GO 課題を組み合わせた入れ子課題を用い、成人を対象として、ジョギングを実施したあと地図を描く課題を続けさせ、これを行わない対照群に比して、入れ子課題の成績が向上することを示した。国外では、Colcombe らが、高齢者に週三回一日 40 分のウォーキングを 6 ヶ月間継続させ、注意力テストの成績向上を示した。さらに彼らは、MRI (核磁気共鳴法) を使ってウォーキング参加者の脳形態を追い、六ヶ月のウォーキング実践後では、前頭葉、

側頭葉などの体積増加、特に、前頭葉の内側面にあり意欲にかかわる前部帯状回の体積増加を指摘した。

われわれも、ウォーキング実習を中心とする健康講座に 5 か月参加した中高年者を対象に調査を行い、前頭葉機能テストのひとつでもあるストループテストの正解率が対照群に比して向上し、またいくつかの認知機能テストで反応時間が短縮することを報告した。

さらに、多チャンネル近赤外線分光法 (Near Infra Red Spectroscopy : NIRS) を用いて、運動時の前頭葉血液量動態を調べた。その結果、リカベントタイプの自転車エルゴサイザーで負荷を増していく場合、40%強度程度までは前頭葉活動がむしろ低下するが、40%強度を超えるあたりから活性化が続くことを示した。また、簡単な筋肉トレーニング

グ、ストレッチングでも前頭葉が活性化することを報告した。

しかし、これらの研究で用いられている認知機能テストは 1-2 種類であり、認知機能を総合的に評価しているとは言い難かった。少なくとも各種提案されている前頭葉機能テストをより取り入れた評価が必要であると考えられた。また、これらの研究では、テストの成績改善が生活感覚の中で、どの程度に位置づけられる出来事なのかが不明であり、比較的大規模なデータベースをつくり、いわゆる脳年齢換算での変動を調べることで、ウォーキング、速歩などによって、認知機能がどの程度若返るのかを示すことが、健康教育上も重要であろうと考えられた。

多チャンネル近赤外線分光法による運動時の脳血液量動態調査も、自転車エルゴサイザーによるものであり、ウォーキングや速歩時のものではなかった。その調査も測定機器の制約から、前頭葉に限局したものであったので、より広範囲に脳活動が計測できる多チャンネル近赤外線分光法装置を用いて、ウォーキング時、インターバル速歩時に近いトレッドミル上での脳活動を調べる必要が考えられた。

2. 研究の目的

そこで本研究の目的は以下とした。

(1) 認知機能テストバッテリーの作成とデータベースの構築

認知機能テストは多種提案されているが、そのうちでも比較的ポピュラーなストループテスト、図形的正誤判断課題、トレイルメイキングテスト、Nバックテスト、かなひろいテスト、GO/NO-GO 課題を集めテストバッテリーを作成する。このテストバッテリーを使ってデータを収集し、いわゆる脳年齢推定を行えるようにする。

(2) 認知機能テストバッテリーによる中高年のウォーキング、速歩実施者の成績調査

上記のテストバッテリーを使って、中高年者でウォーキング、速歩などを行っている人々を対象としてその成績を縦断的に追ひ、ウォーキングや速歩によって中高年者の認知機能が維持・向上できるか検証する。

(3) 多チャンネル近赤外線分光法によるウォーキング、速歩時の脳活動調査

被験者にトレッドミル上でウォーキングやインターバル速歩を行ってもらい、ウォーキング、速歩時の脳血液量動態を調べ、ウォーキング、速歩時に脳が活性化しうるのかを調べる。

3. 研究の方法

以下に研究の方法を示した。

(1) 認知機能テストバッテリーの構築

前頭葉機能テストとして比較的ポピュラーな、赤い色で「あお」と書き、その色を読む「ストループテスト」、二つの図形の位置関係についての叙述の正誤を判断する「図形的正誤判断課題」、ランダムに散らばった数字の位置を覚え数字消失後、小さい順に位置を指す「トレイルメイキングテスト」、言葉をいくつか示し N 個前の言葉を想起させる「N バックテスト」、文章中の「の」の数を数えながら文章中の赤字を覚え、10 文章提示後想起してもらう「かなひろいテスト」、提示刺激を判別してマウスをクリックするかしないかの行動選択をする GO/NO-GO 課題の 6 種のテストからなる認知機能テストバッテリーを作成した。これらのテストはいずれも前頭葉機能テストとして知られ、実際、このテスト実施中の脳活動を調査から、前頭葉、頭頂葉、側頭葉が活性化した。

この認知機能テストバッテリーを、小学生から 70 歳台までの約 700 名に行ってもらい、各テストの正解率、反応時間について因子分析を行い、得点（ゲーム得点）を算出した。次に、この得点と約 700 人の実年齢との関係から、得点を年齢に換算するシステムを構築した。このテストバッテリーの得点と年齢の関係を図 1 に示した。20 代が得点のピークであり、その後低下し、かつ分散が大きくなっていった。この傾向は、他の加齢による認知機能変化の研究でも同様であり、このテストバッテリーと実年齢の関係は妥当なものと考えられた。

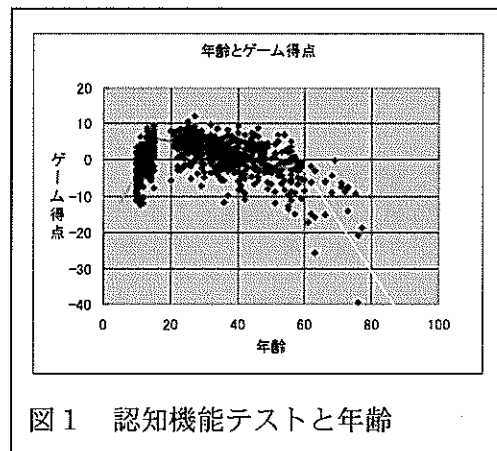


図 1 認知機能テストと年齢

このテストバッテリーは、認知機能変化を評価するためのものなので、テストの繰り返しによる反復効果を除去する必要がある。そのために、被験者に一週間後再テストを実施し、初回脳年齢推定用データベースと二回目脳年齢推定用データベースを作成した。

以下、いずれの場合も一回目の測定は初回脳年齢推定用データベースを参照して脳年齢を算出し、二回目以降は二回目脳年齢推定用データベースを参照して脳年齢を算出し

た。

(2) ウォーキング、速歩実施者の認知機能調査

S市のウォーキング講座およびC市のインターバル速歩講座を主たる調査フィールドとして、上記認知機能テストバッテリーを用いて、講座に参加した中高年者の推定脳年齢を縦断的に追跡調査した。また、C市については対照群を設定して調べた。

なお、インターバル速歩とは、能勢ら松本市熟年体育大学で行っている方法で、2-3分のウォーキングと、2-3分の出来るだけ早く歩く速歩を交互に繰り返すインターバルトレーニングである。能勢らは、中高年者では一年間インターバル速歩を続けると筋力を年齢換算すると約10年若返ると報告している。松本市熟年体育大学では、個々人の運動強度・運動量を個々人が使う「熟大メイト」とサーバーによって管理しており、C市もこのシステムに参加してインターバル速歩を実施している。そのため、本研究でも被験者の運動状態が把握できる。

(3) ウォーキング、速歩時の多チャンネル近赤外線分光法による脳活動調査

まず60歳台のインターバル速歩のベテラン4名と、初心者7名にトレッドミル上で通常ウォーキングを3分行うのを繰り返した場合と、速歩を3分行うのを繰り返した場合を比較した。次に学生を対象として、30分のウォーキング時と30分のインターバル速歩時の脳活動を調べた。いずれの場合も測定機器はfNIRS(島津製作所製)で、測定部位は前頭部から頭頂部にかけての左右44チャンネルとした。

4. 研究成果

以下に研究の結果の概要を示した。

(1) S市の健康講座

S市の健康講座は、ウォーキングを中心とする半年間の講座であった。脳年齢推定は、初回(9月)と最終回(2月)に実施した。

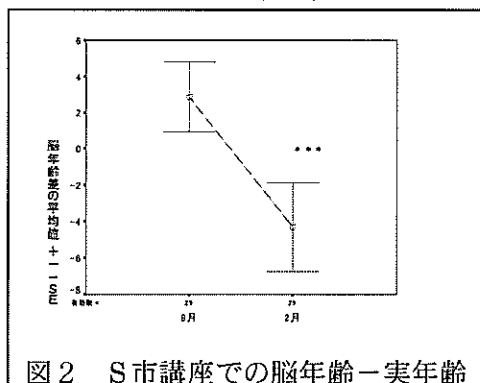


図2 S市講座での脳年齢-実年齢

そのいずれにも参加した29名(実年齢 57.2 ± 5.6 歳)について分析した。初回は初回脳年齢推定用データベースから、最終回は二回

目脳年齢推定用データベースから推定脳年齢を算出した。その結果、初回の推定脳年齢が実年齢に比して、 $+ (2.9 \pm 10.4)$ 歳であったが、最終回では $- (4.3 \pm 13.2)$ 歳となり有意な若返りが認められた(図2)。

なお、ここで言う「若返り」とは、実年齢に比し脳年齢がより小さくなることを指す。以下も同様とする。

(2) C市のインターバル速歩

C市ではインターバル速歩を中心とした健康講座を実施している。インターバル速歩は能勢らが提唱している方法で、2-3分のウォーキングと、出来るだけ早く歩く速歩を交互に繰り返す。

この講座に参加している20名(平均年齢 55.8 ± 8.3 歳)について二年間追跡調査を行ったところ、参加開始6か月で、 $- (2.5 \pm 12.2)$ 歳、12か月で、 $- (7.8 \pm 15.9)$ 歳、18か月で、 $- (15.6 \pm 17.3)$ 歳となったが、12か月目には9人、18か月目には7人と人数が減り、評価できなかった。

また、テストによる繰り返し効果を除去するべく脳年齢推定システムを構築しているものの、S市の場合も含めいくつかのテスト利用から、二回目脳年齢推定用データベースを用いても、若返り傾向が強くと、テストに継続参加する意思を持つこと自体の効果など、除去しきれない要因が考えられた。

(3) 対照群を用いた評価

そこでC市のインターバル速歩への新規参加者を含めて、開始直後、二カ月後、六カ月後の三回、脳年齢推定を行った。また、C市のインターバル速歩非参加者について対照群として同様の調査を実施した。

その結果、対照群でも、 $- (4.7 \pm 14.3)$ 歳 $\rightarrow - (10.4 \pm 14.4)$ 歳 $\rightarrow - (12.6 \pm 14.2)$ 歳と有意な若返りが認められ、この脳年齢推定システムではウォーキング、速歩の効果を純粹に取り出すことは困難であると考えられた。しかし、インターバル速歩群では、 $- (2.5 \pm 10.9)$ 歳 $\rightarrow - (9.1 \pm 12.2)$ 歳 $\rightarrow - 18.1 \pm 10.9$ 歳と、六カ月後では大きく若返り、対照群、三回ともテストを実施したインターバル速歩群59名と対照群49名について分析したところ、時系列変動に群間の有意な差が認められ、二か月後までは群の差が認められないが、六か月後ではインターバル速歩群の方が有意に大きく若返っていることが認められた(図3)。なお図3は、これまでと違い、実年齢-脳年齢で表示したので、バーが正に長いほど脳年齢が若返っていることになる。

また、ここで得られた対照群データを用いて、S市健康講座の再評価を行ったところ、対照群に比し有意な若返りが認められず、C市のインターバル速歩群では半年の実施で、脳年齢換算で7-8歳若返るものと推測された。

以上から、中高年ではインターバル速歩によって認知機能の向上が起こるものと推測された。Ericksonらは、2008年末、これまでの有酸素運動と中高年の認知機能のかかわりをまとめ、中高年者では有酸素運動によって認知機能の向上が起こることは明らかであり、かつ認知機能に深くかかわる前頭葉・側頭葉の灰白質が厚みを増すと結論付けており、ウォーキング群の場合でも、その運動量が完全に把握できれば、有意な若返りが認められるのではないかと考えられた。

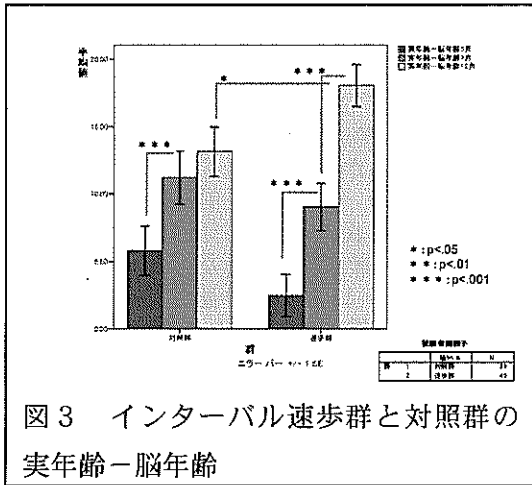


図3 インターバル速歩群と対照群の実年齢-脳年齢

(4) ウォーキングとインターバル速歩時の脳活動

本研究ではMRIなどによる脳形態計測は行っていない。しかし、ウォーキングや速歩と脳活動のかかわりを知るために、多チャンネル近赤外線分光法による脳活動計測は以下のように実施した。

まず60歳代のインターバル速歩のベテラン4名と、初心者7名にトレッドミル上で通常ウォーキングを3分行うのを繰り返した場合と、速歩を3分行うのを繰り返した場合を比較した。その結果、初心者群では速歩によって前頭葉が活性化したが、ベテラン群では通常ウォーキングで活性化した(図4)。

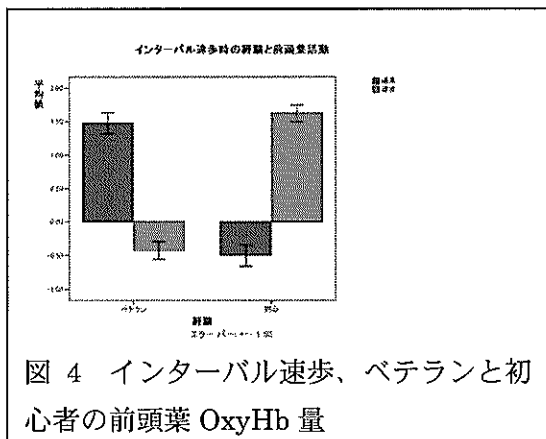


図4 インターバル速歩、ベテランと初心者の前頭葉 OxyHb 量

このことから、インターバル速歩によって初心者でもベテランでも、ウォーキングまたは速歩の場面で前頭葉の活性化が起きると考えられた。その一方で、インターバル速歩にたいする慣れが生じる、もしくはそもそも運動能力が高く順応が早ければ、通常のウォーキングの方が前頭葉が活性化しやすいのではないかと考えられた。

そこで、中高年に比べ順応が早いと思われる学生を対象として、ウォーキングとインターバル速歩の脳活動をより詳細に比較することとした。まず6人の男子学生に30分のインターバル速歩を日を分けて実施してもらい、通常ウォークを基準に速歩時のt値を各チャンネルごとに求めた。その結果、一回目、二回目とも、t値は負で、通常ウォークの方が活性化しており、この結果は中高年のインターバル速歩のベテランの傾向と一致した。また、一回目より二回目でt値が有意に小さくなった(図5)。すなわち、慣れが進むほど速歩時の脳活動が相対的に小さくなることが推測された。

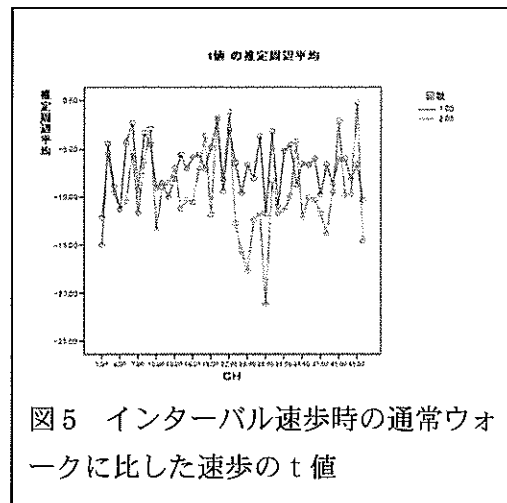


図5 インターバル速歩時の通常ウォークに比した速歩のt値

次に、10名の大学生を対象に30分のインターバル速歩と30分のウォーキングをそれぞれ別日に行ってもらい、前後5分の安静時に比したインターバル速歩、ウォーキング時のt値を求めた。そして、前頭部から頭頂部にかけての測定領域を、左前、左中、左後、右前、右中、右後の6領域に分け、インターバル速歩かウォーキングか(方法)、どの領域か(区分)について分散分析を実施した。

その結果、区分の主効果と、区分と領域の交互作用が認められ、前運動野、運動野、体性感覚野があるとおもわれる左右中でt値が大きく、また、右中でウォーキングの方がt値が大きかった(図6)。しかし、ほとんどの領域で、インターバル速歩でもウォーキングでもt値が正であり、前頭葉、頭頂葉、側頭葉とみられる領域では有意な差が認めら

れなかったので、ウォーキングの方が活性化しやすいとは言えず、ウォーキング、インターバル速歩とも加齢に伴って衰えやすい、前頭葉・頭頂葉・側頭葉の活性化を促すものと推測された。

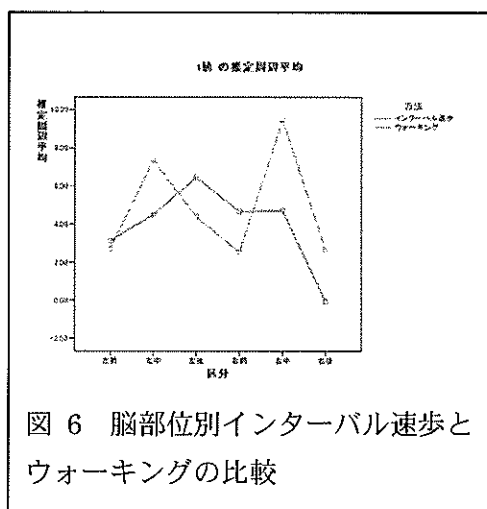


図 6 脳部位別インターバル速歩とウォーキングの比較

以上の結果から、ウォーキング、速歩によって中高年者の認知機能は維持・向上できるものと思われ、インターバル速歩を半年行くと脳年齢換算で 7-8 歳若返るものとおもわれた。

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 7 件)

(1) 篠原菊紀、石井美智雄、東条健志、河合慎太郎、小松勇介、原大仁、柳澤秋孝、寺沢宏次、運動による前頭葉賦活と認知機能向上-近赤外線分光法と認知機能テストバッテリーによる研究-、文理シナジー、9 巻 2 号 72 - 85 頁、査読有、2005

(2) 篠原菊紀、石井美智雄、河合慎太郎、脳テスト、脳イメージングを使った製品・サービス評価、文理シナジー学会平成 18 年度大会研究一般発表要旨集、14 頁、査読無、2006

(3) 中出敬介、張勇、中島弘毅、小林敏枝、広田直子、石井誠、黒岩敏明、五十嵐宏美、石澤美代子、篠原菊紀、柳澤秋孝、寺沢宏次、高齢者健康事業の効果に関する一考察、文理シナジー、10 巻 2 号 105-110 頁、査読有、2006

(4) 篠原菊紀、高橋伸由、栗原紀子、脳年

齢推定システムを使った健康講座評価の試み、文理シナジー平成 19 年春の大会発表要旨集号 14 頁、査読無、2007

(5) 篠原菊紀、芳澤靖仁、河合洋行、高山敏史、栗原紀子、インターバル速歩と脳活動 (1)、文理シナジー平成 19 年秋の大会発表要旨集号 7 頁、査読無、2007

(6) 篠原菊紀、芳澤靖仁、栗原紀子、三好宏岳、柳澤秋孝、寺沢宏次、インターバル速歩と脳活動 (2) ~認知症予防事業への展開に関する考察~、文理シナジー平成 20 年春の大会発表要旨集号 11 頁、査読無、2008

(7) 篠原菊紀、ワーキングメモリと前頭葉とインターバル速歩、文理シナジー学会平成 20 年度秋の大会要旨集、2-3、査読無、2008

〔学会発表〕(計 5 件)

(1) 篠原菊紀、石井美智雄、河合慎太郎、脳テスト、脳イメージングを使った製品・サービス評価、文理シナジー学会、日本アムウェイ、2006,5,19

(2) 篠原菊紀、高橋伸由、栗原紀子、脳年齢推定システムを使った健康講座評価の試み、文理シナジー学会、日本アムウェイ、2007,5,18

(3) 篠原菊紀、芳澤靖仁、河合洋行、高山敏史、栗原紀子、インターバル速歩と脳活動 (1)、文理シナジー学会、日本アムウェイ、2007,11,16

(4) 篠原菊紀、芳澤靖仁、栗原紀子、三好宏岳、柳澤秋孝、寺沢宏次、インターバル速歩と脳活動 (2) ~認知症予防事業への展開に関する考察~、文理シナジー学会、日本アムウェイ、2008,5,16

(5) 篠原菊紀、ワーキングメモリと前頭葉とインターバル速歩、文理シナジー学会、日本アムウェイ、2008、11、4

〔図書〕(計 1 件)

(1) 篠原菊紀、不老脳~40代からの脳のアンチエイジング、全 189、アスキー・メディアワークス、2008

(2) 篠原菊紀、潜在脳の活かし方、全 255、永岡書店、2009

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況（計 0件）

〔その他〕
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

篠原菊紀 (SHINOHARA KIKUNORI)
諏訪東京理科大学・共通教育センター・教授
研究者番号：40310528

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし