

就寝前の高強度運動が睡眠に及ぼす影響

The Effects of Pre-Sleep High-Intensity Exercise on Sleep

スポーツ医科学研究領域

5007A030-1 塩田耕平

研究指導教員： 内田直教授

I. 序論

日常的な経験や一般的な認識からは、運動は睡眠に良い影響を及ぼすと考えられている。運動が睡眠に与える影響についての生物学的メカニズムは未だ明らかになっていないが、運動が睡眠の改善につながるのであれば、その意義は大きい。

一過性の運動が睡眠に及ぼす影響については、多くの研究が成されているが、一貫した結果が示されていない。しかし、運動が睡眠に影響を及ぼすメカニズムについてはいくつか提唱されている。その一つとして、過度の運動が身体に対してストレス反応を引き起こし、オーバートレーニング症候群のように睡眠を阻害するということが示されている。

また、これまでの研究では有酸素運動による夜間睡眠の影響を見たものがほとんどである。無酸素運動が睡眠に及ぼす影響を見た研究は、長期的なウェイトリフティング運動や、パワー系アスリートと持久系アスリートの睡眠を比較したものがある。しかしながら、一過性の無酸素運動による睡眠への影響を見た研究はほとんど行われていない。よって本研究では、就寝時刻の3-4時間前に行った高強度無酸素運動が、夜

間睡眠に及ぼす影響について明らかにすることを目的としている。

II. 方法

運動習慣の無い健常な若年男性 7 名(平均年齢 21.57 ± 1.40 歳)を対象とした。

実験ではベッドタイムを 23:30-07:30 の 8 時間に固定し、PSG による夜間睡眠の評価を行った。運動は power max エルゴメーターによる全力のペダリング運動を行った。

運動の詳細については、負荷を体重の 7.5%とし、

- ・ 5 秒間の全力ペダリング運動→25 秒休憩×10 セット
 - ・ 30 分間休憩
 - ・ 5 秒間の全力ペダリング運動→25 秒休憩×10 セット
- を行った。

運動の影響を客観的に示すために、運動の前後・睡眠の前後に呼気ガス諸量 (VO_2 、 VCO_2 、 RER 、 VE)、血中乳酸値、血糖値を測定した。また、実験期間中はアクチグラフィによる身体活動量と光暴露量、直腸温度、心拍数を継続的に記録した。図 1 に実験スケジュールを記す。



図 1.実験スケジュール

睡眠のデータは視察判定に基づいて各睡眠変数を算出し、control 条件と exercise 条件を比較した。

睡眠変数については、それぞれの項目において control 条件と exercise 条件に対して、対応のある t 検定を行った。呼気ガス諸量、血中乳酸値、血糖値、POLAR による呼気ガス諸量測定中の心拍数については、独立変数を条件(control 条件・exercise 条件)、測定時間(運動前・運動後・就寝前・起床後)として対応のある二元配置の分散分析を行った。そして交互作用が見られた項目は、全てのポイントにおいて対応のある一元配置の分散分析を行い、その後 Bonferroni の多重比較を行った。

Ⅲ. 結果

control 条件と exercise 条件における、夜間睡眠全体での睡眠変数の比較では、全ての項目において有意な違いは見られなかった。中途覚醒(WASO)においては exercise 条件の方が増加する傾向が見られた(表 1)。

睡眠の最初の 2 時間における睡眠変数の比較においても、control 条件と exercise 条件に有意な違いは見られなかった。しかし、睡眠段階 2 において exercise 条件の方が減少する傾向が見られた(表 2)。

表1.control条件とexercise条件の睡眠変数の比較 (8h)

	control	exercise	P
Sleep Efficiency (%)	97.73	96.37	0.21
Time In Bed (min)	480.00	480.00	
Total Sleep Time (min)	469.08	462.58	0.21
Sleep Onset Latency (min)	7.08	12.67	0.16
REM Latency (min)	63.83	85.83	0.40
Wake time After Sleep Onset (min)	5.00	8.83	0.07 †
stage REM (min)	101.67	86.50	0.11
stage 1 (min)	44.17	49.58	0.43
stage 2 (min)	289.42	287.33	0.83
stage 3 (min)	32.25	41.25	0.14
stage 4 (min)	2.08	0.92	0.47
stage 3+4 (min)	34.33	42.17	0.27
5秒以上の体動 (回数)	38.00	37.50	0.92

† p < 0.1

表2.睡眠開始後2時間におけるcontrol条件とexercise条件の睡眠変数の比較

	control	exercise	P
Sleep Efficiency (%)	93.82	88.61	0.21
Time In Bed (min)	120.00	120.00	
Total Sleep Time (min)	112.58	106.33	0.21
Wake time After Sleep Onset (min)	0.33	1.17	0.50
stage REM (min)	7.58	6.50	0.72
stage 1 (min)	11.58	15.00	0.56
stage 2 (min)	72.50	62.17	0.10 †
stage 3 (min)	23.83	29.17	0.26
stage 4 (min)	1.83	0.92	0.49
stage 3+4 (min)	25.67	30.08	0.35

†p < 0.1

表3.呼気ガス諸量等の二元配置分散分析の結果

	運動前	運動後	就寝前	起床後	運動条件	測定時間	交互作用
VO ₂ (ml/min)					0.00 **	0.00 **	0.00 **
control	235.71±30.01	246.60±38.87	234.93±26.27	222.89±29.83			
exercise	246.30±39.08	354.74±51.34 ^{§§††}	265.93±35.24	220.20±30.38 [§]			
VCO ₂ (ml/min)					0.00 **	0.00 **	0.00 **
control	204.69±30.69	223.56±35.79	216.94±19.75	198.74±29.60			
exercise	222.73±40.87	318.34±63.52 [†]	241.60±34.21	198.81±24.47			
RER					0.49	0.47	0.54
control	0.87±0.05	0.91±0.02	0.93±0.06	0.89±0.03			
exercise	0.90±0.05	0.90±0.11	0.91±0.05	0.91±0.04			
VE (l/min)					0.06	0.00 **	0.02 *
control	16.93±2.29	16.69±2.79	15.73±3.06	14.45±2.52			
exercise	16.60±1.54	21.96±5.63	15.72±3.06	15.31±2.68			
血中乳酸値 (ml/dL)					0.00 **	0.00 **	0.00 **
control	3.96±3.63	2.54±1.63	2.23±0.68	1.77±0.39			
exercise	1.81±0.67	15.70±1.75 ^{§§††}	3.13±0.96	1.96±0.66			
血糖値 (mg/dL)					0.06	0.00 **	0.09
control	104.71±6.99	106.714±6.87	126.14±14.54	86.29±7.93			
exercise	102.71±12.72	93.29±9.86	122.71±12.62	85.43±9.03			
HR (bpm)					0.00 **	0.00 **	0.00 **
control	59.63±7.47	59.37±8.74	59.69±6.77	57.00±6.08			
exercise	63.09±7.96	102.91±6.90 ^{§§††}	75.20±8.24 ^{§†}	58.60±4.39			
条件内における運動前との比較 [§] P<0.05, ^{§§} P<0.01					* P<0.05		
同じ測定時間におけるcontrolとの比較 [†] P<0.05, ^{††} P<0.01					** P<0.01		

呼気ガス諸量等の二元配置分散分析の結果は表3に示した。VO₂・VCO₂・VE・血中乳酸値・心拍数(HR)において交互作用が認められた。Bonferroniの結果は、VO₂・血中乳酸値・HRにおいては、exercise条件の運動後の値が、他の全ての条件と比較して有意に高い値を示した。さらに、HRではexercise条件の就寝前の値も、他の全ての条件と比較して有意に高い値を示していた。

IV. 考察

実験の結果から、就寝時刻の3-4時間前に行った無酸素の高強度運動がその後の夜間睡眠に及ぼす影響は、視察判定による段階判定の結果からは、有意な違いが見られなかった。

運動の影響については、exercise条件における運動後と就寝前の心拍数が有意に高く、高強度運動の影響が入眠時にまで持続していることが示された。にもかかわらず、入眠潜時におけるcontrol条件と

exercise条件の比較では有意差が認められなかった。その理由として、運動による深部体温の上昇と睡眠との関連性が考えられる。本実験で行った高強度の無酸素運動は、運動強度による身体への影響としては有酸素運動と変化はないが、実質の運動時間は有酸素運動に比べ圧倒的に少ない。したがって、運動後の深部体温上昇は、高強度有酸素運動を行った先行研究と比較すると大きいものではなかった。

本実験において、高強度運動の影響により就寝時の心拍数は有意に高かったにもかかわらず、深部体温の上昇は見られず、睡眠潜時がcontrol条件と変わらないという結果が示された。本研究の目的である、就寝3-4時間前に行う高強度無酸素運動が夜間睡眠に及ぼす影響は、視察判定による段階判定の結果からは有意な違いが認められなかった。しかしながら、高強度無酸素運動に対する深部体温や心拍数などの生理学的応答は、無酸素運動が睡眠に及ぼす影響についての貴重なデータを示している。