

一過性睡眠制限における嫌気性代謝閾値時のエネルギー代謝・呼吸・循環指標の関連性について

大谷信彰¹⁾, 内藤紘一^{1) 2)}, 笠井祐哉¹⁾, 関谷賢幸¹⁾
大星希美¹⁾, 藤本昌央^{1) 2)}, 成田亜希^{1) 2)}

- 1) 白鳳短期大学 専攻科 リハビリテーション学専攻
- 2) 白鳳短期大学 総合人間学科 リハビリテーション学専攻

キーワード：一過性睡眠制限・心配運動負荷試験・嫌気性代謝閾値

はじめに

運動療法を安全かつ効果的に行うための運動処方としてFITTが重要とされている¹⁾。しかし適切な運動処方を作成する際に、FITTの要素以外にも重要な要素が存在する可能性があると考えられる。例えば睡眠である。現代の日本人の多くが慢性的な睡眠不足に悩まされており²⁾、睡眠不足が身体への様々な要因に関与していることが報告されている。これまでに一過性睡眠制限と心拍数の関係などは報告³⁾されているが、一過性睡眠制限が運動時のエネルギー代謝・呼吸・循環に与える影響についての報告は少ない。そこで本研究では若年健常者の睡眠制限の有無による嫌気性代謝閾値 (Anaerobic Threshold : AT) 時のエネルギー代謝・呼吸・循環指標の差異を検討することを目的とした。

方法

対象者は、健常若年男性8名、女子9名の計17名とした。研究では白鳳短期大学研究倫理委員会承認 (承認番号 18004) を得て、本研究の内容について被験者に口頭と書面で説明し、同意のもとに実施した。

本研究は同一対象者に対し①自由睡眠②睡眠規制の2条件を行い、それぞれ自転車エルゴメータ用いた心肺運動負荷試験を実施した。①は6時間以上の睡眠を取らせた。②は測定前日の24時から翌日の測定開始8時まで睡眠を制限するよう行わせた。睡眠を取ってしまった対象者に対しては、口頭で睡眠時間を聴取した。睡眠制限の際の過ごし方の注意点として、激しい運動や飲酒、カフェインを含んだ食品の飲食を避けること、また朝食を摂取するよう対象者に指示し、それ以外の過ごし方は自由とした。各条件の測定は全て別日とし、測定順序は無作為に

実施した。運動負荷装置は自転車エルゴメータ (AEROBIKE 75XLII) を使用した。手順としてエルゴメータ上の坐位での2分間安静後、ウォーミングアップ (30W) を2分間行った後、ランプ負荷 (30W/min, 回転数 50 回/分) をATに達するまで行った。評価項目は、分時酸素摂取量 (oxygen up take/weight: $\dot{V}O_2/W$)、一回拍出量 (O_2 pulse), 心拍数 (heart rate: HR), 呼吸数 (respiratory rate: RR), 分時換気量 (respiratory minute volume: VE), 一回換気量 (tidal volume: TV), 二酸化炭素量 (amount of carbon dioxide: VE/VCO_2) 主観的運動強度 (Borg scale) の息切れ・下肢の変化を示した。統計処理には、IBM SPSS Statistics Ver. 24.0 を用いて、2条件におけるAT時の各指標を比較し、対応のあるt検定を用いた。統計学的有意水準は5%とした。

結果

本研究の対象者特性を表1に示す。表2にランプ負荷試験におけるAT時の分時酸素摂取量 (oxygen up take/weight: $\dot{V}O_2/W$)、一回拍出量 (O_2 pulse), 心拍数 (heart rate: HR), 呼吸数 (respiratory rate: RR), 分時換気量 (respiratory minute volume: VE), 一回換気量 (tidal volume: TV), 二酸化炭素量 (amount of carbon dioxide: VE/VCO_2) 主観的運動強度 (Borg scale) の息切れ・下肢の変化を示した。睡眠規制した条件と比較し、自由睡眠の条件では、AT時の $\dot{V}O_2/W$ ($p=0.011$)、 O_2 pulse ($p=0.043$)、TV ($p=0.006$) に有意な低下を認め、 VE/VCO_2 ($p<0.001$) は有意な増加を認めた。その一方で HR ($p=0.231$)、VE ($p=0.271$)、RR ($p=0.533$) には有意な変化を認めなかった。

1.対象者特性	
年齢	20.1±1.3
身長	165±7.1
体重	61±8.5
BMI	22.5±2.7
運動前BS	109±20

表2.AT時の各群における測定指標		自由睡眠群	睡眠規制群	p値
睡眠時間		423.5±69.7	55.3±63	<0.001
VO ₂ /W(ml/kg/min)		19.6±3.2	17.8±3.3	0.011
O ₂ pulse(ml/回/min)		190.8±2.1	178.1±2.3	0.043
HR(bpm)		123.4±12.6	120.4±12	0.231
VE(l/min)		26.5±6.1	25.1±3.6	0.271
VE/VCO ₂		27.4±2	29.8±3.2	<0.001
RR(n/min)		23.1±3.2	23.6±2.7	0.533
TV(ml)		1242.4±212.1	1112.9±190.7	0.006
Borg scale(息切れ)		3.9±1.7	3.5±1.3	
Borg scale(下肢)		4.3±1.6	4.2±1.5	

考察

本研究は、若年健常者 17 名に対して、自由睡眠と睡眠規制の 2 条件に分け、ランプ負荷試験を実施し、嫌気性代謝閾値時のエネルギー代謝・呼吸・循環指標に与える影響について明らかにすることを目的に比較検討を行った。その結果、ランプ運動負荷試験中における HR, VE, RR は睡眠規制により有意に変化を認めなかったが、VO₂/W, O₂pulse, TV は睡眠規制により有意に低値となり、VE/VCO₂ は有意に高値を示した。

関川ら³⁾は、健常成人男性を対象に睡眠充足日、一日の睡眠制限日における中強度運動時の酸素摂取量と心拍数の変化について検討しており、一日の睡眠制限では心拍数に変化が認められたが、酸素摂取量には変化が認められず、本研究と異なる結果となった。また小西ら⁴⁾は、健常若年男性を対象に急性断眠におけるトレッドミル用ランプ負荷試験時の心拍数、酸素摂取量、安静時血圧、主観的運動強度、AT到達時間、運動継続時間による運動耐容能と内分泌指標の変化について検討された結果、運動耐容能と内分泌機能に低下が認められなかったことを報告している。本研究と先行研究との比較では全て異なる結果となっており、この相違は運動負荷様式の違いに起因するものと思われるが、その他の条件も関与する可能性が考えられる。小西ら⁴⁾は睡眠不足時の運動耐容能にはストレスの強さが深く関与している可能性があるとの報告もなされている。また長田らの研究^{5,6)}では、試験勉強や研究等、労務による睡眠不足状態での測定を行った結果、運動耐容能の低下が認められ、一方で運動耐容能の低下を

否定している研究^{7,8)}では、運動遮断中にできる限り横たわった安静状態を保ち、会話やTVを見ることなどが許可されている。以上のことから、睡眠規制時の精神的・身体的ストレスが、その後の運動耐容能に影響していることが考えられる。本研究の対象者は学生であったことや、また試験期間が重なっていたことから、睡眠規制時の行動は運動耐容能の低下を示す先行研究に近く、睡眠規制時の精神的ストレスの関与も運動耐容能の低下に関与していた可能性が考えられる。以上のことから、今後は睡眠状況以外の精神的ストレスなどの他の要因の統制を行う必要がある。

本研究からは睡眠が運動耐容能にもたらす影響についての原因追及は行うことが出来なかったが、結果から言えることとしては、睡眠が不十分なときのATは、十分なときのATを下回っている可能性が考えられ、運動強度を設定する際に、睡眠の過不足によってATを調整する必要があることが示唆された。

文献

- 1) 奈良 勲 (監) : 運動療法学 各論 第三版. 医学書院, 東京, 2010, P401
- 2) Suka M, Yosida K, Sugimori H: Persistent insomnia is a predictor of hypertension in Japanese male workers. J Occup Health 2003;45:344-350
- 3) 関川 清一, 他: 一過性睡眠制限が中等度運動時の心拍数に与える影響 保健医療学雑誌 6 (2) :43-47, 2015
- 4) 小西 真幸, 他: 急性睡眠遮断後の 20 分または 2 時間仮眠の運動耐容能, 0 内分泌機能に及ぼす影響 日本臨床生理学雑誌 2009, 39:113-119
- 5) 長田 尚彦, 他: 睡眠不足状態における心肺機能についての検討, 日本臨床生理学雑誌 1993, 23:517-523
- 6) 長田 尚彦, 他: 慢性疲労における心肺機能及びストレスホルモン動態の基礎的検討, 日本臨床生理学雑誌 1994, 24:187-196
- 7) Martin BJ, et al: Stress hormonal response to exercise after sleep loss. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1986, 55:210-214
- 8) Martin BJ: Effect of sleep deprivation on tolerance of prolonged exercise. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1981, 47:345-354