

平成 22 年 5 月 21 日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2008 年度 ～ 2009 年度

課題番号：20791675

研究課題名（和文）

臥床時体動測定による睡眠深度判定法の開発－睡眠ケアと安全対策の確立を目指して－

研究課題名（英文）

Development of sleep depth assessment method by body motion when sleeping in bed

研究代表者

川上 勝 (KAWAKAMI MASARU)

自治医科大学・看護学部・講師

研究者番号：50382958

研究成果の概要（和文）：

これまでに独自に開発した寢床における活動・休息状態をより正確に把握でき、非拘束かつ極めて安価な体動検知パネル及びそれを用いたモニタリングシステム（以下、体動検知システム）を開発した。本研究では体動検知システムの臨床での試験運用を目指し、体動検知パネルによる体動の計測及び記録に必要な装置の基本構成を明らかにした。また、センサーが感知する体動と睡眠時脳波との関連性を明らかにすることにより、体動検知システムによって睡眠深度を推定することが可能であることが明らかとなり、体動検知システムによって得られるデータを活用し、寝ている人のベッド上での寝返りなどの動きの大きさや睡眠の深さを推定する方法を考案した。情報端末に体動の大小や睡眠深度を表示することで、高齢者等の睡眠管理や安全対策に活用できる。

研究成果の概要（英文）：

It was confirmed that the body motion detection system was able to presume the sleep depth. It not only can grasp activity / rest state in a bed correctly, but it developed un-contacting and very cheap equipment. In addition, method of estimating magnitude of movement such as turning over in bed and depth of sleep was designed. It can be used for the sleep assessment and the safety management.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2009 年度	800,000	240,000	1,040,000
総計	2,500,000	750,000	3,250,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：看護学・基礎看護学

キーワード：臥床時体動測定 睡眠深度判定 睡眠ケア 安全対策

## 1. 研究開始当初の背景

看護介護の実践場面で対象者の生命の質を考える上で、良質な睡眠を促すことは看護師をはじめとする医療福祉専門職の大きな役割の一つであることは明らかである。今日、睡眠ケアについて、様々な分野で研究され、

その効果が確認されている。

しかし、睡眠に関する情報は、対象本人からの訴えや看護師などの観察から得ることが多く、ケアの対象個々の睡眠・休息に関する正確なアセスメント法が確立できていない。さらに、睡眠ケアの根拠を臨床レベルで

客観的なデータをもとに十分検討できていない傾向にある。また、睡眠・覚醒状態が正確に把握できていないことは安全に関する看護実践が効果的に提供できないことにもつながる。

その原因の一つとして客観的で信頼性のある睡眠状態の把握法もしくは睡眠評価法が臨床で活用しにくいということ考えられる。現在の睡眠研究における睡眠状態もしくは睡眠・覚醒パターンの客観的な指標には睡眠脳波測定や活動-休息リズム測定（活動量測定）が主流であるが、両者とも高価な専用機器と高度なデータ分析技術が求められる。また、データ収集には被験者への電極の貼付や測定機器の装着などの必要があるため日常的な睡眠・活動状態の把握には適していない。

現在、睡眠・覚醒状態を非接触でかつ正確に把握する手段としては、マイクロ波を使って呼吸数や体動を計測する方法やベッドに振動計を設置して体動を測定する方法などが考案されているが、いずれも装置が高額でかつ複数同時設置が困難であるなどの問題点がある。

これまで、寝床における活動・休息状態をより正確に把握でき、非拘束かつ極めて安価な体動検知パネル及びそれを用いたモニタリングシステムを考案した。体動検知システムを用いて健康成人の終夜睡眠時の体動を測定し、睡眠時活動量と比較検討したところ、1分程度のタイムラグはあるが精度良く体動を検知できていることが明らかとなった。しかしながら、体動検知システムの信頼性を確保するには睡眠時脳波測定による睡眠状態判定との比較が不可欠である。独自に開発した体動検知システムは臥床者の体動は精度良く感知可能であることは確認できていた。睡眠ケアや安全対策の確立には、体動検知システムによって睡眠深度を推定することが可能かどうかを検討し、睡眠深度を判定するための方法を明らかにする必要がある。

さらに、体動検知システムの臨床での試験運用を目指し、体動検知パネルによる体動の計測及び記録に必要な装置の基本構成を明らかにする必要がある。既存の測定装置はその大きさや機能から臨床でのデータ収集に適さない。そのため体動検知システム専用の測定記録装置を開発する必要がある。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は以下の2点である。

- 1) 体動検知システム専用の計測記録装置の条件を検討し、それを備えた試作装置を制作し基本性能を確認する。
- 2) 体動検知システムによって得られる体動データと睡眠時脳波による睡眠深度

の関連性を明らかにすることと、臥床者の体動データによる睡眠深度の推定方法を明らかにする。

## 3. 研究の方法

### 1) 体動検知システム専用測定記録装置の試作

実際の看護介護の現場での使用を考慮した、機能や形状の条件について記録装置の研究開発を専門とする研究者と議論し、基本構成を決めた。また、試作品の作動状況は研究者自信の終夜睡眠時体動測定の検証実験によって確認した。

### 2) 体動データと睡眠時脳波による睡眠深度の関連性

研究参加に同意の得られた健康な成人男性2名を対象とした。終夜臥床時体動と睡眠時脳波を同時に測定した。脳波測定では、対象者に電極装着（国際脳波学会10-20法）し、臥床から起床まで継続して脳波を測定した。体動検知パネルをベッドもしくは布団の下に設置し、臥床から起床まで体動状況を測定した。尚、環境による睡眠への影響を考慮し、就寝環境を対象者の自宅での就寝環境に近い状態になるように配慮した。就床時刻や起床時刻も対象者の通常の生活に合わせた。得られたデータから、臥床時体動と睡眠深度の時系列変化を比較し、特徴を明らかにした。睡眠時脳波は30秒毎の睡眠深度を浅い眠り（REM睡眠、睡眠ステージ1、2）と深い眠り（睡眠ステージ3、4）に分類し、体動検知システムによって感知される体動との関連性の検討した。

## 4. 研究成果

### 1) 体動検知システム専用計測記録装置の基本構成

専用記録装置は組み込み系マイコン、液晶パネルとスイッチで構成される。

組み込み系マイコンや液晶パネルを格納するケースは、蓋を開けるだけで基盤にアクセスすることができるため、装置のメンテナンスが容易である。また、ケースはベッドサイドに設置可能な大きさや形となっている。操作を簡素化するために、制御用のスイッチは1つのみとなっている。さらに、記録ミスを防ぐためにACアダプタを接続することでスイッチが自動で入り、作動状況が確認できる仕掛けとなっている。

ACアダプターによる電源供給によ

り稼動する。計測結果の保存処理や動作ステータスの表示、測定閾値の設置などの変更が可能である。計測結果は随時SDカードメモリに保存される。保存された計測結果は、パーソナルコンピュータ上の表計算用の応用ソフトウェア上で解析する。

計測結果のうち差分が閾値（任意に設定可能）を超えた場合は一定時間記録し、それ以外は記録しないように工夫している。また、記録したデータには計測開始からの経過時間が判別できるように自動で番号が付される。

今後、計測結果をワイヤレスでパーソナルコンピュータなどの情報端末に転送し、自動で表やグラフが作成されるようなアプリケーションの開発を進めていく。現在、装置の小型化や耐久性の向上のために筐体を制作している。

## 2) 臥床者の体動データによる睡眠深度の推定法について

睡眠状態はノンレム睡眠とレム睡眠に大別できる。ノンレム睡眠には眠りの深度によって4段階に分けられる。最も浅い眠りは睡眠段階1である。睡眠段階1では寝返りや手足の動きが見られる。睡眠段階2となると睡眠段階1に比べて眠りは深くなるが外部から刺激があれば覚醒する。睡眠段階3および4は深い睡眠状態である。徐波睡眠とも呼ばれる。外部からの刺激に反応しにくい状態となる。

一方、レム睡眠では脳波上浅い睡眠状態を示すが、感覚刺激によっても容易に覚醒しないとされている。寝返りなどの動作も見られる。

睡眠中の体動の出現頻度は、睡眠段階1を除くと、レム睡眠、睡眠段階2、徐波睡眠の順に多いことや、体動が次の睡眠状態や覚醒への移行時に出現することが明らかとなっている。

体動検知システムによって対象者の就床から離床までの臥床中の動きを把握したところ、就床後しばらくすると体動は無くなるか、小さな動きのみ把握できる状態となる。その後、寝返りや腰を動かす動作に値するような大きな体動が検出されるようになり、朝に近づくにつれて頻繁に体動が見られるようになった。睡眠時脳波では、就床後から睡眠時間の前半において多く徐波睡眠が見られるなど比較的深い眠りが多く、睡眠時間の後半になるとレム睡眠や睡眠深度2が多くみられるようになった。測定できた睡眠脳波のうち、対象者の体動や電極の外

れによって正確に把握できていない部分があるものの、体動の状況と脳波による睡眠深度の時系列変化はほぼ同等であった。

以上のことから、手足を動かしたと考えられる差分値が小さい場合は、起き上がりや離床につながる動作に直接つながらないと判断できる。しかしながら、その後の体動状況を注意深く観察する必要がある。なぜならば、睡眠時間の後半において小さな動きが見られた場合は、寝返りや起き上がりの前動作である可能性からである。従って、小さな動きが見られた前後の体動状況を判断して、睡眠の深さや覚醒傾向を判定することが必要となる。

一方、寝返りや腰を動かしたと考えられる差分値が大きい場合は、覚醒傾向であることいえる。また、寝返りや腰を動かした動作のあと、数分で動作が確認できた場合は、明らかに覚醒していると考えて良いと思われる。この場合、レム睡眠中である可能性は高い。しかし、ベッドからの転倒や歩き始めの転倒を防ぐ必要がある対象を観察するタイミングとしては、離床前の動作の時点で対応が可能となるため、事故予防策としては適切であると考えられる。

また、体動検知システムにおいて体動が検知されていない状況においては、臥床者は深い眠りもしくは覚醒しているが動いていない状態と考えられる。ベッドからの転落や歩き始めの転倒を起こしやすい患者や高齢者が、就床中に動いていないことが明らかになれば、その時間は継続して観察することは必要ではなくなる。その結果、夜間など人的資源が乏しい状況においては医療看護介護の質を確保する事につなげることができる。

本研究において、臨床で利用可能な特徴を備えた体動検知システム専用の計測記録装置の基本構成を確立できた。また、体動検知システムによって得られた体動情報から睡眠深度を推定することが可能であることが確認できた。

今後、専用計測記録装置の改良や専用ソフトウェアの開発に加え、臥床者の体動情報から、離床リスクをリアルタイムに表示できる小型情報端末を開発する予定である。小規模高齢者施設の利用者を対象とした睡眠評価や安全対策に用いる監視装置として試験的に運用し、その効果や問題点を明らかにしていきたい。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 2 件)

- 1) 鹿内佳人 川上勝 兼平知実 阿部勇貴 尾崎功一、看護における臥床時の体動検出器の開発、計測自動制御学会、2009 年 12 月 26 日、芝浦工業大学 (東京)
- 2) 川上勝、試作した体動検知パネル用計測記録装置の有効性と安全性の検討、日本看護研究学会、2009 年 8 月 4 日、パシフィコ横浜 (神奈川)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

川上 勝(KAWAKAMI MASARU)

自治医科大学・看護学部・講師

研究者番号：50382958