



## エネルギー代謝と睡眠の相互作用：運動と機能性食品摂取の影響

著者	朴 寅成
発行年	2017
学位授与大学	筑波大学 (University of Tsukuba)
学位授与年度	2017
報告番号	12102甲第8343号
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/00150009">http://hdl.handle.net/2241/00150009</a>

氏 名 朴 寅成  
 学位の種類 博士（スポーツ医学）  
 学位記番号 博甲第 8343 号  
 学位授与年月 平成 29年 7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 エネルギー代謝と睡眠の相互作用：  
 運動と機能性食品摂取の影響

主	査	筑波大学教授	博士（体育科学）	前田 清司
副	査	筑波大学教授	医学博士	徳山 薫平
副	査	筑波大学教授	博士（医学）	佐藤 誠
副	査	筑波大学准教授	博士（学術）	麻見 直美

## 論文の内容の要旨

著者はまず健康を維持するには「運動」、「栄養（エネルギー代謝）」及び「休養（睡眠）」が重要であることを論じ、更にエネルギー代謝と睡眠の調節機構についての先行研究を概観し、エネルギー代謝調節と睡眠と覚醒の制御は調節因子を共有して協働しているという考えに立脚して研究を進めると述べている。

本学位論文の第一研究課題では、睡眠ポリグラフ検査中のエネルギー代謝を高時間分解能ヒューマン・カロリメータによる間接熱量測定から検討し、睡眠時エネルギー代謝の経時変化が睡眠深度と就寝後の時間経過との両者と関連していることをセミパラメトリック回帰分析により示している。睡眠時のエネルギー消費と炭水化物酸化は深睡眠でレム睡眠や入眠後の短時間の覚醒時に比較して低値となることを初めて明確に示して参考論文として発表している（Metabolism 2017）。一方、睡眠時エネルギー消費と炭水化物酸化は入眠後に減少するが、睡眠後半には上昇に転じることを明らかにした。睡眠前半には深睡眠が多く、睡眠後半にはレム睡眠や短時間の中途覚醒が多く見られるという睡眠構築の特徴を考慮して、睡眠深度の違いがエネルギー代謝に及ぼす影響を補正しても認められる経時変化であることを示している。睡眠は1日の中で最長の絶食時間でもあるが、第一研究課題で得られた知見は、睡眠時エネルギー代謝の経時変化が単に絶食時のエネルギー代謝の延長ではないことを示唆していると著者は論じた。覚醒の3～4時間前からエネルギー消費と炭水化物酸化が上昇に転じる機序や生理学的意義についても考察しているが、それを証明するまでには至っていないことを研究の限界として論じている。

第二研究課題ではクロロゲン酸の摂取が睡眠時エネルギー代謝と睡眠に及ぼす影響について検討した。脂肪の酸化を促進する食品成分として、カプサイシン、カフェイン、エフェドリン、カテキン等が知られているが、これらの多くは就寝前に摂取すると睡眠を阻害することを先行研究の概観から論じている。従って、脂肪酸化を促進する食品成分の検討に際しては、睡眠に副作用が在るか否かを併せて検

討することが重要であるとの立場から研究を進めている。著者はクロロゲン酸の摂取が睡眠時の脂肪酸化を促進する作用を長時間に亘る間接熱量測定から明らかにし、また睡眠に対してはクロロゲン酸の摂取が悪影響を及ぼさず、むしろ睡眠潜時を短縮したことを睡眠ポリグラフ検査から明らかにしている。食品成分が睡眠と睡眠時エネルギー代謝に及ぼす影響を同時に検討したのは著者の研究が初めてであり、参考論文として発表している (British Journal of Nutrition 2017)。更に心拍変動の周波数解析から自律神経機能についての検討も行っており、クロロゲン酸摂取による睡眠潜時の短縮や脂肪酸化亢進との関連を考察している。

第三研究課題においては運動が睡眠と睡眠時エネルギー代謝に及ぼす影響を検討した。本研究課題においても睡眠と睡眠時エネルギー代謝の両面から運動の影響を検討するという本学位論文の視点が貫かれている。先行研究の概観から、運動が睡眠の量を増やし、質を高めるという先行研究がある一方で、必ずしも研究の結果は一致していないと論じている。本研究では運動が深睡眠の時間を減らすという結果を得たが、著者は睡眠脳波の周波数解析からデルタ波のパワー値を計算し、短時間であっても質の高い (デルタパワー値の高い) 睡眠が運動後に観察されることを見いだしている。これに関連して、一晩に3~4回繰り返される睡眠周期 (浅睡眠→深睡眠→レム睡眠) の移行が運動により早まることを著者は初めて見いだしている。

## 審査の結果の要旨

### (批評)

エネルギー代謝は世界最高レベルの時間分解能で解析し、睡眠脳波の解析においてもゴールデン・スタンダードとされる睡眠ステージの判定方法に加えて、睡眠脳波の周波数解析や睡眠ステージの移行について新たな解析法を提案しながら研究を進めている。三つの研究課題において、異なる実験条件下いずれにおいても睡眠と睡眠時エネルギー代謝の関連を示す知見を得て考察を進めており、エネルギー代謝の研究における新たな視点を示した研究であると高く評価できる。

平成29年5月1日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもと論文について説明を求め、関連事項について質疑応答を行い、最終試験を行った。その結果、審査委員全員が合格と判定した。

よって、著者は博士 (スポーツ医学) の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認める。