

研 究 主 論 文 抄 録

論文題目 種々の生体信号解析による睡眠呼吸障害の定量的評価法

(Quantitative estimation of sleep respiratory disorder by the analysis of various biological signals)

熊本大学大学院自然科学研究科 情報電気電子工学専攻 人間環境情報講座

( 主任指導 村山 伸樹 教授 )

論文提出者 大久 典子

(by Noriko Ohisa)

主論文要旨

閉塞型睡眠時無呼吸低呼吸症候群 (obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome, OSAHS) は生活習慣病に見なされ、肥満以外にも高血圧、糖尿病、高脂血症、喫煙習慣などの冠危険因子を高率に合併している。現在、OSAHS を診断するゴールドスタンダードは終夜睡眠ポリグラフ (Polysomnography, PSG) とされる。PSG は脳波、筋電図、眼球電図、呼吸運動、酸素飽和度および心電図等種々の測定方法を駆使して睡眠中の生体信号をモニターする検査であり、その実施にあたっては設備、人手、時間がかかるため OSAHS を疑われる全例に施行することは困難である。また、検査を実施できる医療機関にも限りがある。従って、外来レベルで簡単に睡眠中の呼吸異常を検出できる簡易睡眠モニター装置の開発が不可欠である。最近、幾つかの簡易睡眠モニター装置が開発されているが、大部分は気流モニター、酸素飽和度モニターによるものであり、無呼吸、低呼吸、酸素飽和度などの呼吸情報の評価は可能であるが、睡眠時間、睡眠段階の評価および循環動態の評価は不可能である。

したがって、簡易検査にも脳波や心電図の情報が加わることで、睡眠レベルの評価や睡眠中の循環動態の情報も評価できるようになるものと思われる。そこで、本研究では、ホルター型心電計および携帯型生体信号計測器によって得られる生体信号に新しい解析方法で得られた結果と従来から使用されている PSG における生体信号の解析結果とを比較することで、睡眠呼吸障害に対する簡易型睡眠検査システムの確立の可能性を検討した。

まず、OSAHS 患者と健常者の心拍変動をホルター心電図により 24 時間計測し、その心拍変動解析により OSAHS 患者の睡眠中の病態について健常者と比較した。その結果、OSAHS 患者では、常に交感神経活動が優位に働いていて、特に、無呼吸低呼吸指数 (AHI)、覚醒指数による 30 以上の睡眠呼吸障害重度群では、深睡眠やレム睡眠の割合が少なく睡眠の質が低下していることを認めた。さらに、極低周波成分 (VLF) と AHI が相関を示したことから、VLF は OSAS の重症度を反映する指標として有用性が高いことを述べた。

次に、携帯型生体信号計測器 (Portable Biosignal Measurement System, PBSM) により記録

した生体信号を PSG データと比較した。まず、PBSM を使用した脳波および下顎筋電図による睡眠段階の評価の有効性を検討した。PSG データを Rechtschaffen-Kales の国際分類に基づき、睡眠段階を覚醒、浅睡眠（段階 1+2）、深睡眠（段階 3+4）およびレム睡眠に分類した。また、PBSR の脳波および下顎筋電図を FFT により周波数解析を行い、得られたデータを 30 秒エポックで解析し、脳波では  $\delta$  波 (1-4Hz)、 $\theta$  波 (4-8Hz)、 $\alpha$  波 (8-13Hz)、 $\beta$  波 (13-30Hz) 帯域の周波数の割合、下顎筋電図では  $\beta$  波の割合を算出し、PSG による睡眠段階との比較から睡眠段階の判定を試みた。その結果、浅睡眠とレム睡眠では脳波の  $\delta$  波、 $\theta$  波の周波数の割合ではほとんど差はないが、下顎筋電図ではレム睡眠の  $\beta$  波の割合が有意に低く、深睡眠では脳波の  $\beta$  波の割合が 5.5%以下で他の睡眠段階に比較して有意に低かったことから、PBSM による脳波と下顎筋電図により、睡眠段階を評価できる可能性があることを述べた。

次に、PBSR で記録した脳波および心電図を MemCalc 法により算出したスペクトルエントロピーによる睡眠の質的評価の有効性について検討した。まず、脳波のエントロピーは、深睡眠の割合が減少すると有意に大きくなり、また、AHI および覚醒指数による睡眠呼吸障害との関連を認めたことから、脳波のエントロピーは、睡眠呼吸障害の重症度を評価できる可能性があることがわかった。さらに、心電図のエントロピーについては、脳波エントロピーと同様に深睡眠の割合や呼吸障害の重症度との関連性を認めた。そこで、ROC 解析法を用いて OSAHS 患者と健常者とを識別するカットオフ値を算出した。その結果、脳波においては ROCAUC が 0.801 で、感度 77.1%、特異度 81.8%であった。一方、心電図においては ROCAUC が 0.837 となり、感度は 86.1%、特異度は 71.4%であった。このことから、PBSM で記録した脳波および心電図によるスペクトルエントロピーは睡眠の質的評価に有効であったが、特に心電図は、その装置の装着の簡便さからも簡易型睡眠検査システムになり得る可能性が高いことが示唆された。