

一過性走運動中の音楽聴取が若年女性の単語記憶と気分 に及ぼす急性影響

中野裕史¹⁾ 安藤百恵²⁾ 梅守舞花³⁾

Acute Effects of a Single Bout of Running with Music on Word Memory and Mood in Young Women

Hiroshi Nakano¹⁾ Momoe Ando²⁾ Maika Umemori³⁾

(2015年11月27日受理)

要 約

一過性運動後や音楽聴取後に認知機能が向上することが報告されているが、認知機能に対する両者の相乗効果はよくわかっていない。本研究では、一過性走運動中の音楽聴取が若年女性の単語記憶課題の成績と気分
に及ぼす影響を検討するとともに、パフォーマンスの変化についても検討した。女子大学生を対象に走運動を10分間実施し、運動前後に2次元気分尺度と単語記憶課題の測定を実施した。また、運動直後の脈拍数と走行距離を測定した。その際、音楽なしの走運動(E)、遅いテンポの曲(68 bpm)を室内に流しながらの走運動(ES)、速いテンポの曲(135 bpm)を室内に流しながらの走運動(EF)の3つの運動条件を設定した。また、運動を実施しない安静条件(R)も設定した。その結果、運動直後の脈拍数はE, ES, EFの間で有意差が認められなかった。EFの走行距離はE($p < 0.01$)とES($p < 0.05$)よりも有意に長かった。気分の変化はR, E, ES, EFの間で有意差が認められなかった。単語記憶課題の成績はRよりもE($p < 0.01$), ES($p < 0.05$), EF($p < 0.05$)で有意に向上したものの、E, ES, EFの間で有意差が認められなかった。これらのことから、一過性走運動中の音楽聴取は若年女性の単語記憶課題の成績向上と気分変化に相乗効果がなく、速いテンポの音楽聴取に限ってパフォーマンス向上に効果がある可能性が示唆された。

キーワード：走運動、音楽、テンポ、認知機能、気分、パフォーマンス

緒 言

モーツァルト作曲の2台のピアノのためのソナタ、ニ長調、K.488を10分間聴取した者の空間認識能力が聴取しなかった者よりも向上することから(Rauscherら, 1993)、この現象はモーツァルト効果として広く知られるようになった。しかし現在では、音楽聴取は気分を変化させて認知機能や作業効率に影響を及ぼすと考えられるようになり、この現象は覚醒度・気分仮説と呼ばれている(Schellenberg, 2012)。

認知機能は、一過性運動後にも向上することが知られており(Tomporowski, 2003)、中強度以下の10分間の自転車運動後にストループ課題の成績の向上(Byunら, 2014; Yanagisawaら, 2010)や中強度の15分間の走運動後にストループ課題と単語記憶課題の成績の向上(中野ら, 2014)が認められていることから、認知機能に対する一過性運動と音楽聴取の相乗効果が期待される。

音楽は運動場面でよく用いられており、一過性運動中の音楽聴取の効果として、気分の向上、覚醒度の調節、ディソシエーション(乖離)、主観的運動強度(RPE)の低下、酸素消費量の低下、仕事量の増加、技能獲得の向上、フロー状態、パフォーマンスの向上が挙げられている(KarageorghisとPriest, 2012a, b)ものの、認知機能に対する一過性運動と音楽聴取の相乗効果についてはよくわかっておらず、その報告は、高齢の心臓疾患患者における一過性運動中の音楽聴取で言語流暢性課題の成績向上に相乗効果があること(Emeryら, 2003)、若年者における一過性運動中の音楽聴取でストループ課題の成績に相乗効果がないこと(Changら, 2013)など少数である。

そこで本研究では、認知機能に対する一過性運動と音楽聴取の相乗効果を明らかにするための一端として、一過性走運動中の音楽聴取が若年女性の単語記憶課題の成績と気分とに及ぼす影響を検討するとともに、パフォーマンスの変化についても検討した。

方法

1. 対象者

対象者は測定への同意が得られた女子大学生27名(19.7±0.1歳)であり、抽選でランダムにAグループ(10名)、Bグループ(10名)、Cグループ(7名)の3つに分類した。

2. 測定手順

図1に測定手順を示した。安静または運動による介入前後に気分と単語記憶の測定を実施した。運動として室内での20 m往復走を10分間実施した。その際、音楽なしの走運動(E)、遅いテンポの曲(68 bpm, 手紙, Mr. Children)を室内に流しながらの走運動(ES)、速いテンポの曲(135 bpm, シーソーゲーム, Mr. Children)を室内に流しながらの走運動(EF)の3つの運動条件を設定した。走行距離(m)を測定するため、いずれの条件でも自己ペースで走るように指示した。運動直後に示指、中指、薬指での橈骨動脈の自己触診による脈拍数の測定を1分間行った。脈拍数と心拍数はほぼ等しいため、最大心拍数(HR max)を求める簡易式(220-年齢)を用い、HR maxの運動強度を100%として運動強度を算出した(American College of Sports Medicine, 2011)。また、運動を実施せずに座位にて10分間の講話を聴く安静条件(R)も設定した。運動条件の順序効果を避けるため、AグループはE, ES, EF, Rの順で、BグループはES, EF, E, Rの順で、CグループはEF, E, ES, Rの順で実施し、各条件による測定間隔を1週間とした。

3. 気分

気分の測定には質問紙による二次元気分尺度を用いた(Sakairiら, 2013)。「非常にそう」から「全くそうでない」の6件法により8項目の質問(落ち着いた、イライラした、無気力な、活気にあふれた、リラックスした、ピリピリした、だらけた、イキイキした)から活性度、安定度、快適度、覚醒度の4因子を得点化(-10点~+10点)した。また、介入後の得点から介入前の得点を減じた値を変化量として求めた。

4. 単語記憶

問題用紙に記載されたひらがな3文字からなる単語30個を2分間で覚えさせ、その後2分間で覚えた単語を出来るだけ多く解答用紙に筆記させ、正答数を得点と

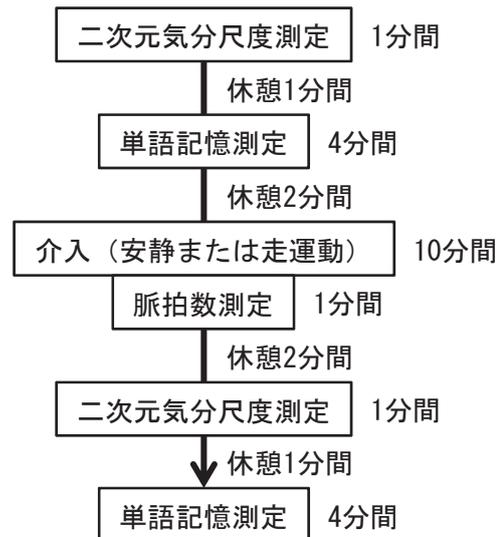


図1 測定手順

した(中野ら, 2014)。また、介入後の得点から介入前の得点を減じた値を変化量として求めた。介入前後、測定条件ごとに単語を変更した8種類の問題用紙を用いたが、課題の難易度に差はない。

5. 統計処理

二次元気分尺度と単語記憶において、介入前後と測定条件を要因とする二元配置分散分析を実施した。また、脈拍数、走行距離、二次元気分尺度と単語記憶の介入前後の変化量において、測定条件を要因とする一元配置分散分析を実施した。多重比較にはいずれもBonferroni法を用いた。統計量は平均値±標準誤差で示し、有意水準は $p < 0.05$ とした。

結果

1. 脈拍数

運動直後の脈拍数(% HR max)は、Eが 132.9 ± 3.6 bpm (65.4 ± 1.5 % HR max)、ESが 128.9 ± 4.5 bpm (66.7 ± 2.1 % HR max)、EFが 135.7 ± 4.7 bpm (67.7 ± 2.4 % HR max)であり、測定条件間に有意差は認められなかった(図2)。

2. 走行距離

走行距離は、Eが 1312.2 ± 29.8 m、ESが 1210.4 ± 53.9 m、EFが 1360.1 ± 35.9 mであり、測定条件間に有意差が認められた($F(2, 52) = 6.7, p < 0.05$)。多重比較の結果、EFの走行距離がE($p < 0.01$)とES($p < 0.05$)よりも有意に長かった(図3)。

3. 気分

活性度の得点において、Rは介入前が -0.3 ± 0.7 点、介入後が 0.0 ± 0.7 点、Eは介入前が -1.8 ± 0.7 点、介入後が 1.6 ± 0.9 点、ESは介入前が -1.3 ± 0.9 点、介入後

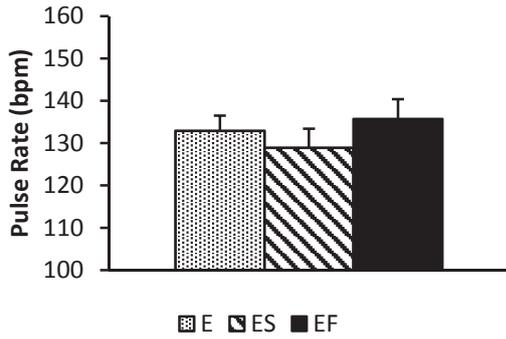


図2 運動直後の脈拍数

E: 運動・音楽なし, ES: 運動・遅いテンポの音楽, EF: 運動・速いテンポの音楽。
測定条件間に有意差なし。

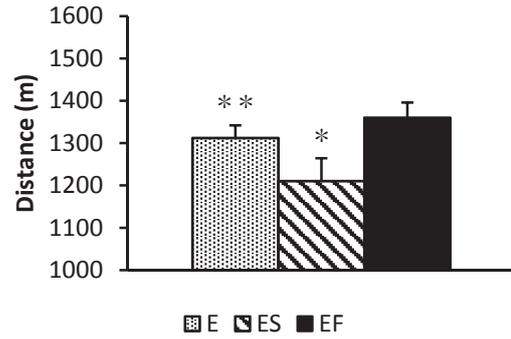


図3 走行距離

E: 運動・音楽なし, ES: 運動・遅いテンポの音楽, EF: 運動・速いテンポの音楽。
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ vs EF。

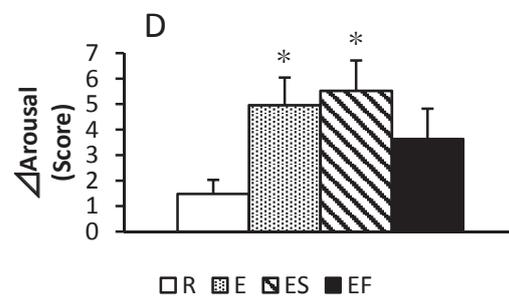
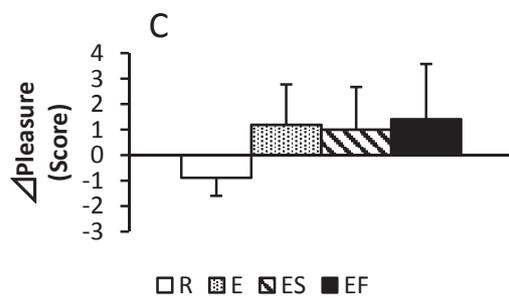
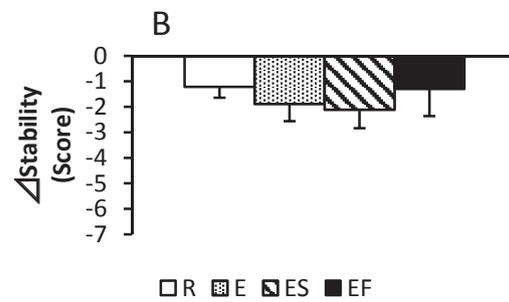
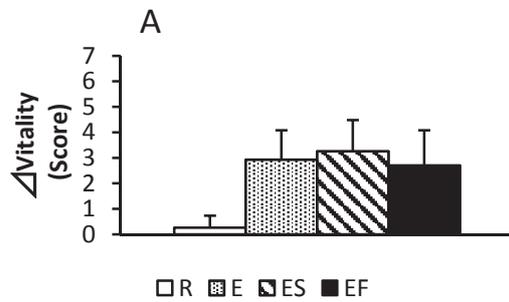


図4 気分における介入前後の変化量

A: 活性度, B: 安定度, C: 快適度, D: 覚醒度。
R: 安静, E: 運動・音楽なし, ES: 運動・遅いテンポの音楽, EF: 運動・速いテンポの音楽。* $p < 0.05$ vs R。

が 2.0 ± 0.9 点, EFは介入前が 0.3 ± 1.0 点, 介入後が 3.0 ± 0.9 点であった。介入前後の主効果が有意であり ($F(1, 26) = 8.9, p < 0.01$), 介入前よりも介入後の得点が有意に高かった ($p < 0.01$)。図4Aに活性度の変化量を示した。Rは 0.3 ± 0.5 点の増加, Eは 2.9 ± 1.1 点の増加, ESは 3.3 ± 1.2 点の増加, EFは 2.7 ± 1.4 点の増加であり, 測定条件間に有意差は認められなかった。

安定度の得点において, Rは介入前が 5.1 ± 0.6 点, 介入後が 3.9 ± 0.6 点, Eは介入前が 3.3 ± 0.7 点, 介入後が 1.4 ± 0.7 点, ESは介入前が 4.3 ± 0.6 点, 介入後が 2.2 ± 0.6 点, EFは介入前が 3.3 ± 0.8 点, 介入後が 2.0 ± 0.7 点であり, 介入前後の主効果 ($F(1, 26) = 8.9, p < 0.01$)

と測定条件の主効果 ($F(3, 78) = 5.3, p < 0.01$) が有意であった。多重比較の結果, 介入前よりも介入後の得点が有意に低く ($p < 0.01$), Rの得点がE ($p < 0.01$) とEF ($p < 0.05$) よりも有意に高かった。図4Bに安定度の変化量を示した。Rは -1.2 ± 0.4 点の低下, Eは -1.9 ± 0.7 点の低下, ESは -2.1 ± 0.7 点の低下, EFは -1.3 ± 1.1 点の低下であり, 測定条件間に有意差は認められなかった。

快適度の得点において, Rは介入前が 4.8 ± 1.1 点, 介入後が 3.9 ± 1.1 点, Eは介入前が 1.5 ± 1.1 点, 介入後が 2.7 ± 1.4 点, ESは介入前が 3.1 ± 1.3 点, 介入後が 4.1 ± 1.4 点, EFは介入前が 3.7 ± 1.4 点, 介入後が 5.1 ± 1.5 点

であり、介入前後の主効果、測定条件の主効果、交互作用のいずれも有意ではなかった。図4Cに快適度の変化量を示した。Rは -0.9 ± 0.7 点の低下、Eは 1.2 ± 1.6 点の増加、ESは 1.0 ± 1.7 点の増加、EFは 1.4 ± 2.2 点の増加であり、測定条件間に有意差は認められなかった。

覚醒度の得点において、Rは介入前が -5.3 ± 0.6 点、介入後が -3.9 ± 0.7 点、Eは介入前が -5.0 ± 0.9 点、介入後が -0.1 ± 0.8 点、ESは介入前が -5.6 ± 0.8 点、介入後が -0.1 ± 0.7 点、EFは介入前が -2.6 ± 1.1 点、介入後が 1.0 ± 0.7 点であり、介入前後の主効果 ($F(1, 26) = 29.8, p < 0.01$)、測定条件の主効果 ($F(3, 78) = 7.4, p < 0.01$)、交互作用が有意であった ($F(3, 78) = 4.3, p < 0.05$)。多重比較の結果、介入後においてRの得点がE ($p < 0.05$)、ES ($p < 0.01$)、EF ($p < 0.01$) よりも有意に低かった。また、すべての測定条件において介入前よりも介入後の得点が有意に高かった ($p < 0.01$)。図4Dに覚醒度の変化量を示した。Rは 1.5 ± 0.5 点の増加、Eは 5.0 ± 1.1 点の増加、ESは 5.5 ± 1.2 点の増加、EFは 3.6 ± 1.2 点の増加であり、測定条件間に有意差が認められた ($F(3, 78) = 4.3, p < 0.05$)。多重比較の結果、RよりもE ($p < 0.05$) とES ($p < 0.05$) が有意に増加した。

4. 単語記憶

単語記憶の得点において、Rは介入前が 20.6 ± 0.9 点、介入後が 18.9 ± 0.9 点、Eは介入前が 16.4 ± 1.0 点、介入後が 17.6 ± 1.0 点、ESは介入前が 17.9 ± 1.0 点、介入後が 19.0 ± 1.0 点、EFは介入前が 16.6 ± 1.0 点、介入後が 17.9 ± 1.0 点であり、交互作用が有意であった ($F(3, 78) = 4.9, p < 0.01$)。多重比較の結果、介入前においてRの得点がE ($p < 0.01$)、ES ($p < 0.05$)、EF ($p < 0.01$) よりも有意に高かった。また、Rにおいて介入前よりも介入後の得点が有意に低く ($p < 0.01$)、Eにおいては介入前よりも介入後の得点が有意に高かった ($p < 0.05$)。図5に単語記憶の変化量を示した。Rは -1.7 ± 0.6 点の低下、Eは 1.2 ± 0.6 点の増加、ESは 1.1 ± 0.8 点の増加、EFは 1.3 ± 0.8 点の増加であり、測定条件間に有意差が認められた ($F(3, 78) = 4.9, p < 0.01$)。多重比較の結果、RよりもE ($p < 0.01$)、ES ($p < 0.05$)、EF ($p < 0.05$) が有意に増加した。

考 察

本研究では、若年女性を対象に自己ペースでの一過性走運動中の遅いテンポと速いテンポの音楽聴取が単語記憶課題の成績、気分、パフォーマンスに及ぼす影響を検討した。その結果、本測定条件において、一過性走運動により単語記憶課題の成績向上と気分変化傾向がみられ

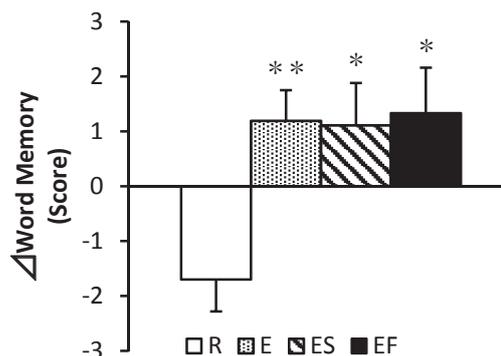


図5 単語記憶における介入前後の変化量

R: 安静, E: 運動・音楽なし, ES: 運動・遅いテンポの音楽, EF: 運動・速いテンポの音楽
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ vs R.

るものの、一過性走運動中の音楽聴取は単語記憶課題の成績向上と気分変化に相乗効果がないことが示唆された。さらに、一過性走運動中の音楽聴取は遅いテンポではパフォーマンス向上に効果がないものの速いテンポではパフォーマンス向上に効果があることが示唆された。

E, ES, EFのいずれの運動条件とも運動後の脈拍数に差が認められず、ほぼ同一の運動強度であったにもかかわらず、EFの走行距離がEとESよりも有意に長かったことから、一過性走運動中の速いテンポの音楽聴取は、他の2つの運動条件と生理的負荷が同じままでより高いパフォーマンスを発揮させる効果があると考えられる。先行研究においても80% HR maxの同一強度で20分間の自転車運動中の音楽聴取により走行距離が長くなる効果がみられること (Elliottら, 2005)、最大予備心拍数の75%の同一強度で歩行中の音楽聴取により疲労困憊に至るまでの歩行時間が長くなる効果がみられること (Karageorghisら, 2009) から、生理的負荷が同一の場合、一過性運動中の音楽聴取はより高いパフォーマンスを発揮させる効果があると考えられる。一方、生理的負荷を規定しない場合、10分間の走運動中の音楽聴取により心拍数、酸素消費量、RPEが低下する効果がみられること、つまり、呼吸循環器系への生理的負荷の減少が報告されている (Savithaら, 2013)。したがって、本測定条件において一過性走運動中の速いテンポの音楽聴取は循環機能に影響することによってパフォーマンスを向上させたことが推察される。興味深いことに、ESにおいて脈拍数 (128.9 bpm) と音楽のテンポ (68 bpm) は一致していないものの、EFにおいては脈拍数 (135.7 bpm) と音楽のテンポ (135 bpm) が一致している。一過性走運動中の音楽聴取によるパフォーマンス向上の効果が、遅いテンポに認められず速いテンポに認められたのは、生体リズムと音楽のテンポの同期にそ

の理由があるのかもしれない。この点については今後の検討課題である。

本測定条件での運動強度は、いずれの運動条件も中強度運動に相当すると考えられる。若年女性を対象とした先行研究において、RPEが11~13の中強度の15分間の走運動によって単語記憶課題の成績が向上することが報告されている(中野ら, 2014)。本研究においても一過性走運動により単語記憶課題の成績向上が認められたが、音楽聴取による相乗効果は認められなかった。覚醒度・気分仮説に従えば、音楽聴取は気分を変化させて認知機能に影響を及ぼすと考えられる。本研究において活性度の変化量はRと比較してE, ES, EFで増加傾向にあったものの(それぞれ866.7%, 1000.0%, 800.0%), 運動条件間には差が認められなかった。さらに、覚醒度の変化量はRと比較してE, ESで有意に増加(それぞれ233.3%, 266.7%)し、EFでも140%増加傾向にあったものの、運動条件間に差が認められなかった。このように、一過性走運動による気分の向上傾向に音楽聴取の相乗効果が生じなかったため、単語記憶課題の成績向上にも相乗効果が認められなかったと推察される。

本研究で用いた音楽は日本のポップミュージックであったが、この音楽自体に対する認知度、嗜好性等が単語記憶課題の成績と気分に関与していた可能性が考えられる(Schellenberg, 2012)。残念ながら、この点については調査していないため、運動による認知機能と気分変化に相乗効果をもたらす至適音楽が存在する可能性が残されたままである。また、本研究で用いた認知課題は単語記憶課題であるが、他の認知課題においては異なる相乗効果がみられるかもしれない。さらに、脈拍数の測定を運動直後に自己触診で行っているため、運動強度の算出に誤差が生じていた可能性は否定できない。これらは本研究の限界点であり、今後も様々な測定方法と条件を検討する必要がある。

文 献

American College of Sports Medicine (日本体力医学会体力科学編集委員会 監訳): 運動処方指針原書第8版. 南江堂, 東京, 2011.

Byun K, Hyodo K, Suwabe K, Ochi G, Sakairi Y, Kato M, Dan I, Soya H: Positive effect of acute mild exercise on executive function via arousal-related prefrontal activations: an fNIRS study. *NeuroImage*, 98: 336-345, 2014.

Chang H, Kim K, Jung YJ, Ahn NR, So WY, Kato M: Effects of blood flow to the prefrontal cortex on high-intensity exercise combined with high-decibel music. *J Exerc Nutrition*

Biochem, 17: 115-122, 2013.

Elliott D, Carr S, Orme D: The effect of motivational music on sub-maximal exercise. *Eur J Sport Sci*, 5: 97-106, 2005.

Emery CF, Hsiao ET, Hill SM, Frid DJ: Short-term effects of exercise and music on cognitive performance among participants in a cardiac rehabilitation program. *Heart Lung*, 32: 368-73, 2003.

Karageorghis CI, Mouzourides DA, Priest DL, Sasso TA, Morrish DJ, Walley CJ: Psychophysical and ergogenic effects of synchronous music during treadmill walking. *J Sport Exerc Psychol*, 31: 18-36, 2009.

Karageorghis CI, Priest DL: Music in the exercise domain: a review and synthesis (Part I). *Int Rev Sport Exerc Psychol*, 5: 44-66, 2012a.

Karageorghis CI, Priest DL: Music in the exercise domain: a review and synthesis (Part II). *Int Rev Sport Exerc Psychol*, 5: 67-84, 2012b.

中野裕史, 構美咲, 川本沙也加, 城戸佐智子: 走, 跳, 投捕運動の相違が認知課題成績に及ぼす影響. *中村学園紀要*, 46: 159-163, 2014.

Rauscher FH, Shaw GL, Ky KN: Music and spatial task performance. *Nature*, 365: 611, 1993.

Sakairi Y, Nakatsuka K, Shimizu T: Development of the Two-Dimensional Mood Scale for self-monitoring and self-regulation of momentary mood states. *Jpn Psychol Res*, 55: 338-349, 2013.

Savitha D, Sevil TV, Rao S, Roshan CJ, Roshan CJ: The effect of vocal and instrumental music on cardio respiratory variables, energy expenditure and exertion levels during sub maximal treadmill exercise. *Indian J Physiol Pharmacol*, 57: 159-68, 2013.

Schellenberg EG: Conganitive performance after listening to music: a review of the Mozart effect. In: *Music, Health, and Wellbeing* (MacDonald RAR, Kreutz G, Mitchell L, eds.), Oxford Univ Press, Oxford, UK, 2012.

Tompsonowski PD: Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta Psychol*, 112: 297-324, 2003.

Yanagisawa H, Dan I, Tsuzuki D, Kato M, Okamoto M, Kyutoku Y, Soya H: Acute moderate exercise elicits increased dorsolateral prefrontal activation and improves cognitive performance with Stroop test. *NeuroImage*, 50: 1702-1710, 2010.