

平成 30 年 6 月 14 日現在

機関番号：25406

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01560

研究課題名(和文) スポーツ活動の運動様式・強度・実施時間帯が睡眠時の血圧及び睡眠に及ぼす影響

研究課題名(英文) Effects of different exercise modes, intensity, and timing on the following nocturnal sleep and its haemodynamic response

研究代表者

三浦 朗 (Akira, Miura)

県立広島大学・人間文化学部・教授

研究者番号：30190581

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：「スポーツ活動の運動様式・強度・実施時間帯が睡眠時の血圧及び睡眠に及ぼす影響」について検討した結果、以下のことが明らかになった。遅い午後または夜間の運動実施は、運動の様式(自転車運動、テニス)に関係なく、運動習慣のない正常血圧の成人において、運動を行わない日に比べて、睡眠時の血圧を低下させる可能性が示唆された。このことは、遅い午後や夜間に運動を実施すると、運動後低血圧の影響が就寝時にまで及ぶ可能性を示唆している。また、運動の実施は、実施時間帯(午前中、夜間)及び運動の様式(自転車運動、テニス、フットサル、レジスタンス運動)に関係なく、同日の夜の睡眠の量あるいは質を改善する可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：We determined effects of different exercise mode, intensity, and timing on the blood pressure (BP), sleep quality and quantity during nocturnal sleep. When moderate cycling exercise was performed in evening, systolic BP during nocturnal sleep was lower than that for control condition (i.e., without exercise: C). When tennis was performed in evening, mean and diastolic BPs were lower than that in C condition. Compared to C condition, sleep onset latencies were shorter for moderate cycling and playing tennis in morning. Wake time after sleep onset was shorter for playing tennis in evening than that in C condition. Compared to C condition, sleep onset latency was shorter for playing futsal in night. Percentage of slow wave sleep was larger for resistance training in night than that in the C condition. These findings suggested that sports activities in evening and night could have a residual effect on haemodynamics (i.e. prolongation of post exercise hypotension) in nocturnal sleep.

研究分野：スポーツ科学関連

キーワード：運動 血圧 睡眠 運動後低血圧 睡眠時血圧 運動様式 運動強度 運動実施時間帯

1. 研究開始当初の背景

1) 「血圧に対する運動の急性効果と慢性効果」

全身性の動的運動を1時間程度行くと、運動後の血圧は運動前の安静値より数時間にわたって低下するという現象が認められ、運動後低血圧 (post-exercise hypotension: PEH) と呼ばれている (Halliwill によるレビュー, 2001)。また一般に、長時間の有酸素運動を習慣的に繰り返し行くと、日常の血圧値は薬理的作用に頼ることなく低下することは広く認められている。つまり、運動による降圧作用は、「1回の運動で認められる急性の効果」と「習慣的トレーニングによる慢性の効果」の2つがあることになる。しかし、この急性効果から慢性効果 (急性効果の定着) への移行機序についてはその詳細が明らかにされているとは言えないのが現状である。仮説として、1回の運動で認められる急性効果 (PEH) が何度も繰り返されることにより、慢性的な血圧低下が定着してくると考えることができる。そういった観点から、PEHは運動後1-2時間程度持続する急性効果であるが、この後の期間である亜急性期、特にその夜の睡眠中の血圧について興味を持たれる。

2) 「睡眠に対する運動の効果における運動の様式・強度・実施時間帯」

平成23年国民健康・栄養調査によると「ここ1ヶ月間、眠れないことが頻繁にあった者」の割合は男性が13.2%、女性13.6%で、これに「ときどきある者」の割合を含むと男女とも50%にも及ぶことが報告されている。快眠法のひとつに定期的な運動があげられ、運動をした夜は「よく眠ることができる」と一般に考えられている。疫学調査によれば、定期的な運動が睡眠に恩恵的效果をもたらすとされる結果が多いが、実際に運動を行った日の夜の睡眠への急性効果について、必ずしも明らかになっているというわけではない (Youngstedt の総説, 2005)。

夜間睡眠への運動の効果を考える場合、その運動の内容 (様式と強度) と実施時間帯は大きく影響すると考えられる。過去の研究では、同一被検者に対して、運動をした日の夜としなかった日の夜の検討が多く、同一被検者に、運動の様式・強度と実施時間帯を体系的に組み合わせた検討はなされていない。また、運動様式は多様であり、たとえばウォーキング、ジョギング、サイクリングといった運動は、比較的単調な動きをする運動であり、テニスやサッカー、フットサルなどの球技は、高度に認知判断を伴う運動である。単調な動きであっても、レジスタンス運動はその強度において違った意味合いを持つ。運動・スポーツ活動は筋内の受容体を通じて中枢神経系の機能に影響を与えている。たとえば、脳が興奮状態にある人の場合、スポーツの様式によってその興奮が亢進されることもあれば、反対に中枢神経系の鎮静を強めてしまう

こともある。しかし、運動様式が睡眠に及ぼす影響については、ほとんど明らかにされていないのが現状である。

2. 研究の目的

そこで本研究では、平成27年度は、「睡眠と睡眠時の血圧に及ぼす運動実施時間帯と運動強度の影響」について、平成28年度は、「睡眠と睡眠時の血圧に及ぼす運動実施時間帯と運動様式の影響」について、平成29年度は、「夜間に運動を実施した日の睡眠と睡眠時の血圧」を検討することとする。

3. 研究の方法

平成27年度

(実験1) 被験者は、習慣的な運動を実施していない成人男女11名 (20 - 22歳) であった。各被験者は低強度 (50% HHR) の一定負荷自転車エルゴメーター運動を、午前9時開始又は午後5時30分開始で、運動時間は60分行った。低強度脚自転車運動実施日とコントロール日の夜に、総睡眠時間・中途覚醒時間・睡眠効率・入眠潜時、自律神経系緊張度の評価と REM・non-REM 浅い・深い睡眠の3段階の同定、睡眠中の血圧を測定した。(実験2) 被験者は、習慣的な運動を実施していない成人男女11名 (20 - 22歳) であった。各被験者は低強度 (50% HHR) の一定負荷自転車エルゴメーター運動を40分間、高強度運動 (70% HHR) を20分間、別々の日の午後5時30分から実施した。測定項目は実験1と同様とした。

平成28年度

(実験1) 被験者は、硬式テニス部員男女13名 (18 - 22歳) であった。各被験者は、テニスを午前中に実施した日、午後実施した日、実施しなかった日の夜に、総睡眠時間・中途覚醒時間・睡眠効率・入眠潜時、自律神経系緊張度の評価と REM・non-REM 浅い・深い睡眠の3段階の同定、睡眠中の血圧を測定した。なお、実施したテニスの内容は、ウォーミングアップ、ハーフコートのラリー、サーブ、レシーブ、ゲーム (ダブルス)、クールダウンで構成される2時間30分の練習であった。午前の練習は10時から13時、午後の練習は15時から18時の間に行った。(実験2) 軽度本態性高血圧患者を含むテニス愛好者の中年男性6名 (53 - 54歳) が本実験に参加した。各被験者は、テニスを実施した日と実施しなかった日の夜に、実験1と同様の測定を行った。実施したテニスの内容も実験1と同様であった。

平成29年度

(実験1) 被験者は、大学生フットサル部員男女13名であった。フットサルを夜間 (18時から21時) に実施した日、実施しなかった日 (コントロール日) の夜に、総睡眠時間・中途覚醒時間・睡眠効率・入眠潜時、

自律神経系緊張度の評価と REM・non-REM 浅い・深い睡眠の3段階の同定、睡眠中の血圧を測定した。

実験2)被験者は、レジスタンス運動を行う習慣のある(経験34年)健康な男性7名(23-57歳)であった。各被験者は、レジスタンス運動(10~20RM, 5~10回×3セット, レッグプレス, ベンチプレス, デッドリフト)実施日と実施しなかった日の夜に、実験1と同様の測定を行った。

4. 研究成果

平成27年度

(実験1)「低強度自転車運動の実施時間帯がその日の夜間の睡眠や血圧に及ぼす影響」

・低強度自転車運動を午前に実施すると、コントロール日より睡眠効率が向上する傾向があった。

・午前実施日は午後実施日よりも入眠潜時が有意に短縮した。

・就寝前の値に対する睡眠中の血圧の最低値との差をみると、収縮期血圧において、午後実施日はコントロール日より大きくなる傾向がみられ、交感神経系緊張度は、午後実施日はコントロール日より有意に低下した。

これらのことから、午前中に低強度の自転車運動を1時間実施すると睡眠が改善する可能性が示唆される。また、遅い午後(17時30分)に運動を実施すると夜間の収縮期血圧の低下が大きくなることが示唆された。

(実験2)「遅い午後に実施する運動強度がその日の夜間の睡眠や血圧に及ぼす影響」

・入眠潜時において、低強度運動実施日は高強度運動実施日より有意に短縮した。

・高強度運動実施日は、コントロール日よりも中途覚醒回数が多くなる傾向があった。

これらのことから、運動習慣のない成人においては、遅い午後の低強度の運動は寝つきをよくするが、高強度運動の実施は中途覚醒を引き起こす可能性が示唆された。

平成28年度

(実験1)「テニスを実施する時間帯がその日の夜間の睡眠や血圧に及ぼす影響」

・午前実施日において、コントロール日と比較して入眠潜時および中途覚醒時間の有意に短縮した。

・睡眠時の血圧については、午前実施日と午後実施日ともに、コントロール日と比較して、平均血圧の睡眠中全体の平均値に有意に低下した。

・午後実施日では、収縮期血圧においても、睡眠中全体の平均値に有意に低下した。

これらのことから、午前中にテニスを実施すると睡眠が改善する可能性が示唆された。

このことは、平成27年度の実験1「午前中の自転車運動実施」においても同様の結果が得られており、午前中の運動の実施は、その日の夜の睡眠に恩恵的な効果をもたらす

可能性が示唆された。

血圧については、午後のテニス実施が、睡眠時の収縮期血圧の平均値を低下させた。このことは、平成27年度の実験1「午後の自転車運動実施」においても同様の結果が得られていることから、午後の運動の実施は、その日の夜の血圧の低下に効果をもたらす可能性が示唆された。

(実験2)「軽度の本態性高血圧患者を含む中年男性を対象とした、午後のテニスの実施がその日の夜間の睡眠や血圧に及ぼす影響」

・睡眠中の血圧の平均値を、テニス実施日とコントロール日で比較したところ、就寝中の拡張期血圧、平均血圧において、テニス実施日は、コントロール日に比べて有意に低い値を示した。

・収縮期血圧においては、テニス実施日はコントロール日に比べて低い傾向がみられた。

・睡眠の量や質に関するパラメーターは、テニス実施日とコントロール日の間に有意な差は認められなかった。

これらのことから、午後のテニスの実施は、軽度の中年本態性高血圧患者の睡眠時の血圧の低下を増大させることが明らかになった。

平成29年度

(実験1)「夜間のフットサル実施がその日の夜間の睡眠や血圧に及ぼす影響」

・フットサル実施日は、コントロール日より入眠潜時が短くなる傾向があった。

・昼間の平均血圧に対して、就寝前の平均血圧は、フットサル実施日において有意に低下した。

(実験2)「夜間のレジスタンス運動実施がその日の夜間の睡眠や血圧に及ぼす影響」

・総睡眠時間に対する深いnon-REM睡眠の時間の割合は、コントロール日と比較してレジスタンス運動実施日において増大する傾向があった。

上記の実験1および実験2より夜間の運動実施は、運動様式にかかわらず、寝つきがよくなる、深い睡眠時間が増大するなど、睡眠を改善する可能性が示唆された。

今後の課題として、夜間の運動実施による体温上昇とその後の睡眠との関連性について興味を持たれる。

夜間の運動実施は、就寝前の血圧を低下させる可能性が示唆された。このことは、夜間に運動を実施すると、運動後低血圧の影響が就寝時にまで及ぶ可能性を示唆している。

<まとめ>

「スポーツ活動の運動様式・強度・実施時間帯が睡眠時の血圧及び睡眠に及ぼす影響」について検討した結果、以下のことが明らかになった。遅い午後の運動の実施は、運動の様式(自転車運動, テニス)に関係なく、運動習慣のない正常血圧の成人において、運動を

行わない日に比べて、睡眠時の血圧を低下させる可能性が示唆された。このことは、午後や夜間に運動を実施すると、運動後低血圧の影響が就寝時にまで及ぶ可能性を示唆している。また、運動の実施は、実施時間帯（午前中、夜間）及び運動の様式（自転車運動、テニス、フットサル、レジスタンス運動）に関係なく、その日の夜の睡眠に改善をもたらす可能性が示唆された。

<引用文献>

1) Halliwill JR. Mechanisms and clinical implications of post-exercise hypotension in humans. *Exerc Sport Sci Rev.* 2001 Apr;29(2):65-70.

2) Youngstedt SD. Effects of exercise on sleep. *Clin Sports Med.* 2005 Apr;24(2):355-65, xi.

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 4 件)

1) Miura A, Myouken S, Yamada M, Fujihara C, Miura K, Kashima H, Eguchi K, Endo MY, Koga S, Fukuba Y. Effects of aerobic exercise in early evening on the following nocturnal sleep and its haemodynamic response. *Res Sports Med.* 2016;24(1):16-29.

doi: 10.1080/15438627.2015.1076415.

（査読有）

2) Endo MY, Fujihara C, Miura A, Kashima H, Fukuba Y. Effects of meal ingestion on blood pressure and regional hemodynamic responses after exercise. *J Appl Physiol* (1985). 2016 Jun 1;120(11):1343-8.

doi: 10.1152/jappphysiol.00842.2015.

（査読有）

3) Kashima H, Uemoto S, Eguchi K, Endo MY, Miura A, Kobayashi T, Fukuba Y. Effect of soy protein isolate preload on postprandial glycemic control in healthy humans. *Nutrition.* 2016 Sep;32(9):965-9.

doi: 10.1016/j.nut.2016.02.014.

（査読有）

4) Kashima H, Harada N, Miyamoto K, Fujimoto M, Fujita C, Endo MY, Kobayashi T, Miura A, Fukuba Y. Timing of postexercise carbohydrate-protein supplementation: roles of gastrointestinal blood flow and mucosal cell damage on gastric emptying in humans. *J Appl Physiol* (1985). 2017 Sep 1;123(3):606-613.

doi: 10.1152/jappphysiol.00247.2017.

（査読有）

〔学会発表〕(計 4 件)

三浦朗, 頼政綾乃, 左口瑠衣子, 藤元将樹, 鍛島秀明, 遠藤(山岡)雅子, 福場良之. 有酸素性運動トレーニングが睡眠と睡眠時の血圧に及ぼす影響. 第 71 回日本体力医学会, 盛岡, 2016 年 9 月

鍛島秀明, 原田奈緒, 藤元将樹, 江口航平, 遠藤(山岡)雅子, 三浦朗, 福場良之. 運動後栄養飲料摂取のタイミングが消化管血流および胃排出に及ぼす影響. 第 71 回日本体力医学会, 盛岡, 2016 年 9 月

三浦朗, 藤元正樹, 鍛島秀明, 遠藤(山岡)雅子, 福場良之. 運動の強度と実施時間帯が睡眠と睡眠時の血圧に及ぼす影響. 第 72 回日本体力医学会, 松山, 2017 年 9 月

鍛島秀明, 杉村佳南, 藤元正樹, 近藤留未, 谷本昌太, 遠藤(山岡)雅子, 三浦朗, 福場良之. 運動後栄養摂取のタイミングが消化吸収速度に及ぼす影響 - 高強度レジスタンス運動による検討 - 第 72 回日本体力医学会, 松山, 2017 年 9 月

〔その他〕(計 2 件)

1) Akira Miura, Ayano Yorimasa, Ruiko Saguti, Masaki Fujimoto, Masako Y Endo, Hideaki Kashima, Yoshiyuki Fukuba. Effects of aerobic exercise training on the nocturnal sleep and its blood pressure response. *J Physiol Fitness and Sports Med.* 2016;5(6):499

2) Akira Miura, Masaki Fujimoto, Masako Y Endo, Hideaki Kashima, Yoshiyuki Fukuba. Effects of exercise intensity and timing on the following nocturnal sleep and its haemodynamic response. *J Physiol Fitness and Sports Med.* 2017;6(6):503

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三浦朗 (MIURA Akira)

県立広島大学・人間文化学部・健康科学科・教授

研究者番号：30190581

(2) 連携研究者

福場良之 (FUKUBA Yoshiyuki)

県立広島大学・人間文化学部・健康科学科・教授

研究者番号：00165309

山岡 雅子 (YAMAOKA Masako)

県立広島大学・人間文化学部・健康科学
科・准教授
研究者番号：30336911