

健常成人において腹筋運動と

腹部電気刺激療法が心臓自律神経に与える影響

三浦美佐^{1,2)}, 伊藤修²⁾, 上月正博²⁾

筑波技術大学 保健科学部 保健学科 理学療法学専攻¹⁾
東北大学大学院 医学系研究科 機能医科学講座 内部障害学分野²⁾

要旨：視覚障害者は晴眼者に比較して、ストレスを抱え、自律神経機能低下をきたすことが多いとされている。一方、下肢エルゴメータ等の運動療法や物理療法の一部は、心臓自律神経機能改善効果を有することが報告されている。しかし、腹筋運動や、腹部電気刺激による心臓自律神経活動への影響については、明らかではない。本研究では、腹筋運動と腹部電気刺激が、心臓自律神経活動に及ぼす影響を比較検討することとした。健常成人14名を腹筋運動群、腹部電気刺激群、対照群の3群に分け、それぞれの介入を4週間実施し、介入期間の前後で心臓自律神経機能を評価した結果、腹筋運動と腹部電気刺激は心臓自律神経活動の改善に有効であるが、運動と電気刺激で、それぞれ異なる心臓自律神経活動の、改善作用をもつことが示唆された。今後、視覚障害者の心臓自律神経活動の改善に応用が可能と思われる。

キーワード：心臓自律神経、腹部の運動、腹部電気刺激、健常成人、視覚障害者

1. はじめに

自律神経系は、生体の内臓機能諸器官の相互機能の調和を保つ重要な調節系である[1]。自律神経は交感神経と副交感神経からなるが、その活動性とバランスが、疾病発症や内臓活動レベル、免疫機能などにさまざまな影響を及ぼすと考えられている。たとえば交感神経活動が過剰に亢進した状態では、心筋梗塞や脳血管疾患の発症リスクが高まるとされている。一方、副交感神経活動が亢進すると、免疫能力の向上・内臓諸臓器の活動増加・排尿や排便の促進がみられる[2]。また副交感神経活動は加齢や運動不足及びストレスにより低下する[3]とされるが、ことに視覚障害者は健常者と比較すると、ストレスを抱え自律神経失調症となる傾向があるといわれている[4]。しかし、自律神経調整薬の一般的な薬であるトフィソパムの治癒率は、60%~80%程度とされている[5][6]。

最近では、軽度~中等度の慢性心不全患者に対し、全身温熱療法(和温療法：低温サウナ的一种)を4週間行ったところ、副交感神経活性の指標であるHFおよびCVRRが、有意に上昇を認め、交感神経活性の指標である血漿ノルアドレナリン濃度や、LF/HF比は有意に低下したという報告がある。

以上のことから、全身の温熱療法が、心臓自律神経機能を改善させる可能性は示唆されたが、他の物理療

法での心臓自律神経機能への影響は不明である。また、運動と比較しての影響の違いについても不明である。

そこで、本研究の目的は、健常成人を対象に、腹部電気刺激療法が心臓自律神経機能に及ぼす影響を、腹筋運動と比較検討し、新たな治療法として確立することを目的とした。

2. 対象と方法

28.1±6.8才の健常成人14名(男性8名、女性6名)を腹筋運動群5名、電気刺激群5名、対照群4名の3群に分け、運動群は腹筋運動(10回1セット×3セット、5日/週)、電気刺激群は腹部電気刺激(30分/1日、5日/週)をそれぞれ4週間実施し、介入前後の心臓自律神経活動をMemCal c法(短時間の心拍RR間隔データから心拍変動解析する方法)によって評価した。本研究は、ヘルシンキ宣言に基づいて実施し、研究開始前に全ての対象者の同意を書面で得た後に、研究を開始した。

2.1 腹筋運動の方法

非監視下において1日1回Borg強度「11~13」で両膝関節屈曲位を取らせ、「臍をのぞき込むように首を上げる」指示を与えて、10回1セットを合計30回行い、4週間継続して実施した。

2. 2 腹部電気刺激の方法

通常肩こりなどの治療に用いられる低周波電気刺激装置を第10肋骨下の外腹斜筋部に貼付し、痛み閾値以下の強度と時間で行い、1日1回30分間を4週間継続して実施した。

2. 3 対照群

通常の生活（大学院の学生生活）を送り、特別な介入は実施しなかった。

3. 心臓自律神経活動評価

3. 1 MemCalc 法による周波数解析

心電図から心拍変動（R-R 間隔）を求め、MemCalc 法（短時間の心拍 RR 間隔データから心拍変動解析を行った。この方法は、世界で自律神経機能を評価するときに用いられる一般的な周波数スペクトル解析方法である。

本研究での測定機器は「きりつ名人」（crosswell, Yokohama）（図1）を用いて、心臓自律神経活動を測定評価した。



図1 測定機器

3. 3 自律神経活動指標

Fukuda らの方法に従い、0.15 から 0.4Hz の高周波数帯域パワー密度 (msec^2/Hz) を HF, 0.01 から 0.4Hz 間の全周波数帯域パワー密度 (msec^2/Hz) を TF として HF/TF を算出し、これを心臓迷走神経系（副交感神経）活動の指標とする[7]。また 0.01 から 0.15Hz の低周波数帯域パワー密度 (msec^2/Hz) を LF とし、LF/HF・100 (%) を交感神経系活動の指標とし評価する。自律神経総活動量 CVR-R (TP) は心電図から、連続する心拍数の心電図 R-R 間隔を集計し、その R-R 間隔値を標準偏差/平均 R-R 間隔×100 (%) によって自動的に器械で算出された。

3. 4 統計分析

すべてのデータは平均値±SD で表示した。スタート時のそれぞれの群の基本属性の比較は Mann-Whitney の U 検定を使用し、群間および群内の変化は Repeated-ANOVA を用いて比較検討した後に、有意差が生じた事象には事後検定を実施した。すべての有意水準は5%未満とした。

4. 結果

介入開始前は、全ての群の、全てのパラメータに、群間差は認められなかった。また、1 回目の介入直後には、心臓自律神経活動に全ての群で、有意な変化は認められなかった。介入4週後における HR も、介入前後及び群間の変化に差は認められなかった。HF は、電気刺激群で $608.8 \rightarrow 1097.6(\text{msec}^2/\text{Hz})$ と有意に増加したが、対照群、運動群で有意な変化を認めなかった。L/H は運動群で $4.7 \rightarrow 1.4$ と有意に減少したが、対照群、電気刺激群で有意な変化を認めなかった。TP は電気刺激群で $4.9 \rightarrow 7.9$ (%) と有意に増加したが、運動群、対照群で有意な変化を認めなかった（表1）。

表 1

	対照群		腹筋運動群		電気刺激群	
	before	after	before	after	before	after
HR (bpm)	84.8 ± 15.1	84.3 ± 14.1	78.9 ± 11.9	72.9 ± 4.6	74.1 ± 23.1	67.5 ± 8.2
L/H	2.1 ± 1.0	2.3 ± 1.0	4.7 ± 1.9	1.4 ± 0.8*	3.0 ± 2.8	2.4 ± 2.3
HF (msec^2/Hz)	108.0 ± 66.3	173. ± 91.0	241.2 ± 153.7	457. ± 362.8	608.8 ± 641.1	1097. ± 520.3*
TP (%)	3.4 ± 0.9	4.2 ± 0.6	5.4 ± 1.9	4.7 ± 1.1	4.9 ± 1.9	7.9 ± 3.0*

* $p < 0.05$ vs. 4W after

5. 考察

短期間の心拍変動による心臓自律神経活動評価は、非侵襲的に、心臓自律神経活動の変化を捉えることができる[7]。Alom らによると、定期的な運動は交感神経活動を抑制して心疾患の発症を予防するとしている[8]。Kuwahata らの研究によると、物理療法の一種であ

る和温療法（低温サウナ的一种）によって，交感神経活動が抑制され，副交感神経活動が増加したという[9]。

本研究の結果からも，腹筋運動と腹部電気刺激の，心臓自律神経に与える即時効果は認められなかったが，4週間の介入による心臓自律神経活動改善への影響は認められた。また，腹部電気刺激は交感神経活動の有意な減少は，認められないものの，副交感神経活動と自律神経総活動量は有意に増加を認めた。よって，健康成人の腹筋運動と腹部電気刺激には心臓自律神経活動への影響があるが，それぞれ異なる作用があることが示唆された。

今後は対象者を増やし，性別，年齢別に検討するなどして，それぞれに有効な治療法を検討していきたい。こうした取り組みを行い，晴眼者よりもストレスが多いといわれている視覚障害者[4]の心臓自律神経活動の改善に貢献していきたいと考える。

参考文献

- [1] Bar, K.J., Wernich, K., Boettger, S., Cordes, J., Boettger, M.K., Loffler, S., Kornischka, J., and Agelink, M.W.: 'Relationship between cardiovagal modulation and psychotic state in patients with paranoid schizophrenia', *Psychiatry Res*, 2008, 157, (1-3), pp. 255-257
- [2] Hall, J.E.: 'ガイドン生理学' (エルゼビア・ジャパン, 2010. 2010)
- [3] Soares-Miranda, L., Sandercock, G., Vale, S., Santos, R., Abreu, S., Moreira, C., and Mota, J.: 'Metabolic syndrome, physical activity and cardiac autonomic function', *Diabetes Metab Res Rev*, 2012, 28, (4), pp. 363-369
- [4] Massot, B., Baltenneck, N., Gehin, C., Dittmar, A., and McAdams, E.: 'Objective evaluation of stress with the blind by the monitoring of autonomic nervous system activity', *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, 2010, 2010, pp. 1429-1432
- [5] Kato, R., Ooi, K., and Ueno, K.: '[A case in which tofisopam was effective for treatment of paroxysmal supraventricular tachycardia]', *Yakugaku Zasshi*, 2003, 123, (5), pp. 365-368
- [6] Rundfeldt, C., Socala, K., and Wlaz, P.: 'The atypical anxiolytic drug, tofisopam, selectively blocks phosphodiesterase isoenzymes and is active in the mouse model of negative symptoms of psychosis', *J Neural Transm*, 2010, 117, (11), pp. 1319-1325
- [7] Fukuba, Y., Sato, H., Sakiyama, T., Yamaoka Endo, M., Yamada, M., Ueoka, H., Miura, A., and Koga, S.: 'Autonomic nervous activities assessed by heart rate variability in pre- and post-adolescent Japanese', *J Physiol Anthropol*, 2009, 28, (6), pp. 269-273
- [8] Alom, M.M., Bhuiyan, N.I., Hossain, M.M., Hoque, M.F., Rozario, R.J., and Nessa, W.: 'Physical training induced resting bradycardia and its association with cardiac autonomic nervous activities', *Mymensingh Med J*, 2011, 20, (4), pp. 665-670
- [9] Kuwahata, S., Miyata, M., Fujita, S., Kubozono, T., Shinsato, T., Ikeda, Y., Hamasaki, S., Kuwaki, T., and Tei, C.: 'Improvement of autonomic nervous activity by Waon therapy in patients with chronic heart failure', *J Cardiol*, 2011, 57, (1), pp. 100-106

A Comparison of Electrical Stimulation and Exercise Effects on Autonomic Nervous System Activity

MIURA Misa¹⁾²⁾, ITO Osamu²⁾, KOHZUKI Masahiro²⁾

¹⁾Department of Health, Faculty of Health Sciences, Tsukuba University of Technology

²⁾Department of Internal Medicine and Rehabilitation, Tohoku University Graduate School of Medicine

Abstract: It has been reported that therapeutic exercise with a lower limb ergometer and some physiotherapy had effects on autonomic nervous functions. Unfortunately, we do not yet know if abdominal exercise and electrical stimulation have effects on autonomous nervous activities. In this study, we compared the short- and long-term effects of abdominal exercise and electrical stimulation on autonomic nervous system activities. To do so, fourteen healthy adult were assigned to one of three groups: an abdominal exercise group, an electrical stimulation group, or a control group. The members of the three groups performed each of the tasks for a four-week period. Heart rate variability, analyzed using short-term heartbeat R-R intervals, was used to examine autonomic nervous system activity. The results suggested that abdominal exercise and electrical stimulation are effective in improving autonomic nervous system activity. However, exercise and electric stimulation have their own respective autonomic nervous improvement effects.

Keywords: Electrical simulation, Exercise, Autonomic nervous activity