

氏名(本籍)	かた よせ やす こ (福島県) 片 寄 泰 子 (福島県)		
学位の種類	博 士 (医 学)		
学位記番号	博 甲 第 5494 号		
学位授与年月日	平成 22 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審査研究科	人間総合科学研究科		
学位論文題目	<b>Metabolic rate and fuel utilization during sleep</b> (睡眠中のエネルギー代謝量と基質利用)		
主 査	筑波大学教授	医学博士	玉 岡 晃
副 査	筑波大学教授	医学博士	松 崎 一 葉
副 査	筑波大学講師	博士 (医学)	矢 藤 繁
副 査	筑波大学講師	博士 (医学)	高 橋 昭 光

## 論 文 の 内 容 の 要 旨

### (目的)

時間分解能に優れ、身体拘束が無いヒューマン・カロリメーターによりエネルギー消費量と酸化基質量を測定し、睡眠評価法である終夜睡眠ポリグラフ (polysomnography : PSG) を同時測定することで、以下のことを検討する。①sleep stage 間におけるエネルギー消費量と酸化基質の相違。②睡眠におけるエネルギー消費量と酸化基質の時間変化。③朝の覚醒前におけるエネルギー消費量増加傾向に伴う酸化基質の変化。

### (対象と方法)

対象は 12 名の健康な男性で、且つ、ヒューマン・カロリメーターによる 24 時間エネルギー代謝測定の経験があるものとした。測定前夜からアルコール、カフェイン含有飲料の摂取を制限し、昼寝や激しい運動などエネルギー代謝測定に影響がある行為を禁止した。18時までに夕食を摂取し、20時には測定室に来室し、実験趣旨の説明、PSG センサーの装着を行った。その後、ヒューマン・カロリメーターに入室してベットに臥床し、測定を開始した。睡眠代謝測定の前後に 30 分間の安静時代謝を測定し、翌朝の起床は自然覚醒とした。記録された脳波は 30 秒毎に REM・stage1・stage2・stage3/4・wake の 5 段階に判定し、さらに睡眠時呼吸障害や周期性四肢運動症候群などの睡眠障害の有無も判定した。ヒューマン・カロリメーター内の環境は、室温 25℃、湿度 55%にし、排気流量は毎分 70 l とした。質量分析計で 15 秒毎に計測した排気中の O<sub>2</sub> および CO<sub>2</sub> 濃度から、1 分毎の酸素消費量・二酸化炭素排出量を算出し、エネルギー消費量・RQ・糖質酸化量・脂質酸化量を求めた。代謝値のタイムラグを 2 分間とし、sleep stage とマッチングした。sleep stage は、stage2, 3/4 および REM のいずれかで、且つ、1 分間同じ stage を維持していることを条件とした。各 sleep stage における個々の平均エネルギー代謝量 (エネルギー消費量・RQ・糖質酸化量・脂質酸化量) に対して時間を共変量とした共分散分析を行い、stage2, stage3/4 および REM の 3 群で分散分析を行った。

### (結果)

被験者 12 名の年齢は  $22.5 \pm 1.1$  歳で、BMI は  $23.6 \pm 1.1$  kg/m<sup>2</sup>、除脂肪量 (fat-free mass : FFM) は  $58.1 \pm 2.4$  kg であった。睡眠効率は  $85.4 \pm 1.9$  % であった。エネルギー消費量は睡眠の前半で大きく低下し、その後は朝の覚醒までほぼ一定であった。脂質酸化量も同様の変化を示したが、一方で、糖質酸化量は覚醒前

に上昇していた。エネルギー消費量は、REMにおいてstage2およびstage3/4よりも有意に増加しており (stage2 :  $25.248 \pm 0.961$ , stage3/4 :  $24.825 \pm 0.935$ , REM :  $25.712 \pm 0.928$  kcal/kg FFM/day)、糖質酸化量はREMにおいて、stage3/4よりも有意に高値であった (stage3/4 :  $12.229 \pm 1.071$ , REM :  $13.986 \pm 1.291$  kcal/kg FFM/day)。

#### (考察)

本検討は、先行文献よりも良好な睡眠効率を示し、ヒューマン・カロリメーターがsleep stageとエネルギー代謝を検討する上で、より自然な睡眠構築下で両者の関係性を検討できる手段であると考えられる。また、睡眠中の酸素消費量・二酸化炭素排出量の変化やエネルギー消費量についてはこれまでに報告されてきたが、RQや酸化基質の経時変化を示したのは本検討が最初である。REMにおけるエネルギー消費量と糖質酸化量の増加は、REMではNREMに比べて脳活動・脳血流量が増加することが報告されており、それらの検討に一致した結果であると考えられる。また、朝の覚醒前にエネルギー消費量が上昇傾向を示すが、これには糖質酸化量の増加が伴うことが観察され、成長ホルモンやカテコールアミンなど糖代謝を促すホルモンや糖新生の亢進による関与が示唆された。

#### (結論)

平均年齢22歳の若年男性において、sleep stage.間のエネルギー消費量と酸化基質の相違について明らかにした。エネルギー消費量および糖質酸化量はstage3/4のような徐波睡眠と比較してREMにおいて増加した。また、朝の覚醒前に、エネルギー消費量とともに糖質酸化量が増加することが観察された。

### 審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は、ヒューマン・カロリメーターが、より自然な睡眠構築下でsleep stageとエネルギー代謝の関係性を検討できる手段であることを示し、睡眠中の呼吸商や酸化基質の経時変化を初めて明らかにした点で価値ある論文内容であると評価された。

よって、著者は博士(医学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。