

# 睡眠中の自律神経変化について

## ——円皮鍼刺激による影響の検討——

長須 達也・甲斐 範光

帝京短期大学 ライフケア学科

### 【抄録】

【はじめに】近年では、多くの国民が睡眠障害を抱へ、睡眠の質の向上が期待されている。睡眠においては、交感神経・副交感神経の活動が変動することによって深睡眠、覚醒に向かう。そこで本研究では、円皮鍼を使用した鍼刺激が、睡眠中の自律神経活動に与える影響を検討した。

【方法】5名の健常成人（男性3名、女性2名）に対して、胸部装着型デバイス（Actiheart）を使用して睡眠中の心臓の活動データを記録した。先行研究において用いられている基本穴に円皮鍼を貼付し、非介入、介入の期間を設けて実施し結果を比較検討した。

【結果】睡眠時の交感神経活動傾向について、心拍数から検討したところ非介入、介入ともに減少に向かった。自律神経活動バランスの評価として、睡眠開始から5分ごとのLF/HF比を検討し、両群とも減少から増大する傾向を示すも、有意な増大、減少は認めなかった。睡眠周期90分間の平均LF/HF値を非介入群と介入群で比較したところ、介入群が低い傾向を示した。

【考察】本研究における結果から、円皮鍼による刺激は深い睡眠に移行する際の交感神経活動の抑制に影響を与えることが示唆された。したがって、鍼刺激は睡眠の質の向上につながることを期待できると考えられた。

【キーワード】睡眠、鍼刺激、自律神経

## I. 緒言

睡眠は、疲労の回復方法として最も代表的かつ誰もが必要とするものである。しかしながら、多くの国民が睡眠障害を抱えているとされ、厚生労働省のデータによると、睡眠の質の状況について男女ともに「日中眠気を感じた」などに回答した者の割合が高いと報告されている<sup>1)</sup>。睡眠障害で最も多い不眠症（insomnia）の発生率は、米国では成人人口の約23.3%、中国においても不眠症の発生率は最大45.4%とされ、世界で増加傾向にある<sup>2, 3)</sup>。一方、疾病の発症リスクに関して睡眠障害の疫学研究から、不眠症などによって生じる睡眠不足は、高血圧や糖尿病、動脈硬化といった生活習慣病の原因になり、不安や抑うつを含む精神障害の危険因子であることも示唆されている<sup>4)</sup>。そして、疲労、注意力の低下、集中力の乱れなども密接に関係している<sup>5)</sup>。他方、睡眠障害や睡眠不足が日本の経済的損失（2000）について1.5~2兆円とする試

算が報告されている<sup>6)</sup>。睡眠不足による疾病リスクは、心身の障害だけでなく多くの問題に関係することから、有効な対策を検討するための研究が急務となっている。

睡眠の質の向上が期待されている近年において、鍼治療は睡眠障害に対して安全な治療法の1つであり、特定のツボに細い針を挿入することにより体のバランスを取り、生理機能を回復させる効果が期待されている<sup>7)</sup>。この治療法は、睡眠に対して中枢抑制の機能を改善するとの報告がある<sup>8)</sup>。また偽鍼治療と比較しても、不眠症に対する鍼治療の効果は、偽鍼治療と同等かわずかに優れているとされている<sup>9)</sup>。しかし不眠症状に対しては、画一的な中医学的配穴に基づく鍼灸治療を導入させたランダム化比較試験（RCT）の検討が散見される。各症状別の単一位鍼治療（N-of-1）試験を行った報告によると、睡眠障害に伴う身体症状の改善につながるとされる<sup>10)</sup>。また、鍋田ら<sup>11)</sup>は不眠に対する円皮鍼の効果N-of-1試験により、中途覚醒時間や睡

眠効率が改善することを検証している。しかしながら、鍼治療による不眠症に関するランダム化比較試験（RCT）結果の多くは一致点にばらつきがあり、有効性が示されつつも十分な信頼を導くまでには至っていない<sup>12)</sup>。

そこで睡眠段階と血圧の間に密接な関係があることに注目し<sup>13)</sup>、円皮鍼刺激による睡眠時の自律神経活動バランスへの影響について検討した。

## Ⅱ. 対象と方法

### 1. 対象

対象は日常生活動作に不自由を有せず、特に既往歴の無い健常な成人男性3名、女性2名（年齢は22歳から71歳（平均37.8±19.4歳）とした。被験者の身長と体重およびBMIは、各々1.65±0.09m、60±11.8kg、21.8±3.1kg/m<sup>2</sup>であった。

### 2. 方法

#### 手順

心電図R波の測定のために、胸部装着型デバイス（Actiheart, CamNtech社製）を胸部の心電図誘導位置に貼り付けた（図1）。円皮鍼の刺激部位は手首内側と足関節内側の両脚に刺入し固定した（図1）。

円皮鍼による影響を比較するため、非介入（None-Acu）、介入（Acu）の期間を設けて実施した。

睡眠中の全R波は、Actiheart software を使用し、心拍間隔（RRI）から自律神経活動の動的調節活動を反映する心拍変動解析を行った。心拍変動スペクトル（低周波数成分LFと高周波成分HF）から得られたLF/HFを自律神経バランスの検討に用いた。また心拍数（HR）をRRIから算

出し交感神経の活動の評価に用いた。HRについては、睡眠開始から5分間ごとに4.5時間を分析した。LF/HFについては、睡眠開始から5分間ごとに4.5時間の分析と、睡眠分析として30秒間ごとに90分の分析を行った。

### (1) 介入方法

先行研究において不眠に対して用いられていた経穴である神門（HT7）、内関（PC6）、三陰交（SP6）を基本穴として、左右に円皮鍼（セイリン社製パイオネックス0.6mm）を貼付し（図1）、翌日に治療者測定者が剥がすことを説明した。なお、かゆみが出た場合は患者被験者自身が剥がすように教示した。

### (2) 統計解析

統計解析ソフトEZRを用いてt検定を行い、有意差p<0.05以上を採用した。

### 3. 倫理的配慮

倫理的な配慮や研究内容、目的、方法および注意事項などを記載した研究同意書を作成し、研究責任者が対象者に説明を行い、十分に研究に対し理解を得た上で必ず同意を求め、直筆での署名を得た。また、本研究は帝京短期大学倫理委員会の承認（2022-8）を得て実施している。

## Ⅲ. 結果

### 1. 全体の睡眠時の傾向について

睡眠中の体動とHRの変化は、被検者間で就寝時刻に違いがあったものの両者は徐々に減少し、目覚めにむかって徐々に増加する傾向であった。被験者1名について睡眠開始から275分間

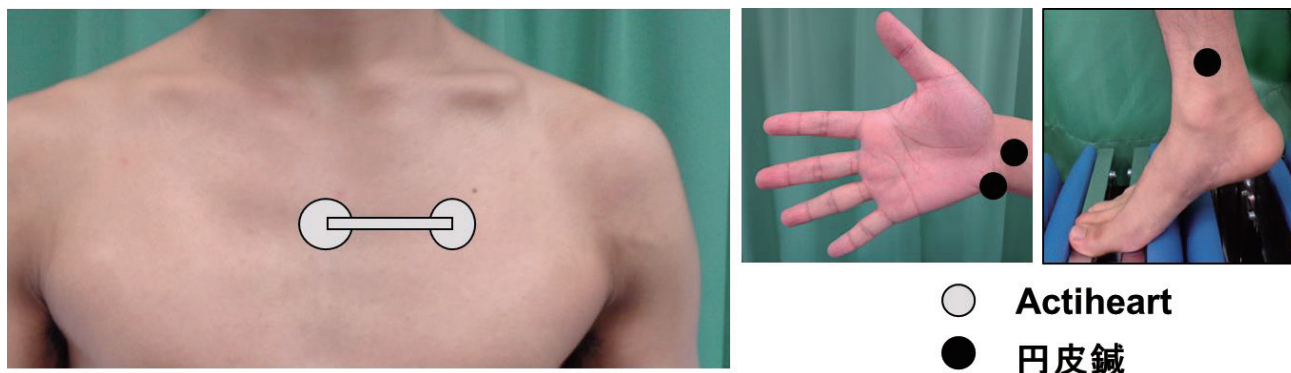


図1. 心電図R波の胸部誘導の電極位置（左図）と円皮鍼の四肢刺激の固定位置（右図）

の5分毎の平均値を示す(図2)。HRは睡眠時間が進むにつれて非介入、介入の両条件下で減少する傾向であった。LF/HF比は、非介入よりも介入条件下で低い傾向を示した。しかし、体動(Activity)においては明確な両条件下で差を認めなかった。

## 2. 全睡眠時間の前半と後半のLF/HF比について

5分ごとの心拍変動スペクトルを睡眠の前半と後半における平均LF/HF比は、有意な変化が認められなかった。None-Acu群は、全体の睡眠時間の中間に向かって増大する傾向を認めた。Acu群は、睡眠時間の後半に増大する傾向を認めた。None-Acu群の前半と後半において、平均LF/HF比は有意な減少を示した。一方、Acu群の前半と後半に有意な差は認めなかったが、増加傾向

を示した(図3)。しかし、None-Acu群とAcu群の前半、None-Acu群とAcu群の後半においては、有意な差は認めなかった(図4)。

## 3. 神経活動亢進時の比較

心拍変動スペクトルから予測した睡眠ステージグラフィーは図5に被験者1例を示した。上段はNon-Acuで、下段はAcu条件下の全睡眠時間帯の睡眠ステージグラフィーである。この予測睡眠ステージグラフィー中で深い睡眠ステージにあたる時刻を90分間(平均的ウルトラディアンリズム、睡眠周期)選択し、その間のLF/HF比を分析した。その結果、LF/HF比はNon-Acu群を100%として、Acu群に減少傾向がみられたが、統計的な有意な差は認められなかった。(図6)

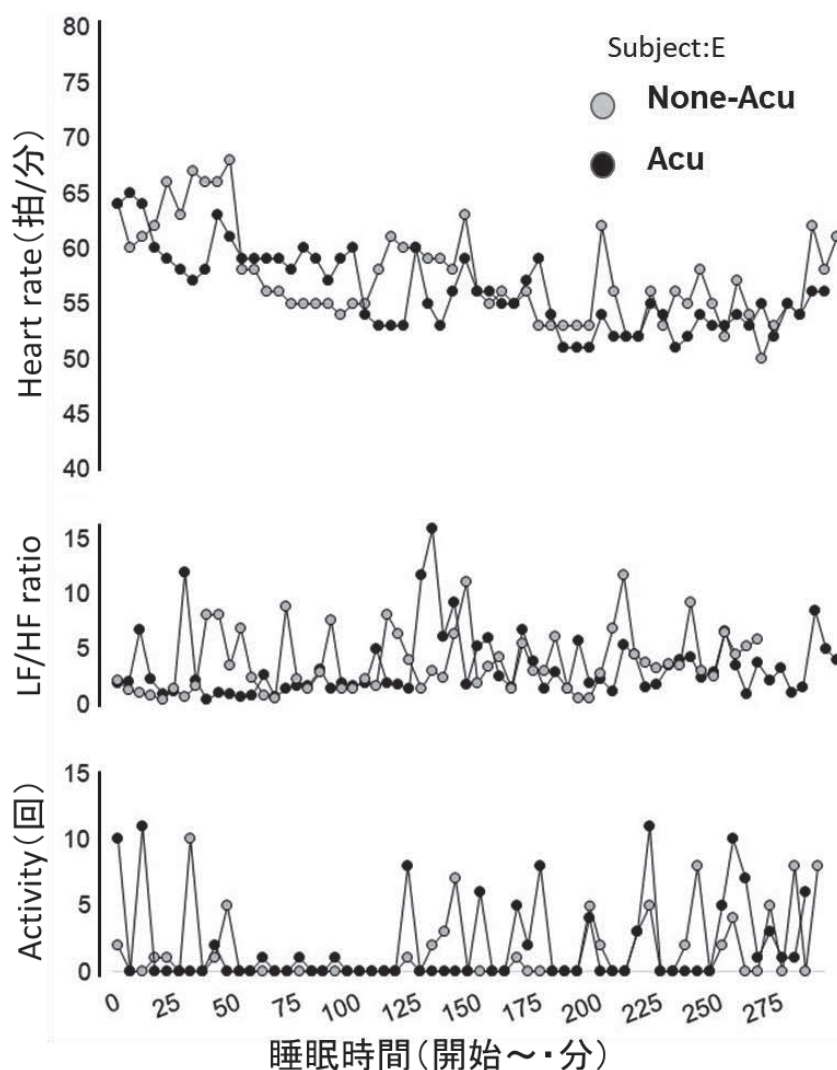


図2. 睡眠時(入眠から4.5時間)における体動(activity)、心拍変動(周波数ドメイン比、LF/HF ratio)および心拍数(HR)の経時的变化(被験者1例)。○印は非円皮鍼条件下の通常睡眠、●印は円皮鍼条件下の睡眠を示す。

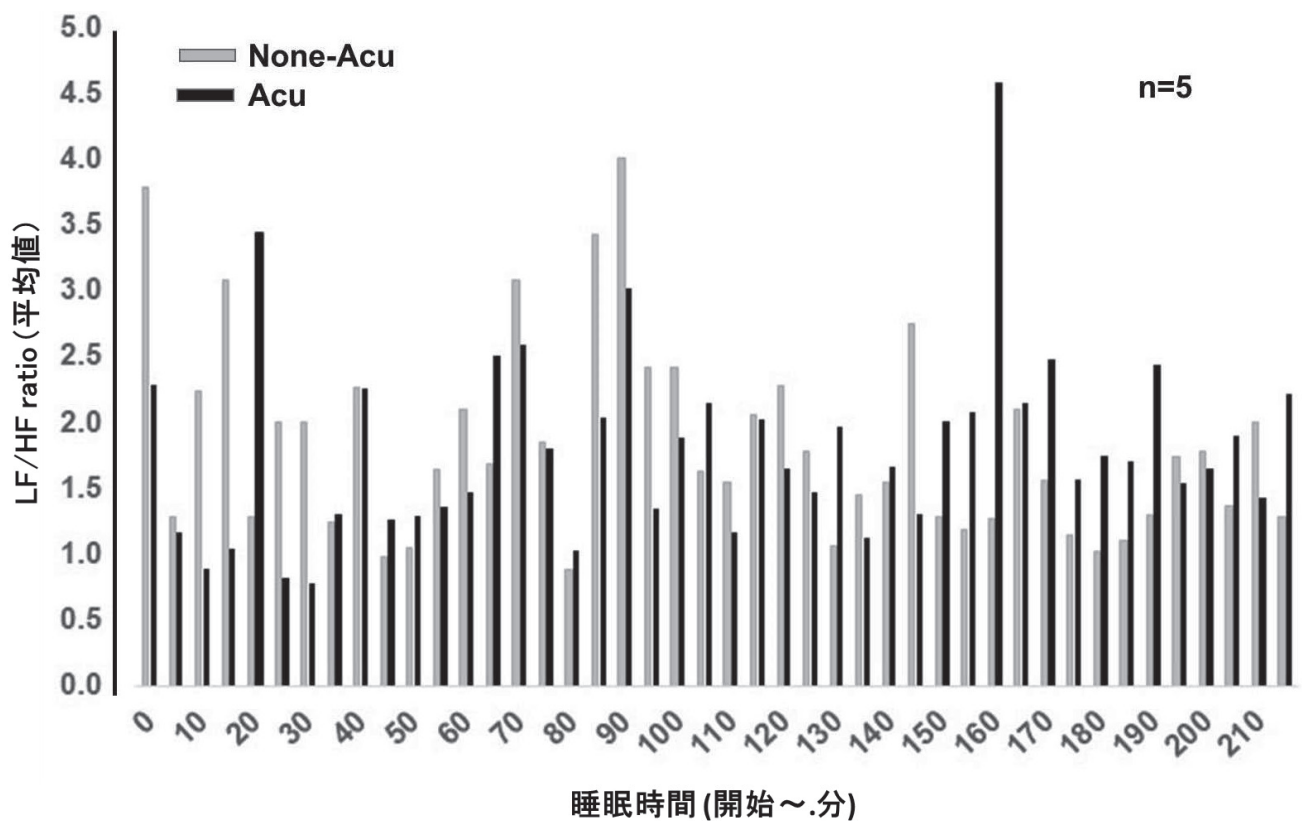


図3. 睡眠時（入眠から3.7時間）における平均 LF/HF 比の経時的変化および非円皮鍼（影色棒）と円皮鍼（黒色棒）条件下での比較.

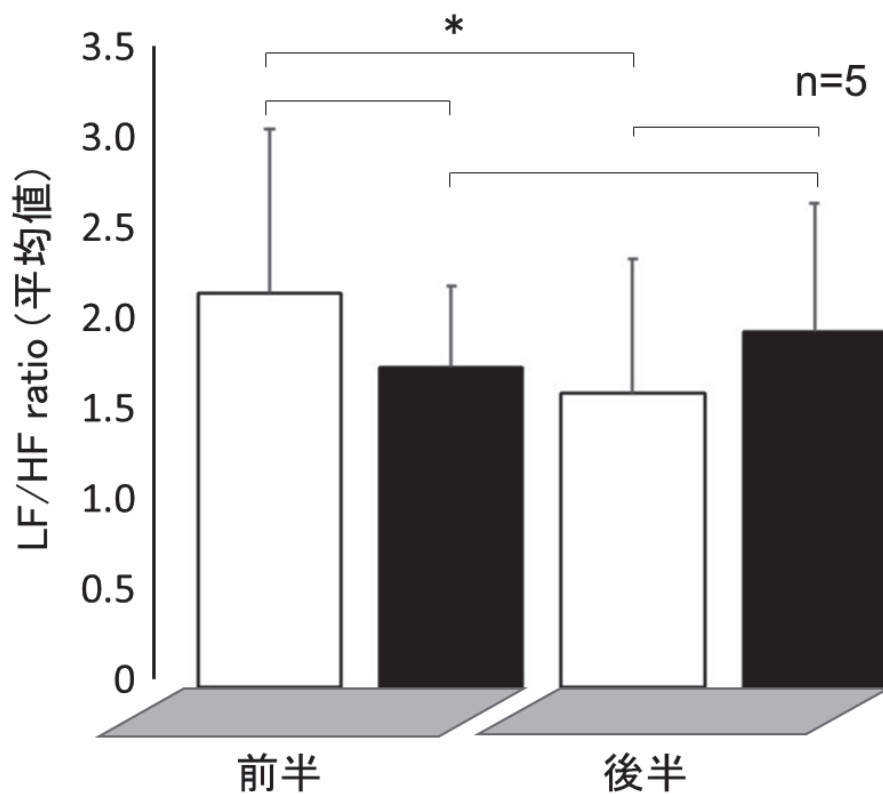


図4. 睡眠時（入眠から3.7時間）の前半・後半における平均 LF/HF 比の非円皮鍼（白色棒）と円皮鍼（黒色棒）条件下での比較. \* : p<0.05

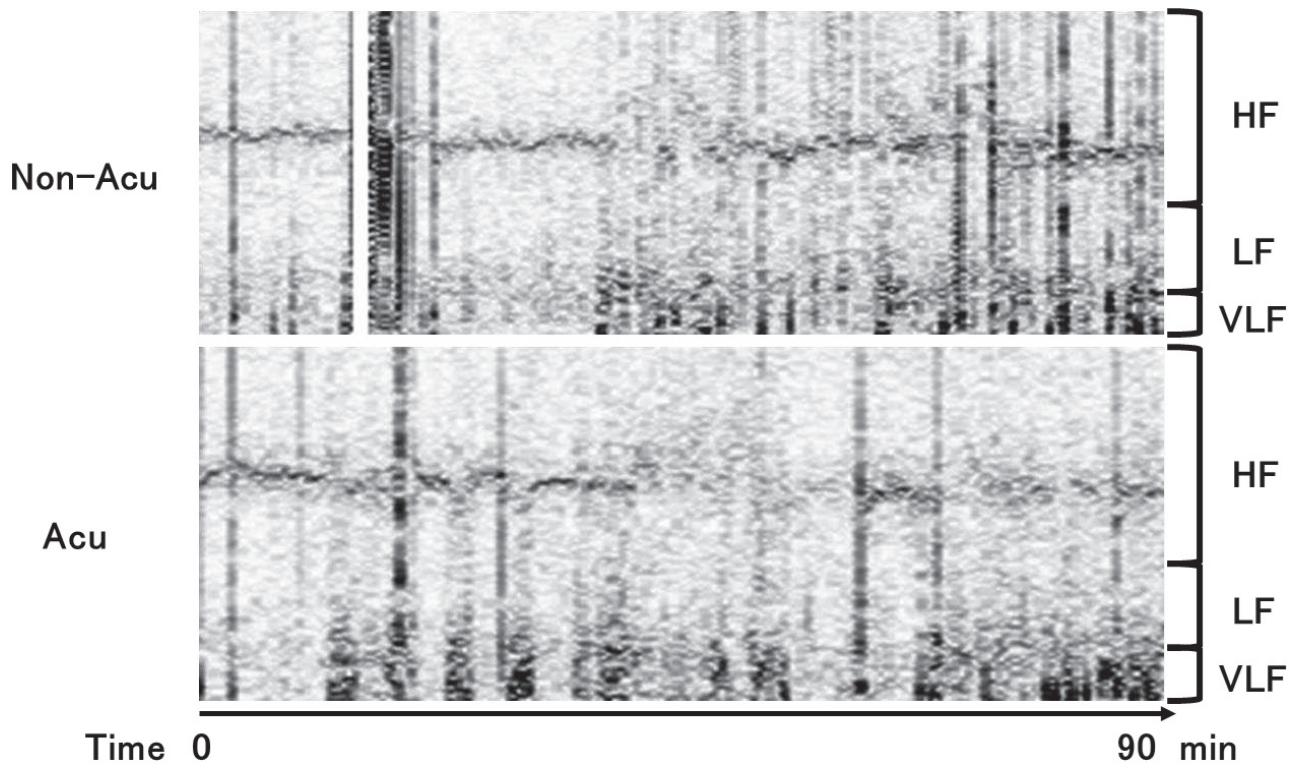


図 5. 円皮鍼刺激の有無における睡眠時の心拍変動スペクトラム変化 (被験者 1 例).  
 黒色の強い部分はスペクトル帯域 (VLF: 低周波数成分、LF: 中間周波数成分、HF: 高周波数成分) の活動の高さを示す。上図は非円皮鍼条件下、下図は円皮鍼条件下を示す。

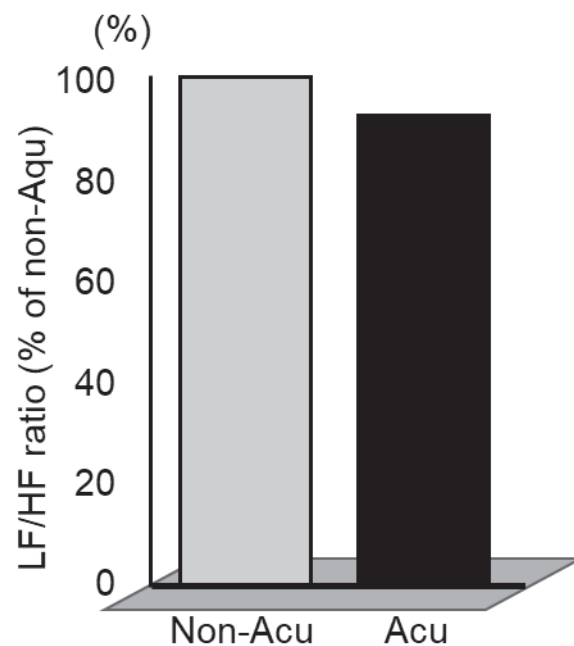


図 6. 90 分間睡眠周期 (平均的ウルトラディアンリズム) の平均 LF/HF 比における非円皮鍼 (影色棒) に対する円皮鍼 (黒色棒) の相対的变化。

## IV. 考察

本研究での被験者は、睡眠障害を訴えていない健康者を対象とした。そのため、None-Acu 群の睡眠時心拍数、神経活動においては睡眠時の通常の変化であると考えられる。心拍数について、None-Acu, Acu の両群において時間の経過に伴い減少傾向を示している。睡眠段階と血圧においては密接な関係があるとされ、血圧は夜間には昼間の平均血圧に比べ、10-20% 程度血圧低下がみられるのが正常であるとされる。入眠とともに低下し、深い NonREM 睡眠の時に最も低値をとり、覚醒時刻に先立って血圧は緩徐に上昇し、覚醒後にはさらに急峻に血圧が上昇することが知られている<sup>13)</sup>。先行研究の報告のように、本研究結果においても深い睡眠に向かうにつれて減少している現象が確認できた。有意な差は認めなかったものの、Acu においては早期に心拍数の減少を認めており、深い睡眠に向かう血圧減少が睡眠開始より早い段階で生じていると考えられた。

交感神経活動の影響を反映する LF/HF 比について、None-Acu 群において睡眠の前半で全体として高値を認め、後半では低値を示した。反対に Acu 群においては、前半で低値を認め、後半で高値を示している。これは睡眠ステージが正常者で睡眠の初期に出現することを考えれば、Acu 条件下での睡眠は副交感神経活動を高めていることが考えられる。

一方、睡眠段階と交感神経・副交感神経等のパワー値との関係を研究した報告<sup>14)</sup>によると、NonREM 睡眠時の HF のパワーは最大であり、REM 睡眠時とは際立って異なるとされる。交感神経神経活動の指標とされている LF/HF 比は、起床時刻に先立つ早朝の時間帯から起床後の 1-2 時間にかけて急激に上昇するとされる<sup>15)</sup>。明け方に REM 睡眠時の出現率が高いことによって生じているともされるが、自律神経機能の概日リズムを反映している可能性が高いと報告されており、起床前後の時間帯に交感神経系の活動の亢進が生じていると考えられている<sup>15)</sup>。

本研究の結果において、両群共に起床時刻に近づくとともに上昇傾向が認められる。両群の比較において Acu 群では、None-Acu 群に比べて早い時間で増加を認める。この結果は、起床に向けた自律神経の変動がよりスムーズに行えて

いると考えられる。

睡眠周期については、1 晩に NonREM 睡眠と REM 睡眠を 4-5 回繰り返すとされており、ウルトラディアンリズムのサイクルは約 90 分とされ、NonREM 睡眠が 60-80 分にわたって出現し、REM 睡眠が 10-30 分ほどつづいて 1 つの周期が終了する<sup>16)</sup>。予測睡眠ステージグラフィーから深い睡眠ステージにあたるウルトラディアンリズム 90 分間の睡眠周期における交感神経活動の動的調節は、None-Acu と比較して、Acu 条件下で抑制傾向にあることが推測される (図 6)。

四肢への灸刺激が自律神経活動に与える影響を調べた先行研究<sup>17)</sup>において、有意な影響を与えることができなかったと報告している。円皮鍼を使用した本研究においても、四肢への刺激において有意な差は認めなかったものの、鍼刺激の介入により交感神経がより抑制されている傾向を示した。本研究の結果より、円皮鍼による鍼刺激は自律神経活動バランスに影響を与え、睡眠の質を向上させる可能性があると考えられた。

## V. 今後の課題と展望

本研究の結果から、両四肢の手首と足首に円皮鍼を刺入刺激することによって、自律神経活動に影響を与えた可能性が示唆された。先行研究によると、鍼灸治療は複数のツボを組み合わせることや、それぞれが有する訴えの軽減が重要であるため、画一的な治療でなく、症状に合わせたオーダーメイド治療によることが有効性につながるのではないかと報告されている<sup>10) 18)</sup>。また、体温と睡眠の関係により、入眠後に四肢、特に手背および足背の皮膚温度が上昇して放熱を促し、連動して深部温度が低下することで入眠に至るとされ<sup>19)</sup>、足浴を実施することで交感神経活動の抑制による速やかな心拍数減少と睡眠の改善が報告<sup>20)</sup>されている。今後は、検討する症状に合わせたツボの数の選択を行い、自律神経活動への影響を検討するための詳細な測定が必要である。

### 【利益相反】

本研究において、開示すべき利益相反事項はない。

## 【謝辞】

稿を終えるにあたり、実験に協力いただきました皆様に深謝いたしますとともに、適切なご助言ご指導をくださいました東邦大学名誉教授室増男先生に心より深謝申し上げます。

## 【文献】

- 1) 厚生労働省. 令和元年「国民健康・栄養調査」[https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage\\_14156.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_14156.html) (2022.11.1)
- 2) Kessler RC, Berglund PA, Coulouvrat C, et al. (2011) Insomnia and the performance of US workers: results from the America insomnia survey. *Sleep*, 34:1161-71
- 3) Huan WU, An-Sheng YU. (2013) Observations on the therapeutic effect of acupuncture and moxibustion on insomnia. *Shanghai J Acupunct Moxibustion*, 6: 497e8.
- 4) Irwin MR. (2015) Why sleep is important for health: a psychoneuroimmunology perspective. *Annu Rev Psychol*, 66:143e72.
- 5) Gumenyuk V, Belcher R, Drake CL, et al. (2015) Differential sleep, sleepiness, and neurophysiology in the insomnia phenotypes of shift work disorder. *Sleep*, 38: 119e26
- 6) 宋裕姫・西野精治 (2008) 米国における睡眠障害による社会損失を減らすための国家的な試みと効果 *J UOEH*, 30: 329-52
- 7) Xuan Yin, Minghui Gou, Jian Xu, et al. (2017) Efficacy and safety of acupuncture treatment on primary insomnia: a randomized controlled trial. *Sleep Medicine*, 37: 193-200
- 8) Zhao K. (2013) Acupuncture for the treatment of insomnia. *Int Rev Neurobiol*, 111: 217e34
- 9) Shergis JL, Ni X, Jackson ML, et al. (2016) A systematic review of acupuncture for sleep quality in people with insomnia. *Complement Ther Med*, 26:11e20.
- 10) 小林絵梨子・谷口博志・松浦悠人・藤本英樹・古賀義久・安野富美子・坂井友実 (2021) 不眠症状を有する4症例に対する鍼灸治療の効果：N-of-1試験を用いた検証 *全日本鍼灸学会雑誌*, 71 (4) : 207-219
- 11) 鍋田智之・山下仁 (2015) 不眠に対する円皮鍼治療の効果 *シャム鍼対照 N-of-1 試験 全日本鍼灸会誌*, 65 (2) : 91-8
- 12) Cheuk DK L, Yeung WF, Chung KF, Wong V. (2012) Acupuncture for insomnia. *Cochrane Database Systematic Review*, (9) : CD005472
- 13) 清水徹男 (2008) 24時間の自律神経活動リズム生体医工学, 46 (2) : 154-159
- 14) Vaughn BV, Quint SR, Messenheimer JA, Robertson KR: (1995) Heart period variability in sleep. *Electroenceph Clin Neurophysiol.*, 94 (3) : 155-162
- 15) Vandewalle G, Middleton B, Rajaratnam SMW, Stone BM, Thorleifsdottir B, Arendt J, Dijk DJ: (2007) Robust circadian rhythm in heart rate and its variability ; influence of exogenous melatonin and photoperiod. *J Sleep Res*, 16:148-155
- 16) 厚生労働省 休養・こころの健康 <https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/heart/k-01-002.html> (2022.11.1)
- 17) 松熊秀明・大月隆史・堀川奈央・鍋田理恵・鍋田智之 (2020) 健康成人に対する四肢への灸刺激が深部温度、自律神経活動および入眠に与える影響 *森ノ宮医療大学紀要*, 14 : 17-26
- 18) Yu-Kai Wang, Tie Li, Li-Juan Ja, Zhong-Wen Lv, Fu-Chun Wang, Zhi-Hong Wang, Jing Mang and Zhong-Xin Xu (2020) Effectiveness and cerebral responses of multi-points acupuncture for primary insomnia: a preliminary randomized clinical trial and fMRI study": Wang et al. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 20: 254
- 19) 内山真・隆簇隆二 (2014) ヒトの体温調節と睡眠. *日温気物医誌.*, 78 (1) : 6-9
- 20) 古島智恵・井上範江・児玉有子・分島るり子 (2009) 不眠を訴える入院患者への足浴の効果 *日本看護科学会誌*, 29 (4) : 79-87

# Effects of acupuncture needle stimulation on autonomic nervous system changes during sleep

Tatsuya NAGASU • Norimitsu KAI

Department of Life Care, Teikyo Junior College

---

## **【abstract】**

The effects of acupuncture stimulation using circular skin needles on autonomic nervous system activity during sleep were 0Acupuncture needles were applied to the reactive points and the results were compared after a period of non-intervention and intervention. The sympathetic activity during sleep was calculated by using power spectrum analysis of heart rate variability.

In frequency domain of HRV analysis, LF/HF ratio was decreased at deep stage during sleep with acupuncture treatment.

Therefore, the balance of the autonomic nervous activity worked by acupuncture stimuli to suppress sympathetic activity.

The results of this study suggest that acupuncture stimulation may affect autonomic nerve activity during sleep. Therefore, the procedure could improve sleep quality.

**【Key words】** Acupuncture needles, autonomic nervous system, sleep quality