

就寝前の VDT 作業が睡眠の質及び生体リズムに及ぼす影響 Effects of VDT work before going to bed on quality of sleep and biological rhythms

研究代表者 秋田大学医学部公衆衛生学講座 助手 樋口重和

Research Assistant, Department of Public Health, Akita University School of
Medicine, Shigekazu HIGUCHI

Effects of the exciting VDT task and bright display on sleep quality, nocturnal variation in rectal temperature, salivary melatonin, EEG activity and subjective sleepiness were examined. Seven healthy male subjects performed an exciting VDT task with bright display (exciting-bright), an exciting VDT task with dark display (exciting-dark), a boring VDT task with bright display (boring-bright) and a boring VDT task with dark display (boring-dark) between 23:00 to 2:00 on the next day. The luminance level of bright display and dark display were 120 cd/m^2 and 0.5 cd/m^2 , respectively. The rectal temperature was highest at the exciting-bright condition. The salivary melatonin concentration was lowest at the exciting-bright condition. The subjective quality of sleep was worst at the exciting-bright condition. It was found that the exciting VDT task with bright display inhibited nocturnal variations in physiological functions and had a negative influence on sleep quality.

1. 研究目的

近年、インターネットの一般家庭への急速な普及にともない、生活時間の夜型化が指摘されている。極端な夜型化は社会生活へ不適応を招くことから注意が必要である。近年、夜間の高照度光曝露が夜間にみられる体温の低下やメラトニンの分泌を抑え、生体リズムの位相を後退させることが報告されている。これらの知見から、夜間のパソコン利用にともなう発光体の注視は、生体リズムに何らかの影響を及ぼすことが予想される。また夜間のパソコン利用は脳の活性化を促進すると考えられるが、これが入眠を困難にさせ夜型化を助長する原因と考えられる。現在まで夜間のパソコン利用が生体リズムや睡眠に及ぼす影響を明らかにした研究はほとんど見られない。本研究では就寝前のVDT作業の質と画面の明るさが睡眠の質と生体リズムに及ぼす影響を生理的指標を用いて客観的に明らかにすることを目的とした。

2. 研究経過

2-1. 方法

【対象】被験者はインフォームドコンセントを得た睡眠覚醒リズムに異常がない 20～36 歳の健康な成人男性 7 名 (平均年齢 24.7 歳) であった。極端な朝型と夜型の被験者はいなかった。被験者は実験の 1 週間前から規則正しい生活を行い、実験の 3 日前より睡眠日誌により就寝・起床時間を記録した。さらにサーカディアンリズムの同調状態を調べるために 3 時間おきに 1 日 6 回の電子体温計による体温 (口腔温) 測定を実施した。その結果サーカディアンリズムに異常がある被験者は認められなかった。

【実験条件】実験条件は VDT 作業の種類を 2 条件 (単調/複雑)、ディスプレイの明るさを 2 条件 (明/暗) とし、その組み合わせで合計 4 条件 (単-暗, 単-明, 複-暗, 複-明) であった。複雑作業には高い緊張感を引き起こすシューティングゲーム (WinDepth 0.41

Bio_100%)を用いた。また単調作業には一桁の足し算課題を用いた。5~30 秒の範囲でランダムに問題が呈示され、被験者には答えをキーボードで入力させた。画面の明るさは明条件では画面の背景が白で輝度は120カンデラ、作業画面は濃紺で平均輝度は約30カンデラ、被験者の目の位置での鉛直面照度は45lxであった。暗条件では背景が黒で輝度は0.5カンデラ、作業画面は濃紺で平均輝度は約5カンデラ、被験者の目の位置での鉛直面照度は15lxであった。作業画面の明るさは単調作業と複雑作業ではほぼ同じであった。ディスプレイには17インチ(縦24.0cm×横32.5cm)のモニターを用い、被験者の前方45cmに設置した。作業画面はディスプレイの中心に配置し、大きさは縦8cm×横10cmであった。実験室の室温は約24℃、相対湿度50%であり、照度は机上面で50lxに調節した。睡眠中の室温は約15℃に調節した。実験室と測定システムの概要を図1に示す。

【測定項目】測定項目は体温、唾液中メラトニン濃度、主観的眠気、脳波、心電図であった。体温は直腸温を測定した。温度プローブを直腸へ10cm挿入し、2分間隔で温度ロガー(LT-8, グラム株式会社)に記録した。唾液中メラトニン濃度を測るための唾液(1ml)はコレクションチューブ(Salivette, Sarstedt)を使って採取し、採取した唾液は遠心分離後に冷凍保存した。分析は専門業者(エスアールエル株式会社)

に委託した。なおメラトニンの分析は就寝前のデータのみ行った。主観的眠気は Visual Analogue Scale (VAS)法を用いた。脳波は頭皮上の13部位に装着した電極から導出したが、分析には中心部(Cz)のデータを用いた。時定数を0.3秒、ハイカットフィルターを30Hzに設定し、多チャンネル生体アンプ(MME-3116 日本光電株式会社)を用いて生体信号を増幅し、サンプリング周波数128HzでAD変換し、オンラインで光磁気ディスクに記録した。脳波はアーチファクトを含まない8秒間(1024ポイント)のデータを連続して抽出し、高速フーリエ変換(FFT)によって周波数解析を行った。得られたスペクトル曲線を平均し、平均スペクトル曲線から θ 波(4-8Hz)、 α 1波(8-10Hz)、 α 2波(10-13Hz)、 β 波(13-20Hz)のパワー値をそれぞれ求めた。脳の活動レベルの指標には θ 波率(全帯域のパワー値に占める θ 波パワー値の割合)を用いた。 θ 波率の増加は脳の活動レベルの低下と関連すると言われている。

【実験プロトコル】タイムテーブルを図2に示す。被験者は午後10時に実験室を訪れ、暗い部屋で電極装着などの準備を行い、VDT作業を行う前に一連の測定を行った。まず主観的眠気を測定し、次に心電図の測定を行った(1分間)。その後、閉眼安静時の脳波(1分間)と開眼安静時の脳波(1分間)を3回測定した(合計6分間)。最後に唾液1mlの採取を行った。直腸温は2分間隔で連続測定した。午後11時から午前2時まで45分間のVDT作業と15分間の測定を3回繰り返した。測定はディスプレイの電源を切ってから行った。VDT作業中は被験者に画面から目を離さないように指示を与えた。最後の測定後、部屋の電気を消して午前2時から午前8時まで6時間の睡眠をとった。睡眠中は直腸温を記録し、起床後には寝付き、寝起き、全体的な睡眠の主観評価をVAS法で行った。実験はランダムな順序で行い、実験間隔は1週間以上とした。

【統計処理】直腸温、主観的眠気、 θ 波率に関しては作業の単複、画面の明暗、時刻を要因とする反復測定による3元配置の分散分析を適用した。メラトニ

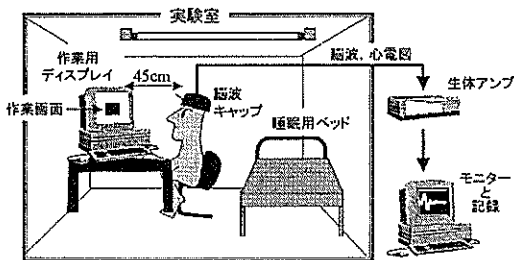


図1. 実験室と測定システムの概要

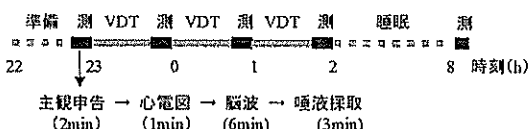


図2. タイムテーブル

ン濃度, 睡眠評価は作業の単複, 画面の明暗を要因とする反復測定による2元配置の分散分析を適用した。

2-2.結果

【作業時の結果】30毎の直腸温の結果を, 作業前の値からの変化量として図3に示す。分散分析の結果, 作業の単複と時刻の要因で主効果が認められた ($p<0.01$)。さらに, 作業の単複と時刻の交互作用 ($p<0.01$)と画面の明暗と時刻の交互作用 ($p<0.05$)が認められた。時刻の影響としては複雑作業と単調作業の両方で経時的に直腸温は有意に低下した。しかしながら, 複雑作業では直腸温の低下が小さく, これは作業中盤から後半で顕著だった。画面の明るさの影響は作業の後半に認められた。作業の単複に関係なく, 明るい画面で暗い画面に比べて高い直腸温を示した。

作業終了後(就寝前)に摂取した唾液中メラトニン濃度の結果を図4に示す。分散分析の結果, 画面の明暗の主効果が認められた ($p<0.05$)。作業の単複の

主効果および両要因の交互作用は認められなかった。唾液中メラトニン濃度は複-明条件で複-暗条件に比べて有意に低い値を示した ($p<0.05$)。

主観的眠気の結果を図5に示す。分散分析の結果, 作業の単複と時刻の要因で有意な主効果が認められた ($p<0.01$)。画面の明暗の主効果および各要因間の交互作用は認められなかった。主観的眠気はすべての条件で時間とともに増加した。しかし, 眠気の増加は複雑な作業で単調作業に比べて小さかった。画面の明るさの影響は明るい画面で眠気の平均値が低い値を示したが有意ではなかった。

θ 波率の結果を図6に示す。分散分析の結果, 作業の単複と時刻の要因で有意な主効果が認められた ($p<0.05$)。画面の明暗の主効果および各要因間の交互作用は認められなかった。作業中の θ 波は経時的に有意に増加した。また, θ 波率は画面の明暗に関係なく複雑な作業で低い値を示した。

【睡眠に関する結果】睡眠中の体温の結果を図7に示す。分散分析の結果, 時刻の主効果がだけ認めら

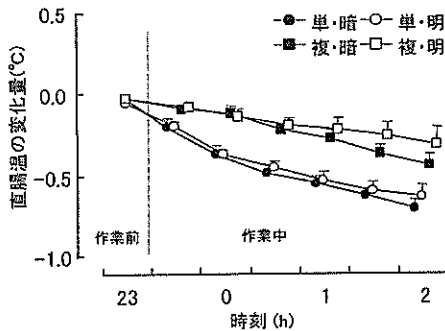


図3. VDT作業時における直腸温の経時変化

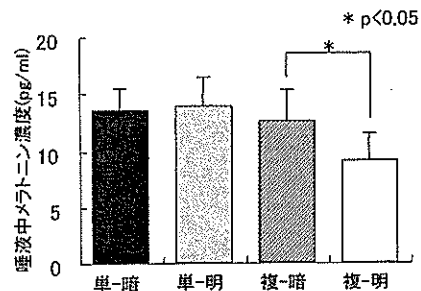


図4. 就寝前の唾液中メラトニン濃度

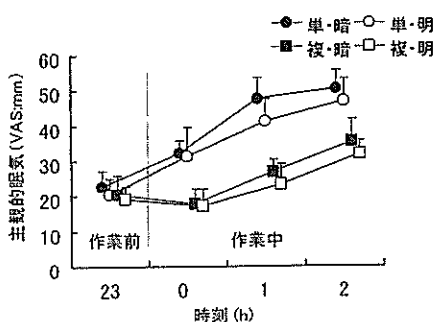


図5. VDT作業時における主観的眠気の経時変化

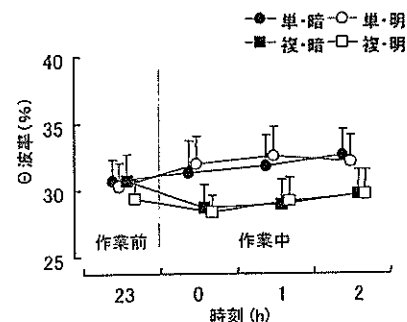


図6. VDT作業時における脳波 θ 波率の経時変化

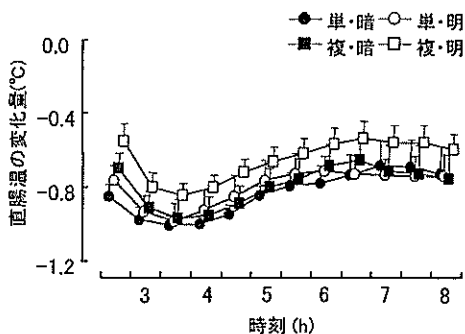


図7. VDT作業後の睡眠時における直腸温の経時変化

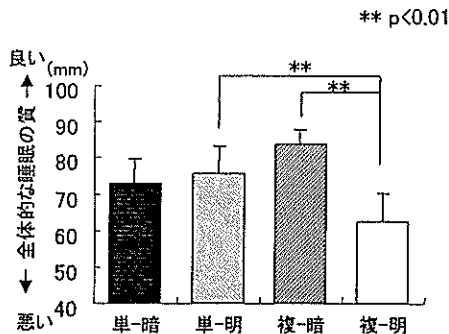


図8. 起床時の全体的な睡眠感

れた ($p < 0.01$). 作業の単複, 画面の明暗に有意な主効果は認められず, 各要因間の交互作用も認められなかった. 直腸温は睡眠直後に急に低下し, 午前3時から4時の間に最も低くなり, 起床まで上昇傾向を示した. 作業の単複による有意な主効果は認められなかったが, 複-明条件で睡眠中の体温が高い傾向を示した.

起床時に測定した睡眠に関する質問のうち全体的な睡眠の質に作業の単複と画面の明暗の交互作用が認められた ($p < 0.01$). 図8に全体的な睡眠の質の結果を示す. 複-暗条件と単-明条件に比べて, 複-明条件で有意に主観的な睡眠の質が低かった ($p < 0.01$). その他の質問項目である「寝付き」と「寝起き」に関しては条件間で有意な差はなかった.

2-3. 考察

複雑な作業では夜間に認められる体温の低下と眠気や脳の活動レベルの低下 (θ 波の増加) を抑えることが分かった. しかしながら, 作業の種類は唾液中メラトニン濃度や睡眠中の体温や起床後の睡眠感に直接的に影響を及ぼさなかった. 一方で画面の明暗に関して, 明るい画面は作業の単複に関係なく体温の低下を抑え, メラトニンの分泌も抑えることが分かった. 特にメラトニンの分泌は複雑作業で明るい画面の時に有意に分泌が抑制されていた. さらに主観的な睡眠の質も複雑作業の明るい画面で低下していた. 夜間のメラトニンの分泌量の増加, 体温の低下, 脳の活動レベルの低下は入眠を促進し, 良い睡眠を得るために必要な生理現象である. 本実験では, 複雑な

作業を明るい画面で行うと, これらの生理現象が睡眠にとって好ましくない方向に作用することが分かった. 以上の結果から夜間の VDT 作業において複雑な作業を明るい画面で行うと, 夜間の生体リズムを乱し, 睡眠の質を低下させることが示唆された.

3. 研究成果

就寝前にパソコンを使った複雑な作業を行うと, 夜間の体温や脳の活動レベルが高く維持されることが分かった. また, 明るい画面での作業も体温の低下を抑え, 睡眠と関係が深いメラトニンの分泌を抑制することが分かった. さらに両者の組み合わせである複雑な作業と明るい画面は主観的な睡眠の質を低下させることも明らかとなった.

4. 今後の課題と発展

本研究では単日利用の影響を明らかにしたにとどまった. 今後は数日間連続して使用した場合を想定した実験を行い, 生体リズムの位相変化を調べることで夜型化の進展をより詳細に明らかにすることが望まれる. また睡眠の質の評価には主観的な指標だけでなく, 睡眠脳波を用いた客観的評価も必要と思われる.

5. 発表論文リスト

1. Effects of exiting VDT task with bright display on sleep quality, nocturnal variations in rectal temperature, salivary melatonin and sleepiness. (投稿準備中)