

主論文審査の要旨

本論文は、睡眠時の量と質を客観的に計測するために従来から臨床検査で用いられている終夜睡眠ポリグラフ (PSG) による記録結果と簡便な生体信号計測装置による記録結果を比較して、簡便な機器による睡眠の質の客観的評価導入の可能性を検討したものである。具体的には、まず、健常群および閉塞型睡眠時無呼吸低呼吸症候群 (OSAHS) の睡眠時における種々の生体信号を PSG から計測し、OSAHS を示すといわれる PSG のパラメータと同時に計測した心電図 R-R 間隔の周波数解析で得られた自律神経系に関するパラメータとの関連性を明らかにした。次に、簡易型生体信号計測装置を用いて計測した 1 種類または 2 種類の生体信号を最大エントロピー法 (MEM) の変形手法で解析を行い、得られたパラメータが OSAHS の睡眠の質を客観的に評価できるかを検討したものである。

論文は以下の 5 章から構成されている。

第 1 章の序論では、本研究の背景と目的および論文の構成について述べている。

第 2 章では、本研究論文において必要と思われる睡眠および自律神経の生理学的基礎事項、また睡眠検査に関する計測方法および解析方法について述べている。

第 3 章では、睡眠の自律神経系への関与に関して、閉塞型睡眠時無呼吸低呼吸症候群 (OSAHS) の心拍変動が健常者のそれと比較してどのように変化するかを調べるために、心電図 R-R 間隔の周波数解析によりパワースペクトルを求めた。その結果、OSAHS 患者は健常者に比べて睡眠時に副交感神経の活動状態を表す HF (0.15-0.4Hz) のパワー成分が優位に低く、交感神経の活動状態を表す LF (0.04-0.15Hz) のパワー成分/HF のパワー成分の比が優位に高かった。また、覚醒時には HF のパワー成分は優位に高く、LF/HF 比ではやや高めであった。このことから、OSAHS 患者は常に交感神経活動が優位に働いており、覚醒時にも低酸素状態であることを述べている。また、無呼吸・低換気の発生頻度を表す指標 (AHI) と無呼吸出現と同期していると報告されている VLF (0.0033-0.04Hz) のパワー成分との相関係数は 0.271 と有意性を示した。このことから、VLF のパワー成分もまた OSAHS の重症度を表す指標として有用なことを述べている。

次に睡眠時の深さ、すなわち浅い睡眠、深い睡眠および REM 睡眠における OSAHS 患者の重症度と自律神経活動の変化を調べた。その結果、OSAHS の重症度群では、いずれの睡眠時においても副交感神経の活動指標である HF のパワー成分が有意に低値となる、すなわち副交感神経の活動が低下してバランスが崩れ交感神経活動が優位になっていることがわかった。このことから重症度群では深い睡眠や REM 睡眠の割合が少なく睡眠の質が低下していることを述べている。

第 4 章では、OSAHS に対して終夜睡眠ポリグラフ (PSG) および脳波と下顎筋電図を記録できる簡易型生体信号計測器を用いて睡眠時の記録を同時に行い、周波数成分分布、 β 波の出現率と δ 波の出現率の比および下顎筋電図の β 波成分の全体の成分に対する比率を PSG の結果と比較した。その結果、この計測器が睡眠モニターとして適用できることを述べている。すなわち、脳波および筋電図のみの測定で、第 3 章で述べた OSAHS の睡眠の質の低下を定量的に評価できる可能性を示している。

次に、睡眠検査として最も簡便な心電図について最大エントロピー法 (MEM 法) の変形法を用いて最大エントロピー値を求め、PSG で得られる睡眠の指標と比較することでこのエントロピー

値が睡眠の質を評価できるかどうかを検討した。その結果、得られたエントロピー値はノンレム睡眠の各段階と関連を持っていることから、OSAHS の睡眠の質を定量的に評価でき、簡易型睡眠検査システムの実用化の可能性を示唆している。

最後に、第 5 章では、本研究で得られた結果を総括するとともに今後の展望および課題について述べている。

以上、本研究は、OSAHS を簡易型生体信号計測装置から得られた脳波または心電図を最大エントロピー法の変法を用いて客観的に評価できることを述べており、将来、家庭で使用できる簡易型睡眠検査システムの実用化を示唆している。また、これらの研究成果の主要部は、国内雑誌に 4 編掲載され、また国際学会 1 件で発表されている。

以上のことから、本研究の独創的かつ価値ある研究成果は、国際的に高く評価され、博士（学術）の学位を授与するに十分値すると認められる。

【学位審査報告書の3】

審査委員会は学位論文提出者に対して当該論文の内容および関連の専門分野について試問を行った。その結果、該当する研究分野において十分な知識と理解力および研究遂行能力を有していると判断した。さらに、外国語（英語）による論文作成能力ならびに口頭発表能力についても、研究者として十分なレベルの能力を備えていると認めた。

以上の結果に基づき、論文提出者は博士（学術）としての能力を十分備えていると判定した。

審査委員	情報電気電子工学専攻	人間環境情報講座	担当教授	村山 伸樹
審査委員	情報電気電子工学専攻	人間環境情報講座	担当教授	井上 高宏
審査委員	情報電気電子工学専攻	人間環境情報講座	担当教授	藤吉 孝則
審査委員	情報電気電子工学専攻	人間環境情報講座	担当准教授	林田 祐樹