

帝京平成大学 大学院

学位論文の要旨

氏 名 内田 千加子

博士論文題目（外国語の場合には、日本語訳を付記すること。）

鍼刺激が引き起こす一過性心拍数減少反応における
体性感覚、覚醒度の関与および自律神経機能評価に関する研究
—背景脳波および心拍変動解析を指標とした検討—

要 旨

背景および目的 鍼刺激時には一過性に心拍数(HR)が減少することが知られている⁵⁾⁶⁾⁹⁾¹³⁾。このHR減少の要因は、鍼刺激がもたらす交感神経の抑制⁶⁾、または副交感神経の亢進⁵⁾¹³⁾、あるいは、交感神経の抑制と副交感神経の亢進⁹⁾のいずれかであることが薬理学的研究手法等から明らかにされている。これらの知見から、鍼刺激時には相対的な副交感神経の亢進に伴いHRが減少し、鍼治療にはリラクセーション効果があると臨床的に説明されてきた。先行研究においては、背景脳波中の α 波や θ 波を指標とした検証が行われ、鍼刺激は快適性や心地良さ、リラクセーション効果を誘導するとされている¹⁵⁾。また、鍼刺激の心地良いひびきや得気が、HRを減少させ自律神経系を副交感神経優位状態に傾ける変化と関係するとの報告もある¹¹⁾。しかし鍼刺激時には強いひびき感などあり必ずしも心地良い感覚とは限らない。ここで、脳波はわずかな眠気や注意力の低下によって変化し¹²⁾、覚醒度が低下すると δ 波、 θ 波の混入が見られる¹⁰⁾。覚醒度と有意な相関を示すのは背景脳波中の δ 波に対する α 波のパワー割合、あるいは、 δ 波と θ 波に対する α 波と β 波のパワー割合である¹⁴⁾。そこで本研究では背景脳波に対して周波数解析を行い、 δ 波と θ 波の周波数帯域のパワー割合が増加すると共に α 波と β 波の周波数帯域のパワー割合が減少して覚醒度が低下した状態を「リラックス状態」と定義した。そのうえで、鍼刺激に伴うHR減少反応に対する鍼刺激のリラクセーション効果の関与、並びに、鍼刺激感覚の関与について明らかにすることを目的とした。併せて、自律神経機能の変化を心拍変動(HRV)解析により検証した。

方法 対象は、18歳以上の健康男性とした。心電図(ECG)及び脳波(EEG)測定下で、左前腕の手三里穴(LI10)に、雀啄法(鍼を刺した状態で皮膚に垂直に上下にさせる)により周波数1Hz、刺激深度15～20mmの鍼刺激を2分間行った。測定終了後に、鍼刺激時の「痛み」「ひびき」「心地良さ」の感覚についての評価を求めた。EEGデータに周波数解析を行ってパワースペクトルを描出した。鍼刺激前および鍼刺激中の δ 波、 θ 波、 α 波、 β 波の各周波数帯域のパワー値が全パワー値に占める割合を δ 波nu、 θ 波nu、 α 波nu、 β 波nuとして、これらを背景脳波活動の指標とした。ECG波形から鍼刺激前、鍼刺激中、鍼刺激後における平均HRを算出し、併せてHRV解析結果から、低周波数帯域のパワー値(LF)と高周波数帯域のパワー値(HF)、それらのノーマライズユニットLFnu、HFnuを求め、HFnuを副交感神経機能の指標と、LF/HFを交感神経機能と副交感神経機能のバランスの指標とした。鍼刺激前と鍼刺激中および鍼刺激後の値の比較については、繰り返しのある一元配置分散分析を行い、主効果が認められた場合にはTukeyの方法による多重比較を行った。鍼刺激前と鍼刺激中の値の比較については、Wilcoxon's testを行い、相関分析はSpearman's testを行った。

結果 鍼刺激に伴い一過性にHRが減少した。この時、HFnuの有意な増加、LF/HFの有意な減少がHRV解析により確認された。HRは鍼刺激の痛み、心地良さの感覚に係らずに有意に減少し、ひびきの有無によらずに減少したが、ひびきが無い場合の減少は有意ではなかった。鍼刺激感覚に

よらずに HFnu は有意に増加、LF/HF は有意に減少した。さらに、鍼刺激中に背景脳波が徐波化（ δ 波 nu が増加し α 波 nu と β 波 nu が減少）した下位群と、速波化（ δ 波 nu と θ 波 nu が減少し α 波 nu と β 波 nu が増加）した下位群に分けると、共に、鍼刺激に伴い HR は有意に減少していた。加えて、鍼刺激に伴い背景脳波が速波化した下位群において、鍼刺激中に HFnu は有意に増加し、LF/HF は有意に減少していた。

考察 鍼刺激の痛み、心地良さの感覚に係らずに、鍼刺激は心循環器系に効果をおよぼして HR を減少させ、心臓自律神経機能は副交感神経優位状態へと変化する。鍼刺激はひびきの有無によらず自律神経機能を副交感優位状態へと変化させるが、HR 減少反応を生じるにはひびきを生じる鍼刺激情報に一定以上の強度が必要とされる。ひびきは二次痛に係ることから、HR の減少には二次痛を引き起こす神経線維の興奮の量に関わる可能性がある。背景脳波が徐波化し覚醒度が低下した下位群、速波化して覚醒度が増加した下位群、共に、鍼刺激に伴い HR が減少したことから、リラックス状態へと変化したか否かには係らずに鍼刺激は心循環器系に関与し HR を減少させる。この時、覚醒度が増加した場合においても鍼刺激は自律神経機能を副交感神経優位状態へと変化させたことから、HR 減少反応時の副交感神経優位状態への変化はリラックス状態へと変化したか否かには係らずに生じる可能性がある。動物を対象とした先行研究からは、筋肉への侵害刺激が HR を減少させ自律神経機能を副交感神経優位へと変化させることが明らかになっている¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁷⁾⁸⁾。人においても同様に、筋肉に至る鍼刺激が HR を減少させ自律神経機能を副交感神経優位状態へと変化させることが示唆された。鍼刺激に伴う HR 減少反応は、鍼刺激のリラクセーション効果、鍼刺激の痛み、心地良さの感覚にはかかわらずに生じ、自律神経機能は副交感神経優位状態へと変化することが明らかとなった。

参考文献

- 1) Bandler R, Shipley MT. Columnar organization in the midbrain periaqueductal gray: modules for emotional expression? Trends Neurosci. 1994; 17: 379-89.
- 2) Bandler R, Keay KA, Floyd N, et al. Central circuits mediating patterned activity during active vs. passive emotional coping. Brain Res Bull. 2000; 53(1): 95-104.
- 3) Bandler R, Carrive P, Zhang S. Integration of somatic and autonomic reactions within the midbrain periaqueductal gray: Viscerotopic, somatotopic and functional organization. Prog Brain Res. 2006; 87: 269-305.
- 4) Bernard JF, Bandler R. Parallel circuits for emotional coping behavior: new pieces in the puzzle. J Comp Neurol. 1998; 401: 429-36.
- 5) 今井賢治. 鍼刺激が引き起こすヒトの胃電図、瞬時心拍数および交感神経皮膚反応の変化とその機序に関する研究. 明治鍼灸医学. 1996; 19: 45-55.
- 6) Imai K, Kitakoji H. Comparison of transient heart rate reduction associated with acupuncture stimulation in supine and sitting subjects. ACP IN MED. 2003; 21(4): 133-7.
- 7) Keay KA, Bandler R. Distinct central representation of inescapable and escapable pain: observations and speculation. Exp. Physiol. 2006; 87(2): 275-9.
- 8) Lumb BM. Hypothalamic and midbrain circuitry that distinguishes between escapable and inescapable pain. News Physiol Sci. 2004; 19: 22-26.
- 9) Nishijo K, Mori H, Yoshikawa K, et al. Decreased heart rate by acupuncture stimulation in humans via facilitation of vagal cardiac activity and suppression of cardiac sympathetic nerve. Neurosci Lett. 1997; 227: 165-8.
- 10) 斎藤正範. 覚醒度を脳波で把握する. 精神神経誌. 2008; 110(9): 843-848.
- 11) Sakai S, Hori E, Umeno K, et al. Specific acupuncture sensation correlates with EEGs and autonomic changes in human subjects. Auton Neurosci. 2007; 133: 158-69.
- 12) 佐藤光源, 松岡洋夫 編集. 最新臨床脳波学. 朝倉書店: 東京: 2006; 94-95.
- 13) Sugiyama Y, Xue Y-X, Mano T. Transient increase in human muscle sympathetic nerve activity during manual acupuncture. Jpn J Physiol. 1995; 45: 337-45.
- 14) Wang D, Bai XX, Williams SC, et al. Modafinil increases awake EEG activation and improves performance in obstructive sleep apnea during continuous positive airway pressure withdrawal. Sleep. 2015; 38(8): 1297-1303.
- 15) 矢野忠, 福田文彦. 心身医学的な病態に対する鍼灸治療の効果と脳報酬系に及ぼす影響. 心身医. 2008; 48(1): 17-28.