

急性睡眠遮断後の20分または2時間仮眠の自律神経系、 運動耐容能、内分泌機能および精神状態に及ぼす影響

スポーツ医科学研究領域
5007A023-7 小西真幸

研究指導教員： 坂本静男教授

【緒言】

近年 24 時間社会の拡大により、睡眠不足は深刻化している。睡眠不足時には、ホメオスタシスの維持や調節にとって重要な自律神経系や内分泌系が正常に機能せず、身体や精神に様々な影響が生じる。短い睡眠時間は心臓血管系の事故の発生率を高め、それは副交感神経活動の低下と関連していることが報告されている。また、睡眠遮断によるストレスホルモンの分泌増加も身体的、精神的疾患につながるものが報告されている。睡眠不足の影響は安静時だけではなく運動時にも生じ、急性的な睡眠不足時には早期に AT(Anaerobic Threshold)レベルに到達し、運動耐容能が低下することが報告されている。

睡眠不足対策の一つとして仮眠の有用性が取り上げられているが、仮眠時間の長さによってその効果は異なる。30 分以内の短時間仮眠は気分や眠気の改善に効果的で、長時間の仮眠は自律神経やホルモン分泌を変化させることが報告されている。しかし、仮眠の効果を検討した先行研究の多くは、夜間に通常の睡眠をとり、翌日の午後に仮眠を行っている。睡眠遮断後の回復睡眠時には、睡眠の質が変化(睡眠潜時やステージ1が減少)することが報告されており、通常睡眠後にとる仮眠の効果が睡眠遮断後の仮眠時にも同様に適応されるかどうかは分かっていない。睡眠遮断後の回復睡眠時には、身体や精神の回復に重要な徐波睡眠に早期に達する可能性が考えられる。急性睡眠遮断後の仮眠の効果や仮眠時間の長さによる効果の違いを明らかにすることは、睡眠不足対策の一助になることが推測される。

そこで本研究では、以下の仮説を立て、仮眠の効果についてそれぞれ検討することを目的とした。

【総合仮説】

急性睡眠遮断後にとる20分または2時間の仮眠が自律神経機能、運動耐容能、内分泌機能、精神状態

を改善させる。

仮説の検討のため、実験を3つに分けて行い、仮眠の効果を検討した。

実験①:自律神経機能と仮眠

実験②:運動耐容能、内分泌機能と仮眠

実験③:主観的気分、眠気と仮眠

実験①:自律神経機能と仮眠

【方法】

対象は健康な一般男子大学生、大学院生 8 名(21.5±1.3 歳、175.3±6.8cm、70.0±9.7kg)。実験は、仮眠なし試行、20 分仮眠試行、2 時間仮眠試行、通常睡眠試行の全 4 試行から構成されている。通常睡眠試行は 23 時から 5 時 30 分に睡眠をとり、それ以外の試行はその間覚醒状態を保った。20 分仮眠試行、2 時間仮眠試行は 5 時 30 分よりそれぞれの仮眠を開始した。仮眠なし試行は一切の仮眠を認めていない。全試行、覚醒中はなるべく安静状態を保つよう指示した。

ホルター心電図を用いて、20 時から 7 時 30 分までの間に記録された心電図より得られたデータを心拍変動スペクトル解析することにより、自律神経機能の測定を行った。HF 成分を副交感神経活動の指標、LF/HF を交感神経活動の指標として用いた。また、心拍数も解析対象とした。

仮眠と起床の影響を検討するため、解析対象時間は 5:00-6:00 と 6:00-7:00 に設定し、睡眠条件と時間を要因とする二元配置分散分析を行った。

【結果】

2 時間仮眠試行は 5:00-6:00 から 6:00-7:00 にかけて副交感神経活動の亢進、交感神経活動と心拍数の低下を認めた(p<0.05)。20 分仮眠試行、仮眠なし試行は自律神経活動の変化は認められなかった。

【考察】

先行研究において、通常睡眠後の午後の 45 分仮眠で副交感神経活動の亢進を認めている。これは徐波睡眠の出現と深く関係していることが確認されている。本研究の 2 時間仮眠時にも徐波睡眠が出現したと考えられる。今回は睡眠遮断後の朝の 2 時間仮眠であったが、先行研究と同様の仮眠の効果を得られることが示唆された。一方、睡眠遮断後の夜の回復睡眠時には睡眠の質が変化することが報告されており、20 分の仮眠でも早期に徐波睡眠に達し、自律神経系に影響が及ぶと推測されたが、影響は認められなかった。睡眠遮断後ではあるが、早朝という時間帯にとる仮眠では、睡眠の質の変化が起らない、あるいはごくわずかなのかもしれない。

副交感神経活動の低下は心事故発生の危険因子となることが報告されており、本研究での 2 時間仮眠での副交感神経活動亢進は心事故の予防に寄与する可能性が示唆された。

実験②: 運動耐容能、内分泌機能と仮眠

【方法】

自律神経機能の測定終了後、9 時頃から運動耐容能と内分泌機能の測定を行った。treadmill による症候限界性心肺運動負荷試験(負荷は 1 分毎に増加させるランプ負荷)を施行し、安静時、AT 時(V-slope 法)、peak 時の心拍数、VO₂(breath by breath 法)を測定した。また、採血を運動負荷前安静時と運動負荷中止直後に行い、カテコラミン、ACTH、コルチゾールを測定した。

各時点で、一元配置分散分析を用いて 4 試行間の比較をした。post-hoc test は Bonferroni 法で行った。

【結果】

心拍数、VO₂ とカテコラミン、ACTH 分泌に試行間に差は認められなかった。コルチゾールに関しては運動前において 20 分仮眠試行(19.9±1.6 μg/dl)、通常睡眠試行(19.8±2.7 μg/dl)と比較して 2 時間仮眠試行(25.5±3.6 μg/dl)で高値、運動後において通常睡眠試行(22.3±1.3 μg/dl)と比較して 2 時間仮眠試行(27.8±3.5 μg/dl)で高値を示した(p<0.05)。

【考察】

急性睡眠遮断後の運動耐容能の変化について、

見解は一致していない。運動耐容能の低下を否定する研究の多くは、睡眠遮断中の行動をベッド上での安静状態に制限し、精神的ストレスも排除している。一方、運動耐容能の低下を観察した研究では、試験勉強や労務等の身体・精神的な活動やストレスを伴っている。本研究では、完全ではないが睡眠遮断中の行動は安静状態に制限しており、運動耐容能に影響は認められなかった。このように、睡眠遮断中の行動やストレス状態が、これまでの見解の不一致を生んだ要因だと推測される。今回は運動耐容能、ホルモン分泌に統計的な差は認められなかったが、試行間にみられたわずかな差が、より強いストレス状態や睡眠不足が続くことで意味のある差として生じる可能性があり、仮眠の効果については今後の検討が必要である。2 時間の仮眠後に一過性にコルチゾール分泌が増加することが報告されており、今回認められた 2 時間仮眠試行でのコルチゾール高値は、先行研究の結果と一致する。

実験③: 主観的気分、眠気と仮眠

【方法】

実験 1 日目の夕方 17 時頃(安静時)と 2 日目の朝(運動負荷前安静時と運動負荷試験終了直後)の計 3 回、気分と眠気の測定を行った。測定には POMS 試験、OSA 睡眠調査票 MA 版、VAS(眠気・疲労)を用いた。

POMS と VAS は睡眠条件と時間を要因とする二元配置分散分析を用い、OSA は運動前の疲労回復に着目し、一元配置分散分析を用いて 4 試行間の比較をした。post-hoc test は Bonferroni 法で行った。

【結果】

仮眠なし試行と 20 分仮眠試行では POMS、VAS 得点が通常睡眠試行より悪化し(p<0.05 or p<0.001)、2 時間仮眠試行では悪化は認められなかった。

【考察】 2 時間仮眠で気分や眠気の改善効果が認められた要因として、コルチゾール分泌と測定タイミングが考えられる。先行研究で、2 時間仮眠からの起床後にコルチゾール分泌の一過性の増加と眠気の改善が報告されている。本研究においても 2 時間仮眠試行でコルチゾール分泌は高値を示した(実験②)。

そして、測定のタイミングが仮眠からの起床直後ではなく数時間経過した後であったため、睡眠慣性の影響が消失していたと考えられる。これらの結果、2 時間仮眠で改善効果が認められたと思われる。20 分仮眠試行では気分や眠気は悪化したが、起床直後では改善していたかもしれない。短時間仮眠を勧める研究の多くは、起床直後の効果を報告しており、睡眠遮断後の仮眠からの起床直後の効果に関しては今後の検討

が必要である。

【結論】

本研究の急性睡眠遮断後の 2 時間仮眠は、自律神経機能、精神状態に対しては有効であるが、運動耐容能とホルモン分泌には仮眠の効果は認められなかった。ただし、慢性睡眠不足状態での仮眠の効果に関しては今後の検討が必要である。