

寒冷昇圧試験における自律神経応答

—心拍変動のパワースペクトルからみて—

藤岩 秀樹*, 石尾 潤*, 中村 貢治*

Autonomic Response to the Cold Pressor Test

—Through the Analysis of the Power Spectrum of the Heart Rate Variability—

Hideki FUJIIWA*, Jun ISHIO*, Kouji NAKAMURA*

Abstract: The purpose of this investigation is to clarify the autonomic response to the cold pressor test (CPT) by analyzing the power spectrum of the heart rate variability (HRV). The subjects of this investigation were 10 males who were aged 16-17 years.

The results of this investigation are summarized as follows:

- 1) The parasympathetic nerve activity of the subjects decreased significantly in CPT.
- 2) The sympathetic nerve activity of the subjects increased significantly in CPT.
- 3) It is concluded from the findings that the CPT serves an effective method of testing autonomic response of young people.

Key words: autonomic nervous function, sympathetic nerve, parasympathetic nerve, heart rate variability, cold pressor test

1. はじめに

近年、わが国の子どもにおいて自律神経機能の未発達・不調が危惧されており¹⁻⁶⁾、この機能の簡易測定・評価法が求められている⁷⁻¹⁰⁾。

我々はこれまで、保健授業において「寒冷昇圧試験」を取り上げ、「からだの学習」の一環として自律神経のはたらきについて体験的に学習を進めてきた^{6) 10) 11)}。また、この際の実習データをもとに、現代の若者の自律神経機能の特徴について分析し、その結果をさらに教育の内容として還元するよう努めてきた^{10) 11)}。

寒冷昇圧試験は、体性感覚入力から心血管系交感神経遠心路、さらにはその効果器を調べる検査法として知られており、動脈血圧が検査されることが多い¹²⁾。我々もこれまで寒冷刺激前後の動脈血圧を測定し、

ODとの関連について検討してきた^{6) 10) 11)}。

近年、心拍変動 (heart rate variability) が自律神経活動を反映することが明らかにされており¹³⁻¹⁵⁾、最近では、より詳細な心拍変動の解析が可能になってきている¹⁶⁾。

そこで本研究では、若者を対象として、寒冷刺激時、およびその前後の心拍変動を測定、解析することで、この際の自律神経活動について明らかにし、「寒冷昇圧試験」の有効性について検討することを目的とした。

2. 研究方法

2.1. 対象および測定時期

対象は、本研究の趣旨を十分に説明し、同意が得られた健康な男子高専生 10 名 (年齢: 16.1±0.3 歳, 身長: 168.7±6.5cm, 体重: 58.5±6.5kg) であり、調査は、2008

(2009年12月8日受理)

*宇部工業高等専門学校 一般科体育教室

表. 対象者の身体的特性

被験者	性別	年齢	身長	体重	運動習慣
A	男	16	160	52	無
B	男	16	177	62	有
C	男	16	175	61	有
D	男	17	162	64	無
E	男	16	169	55	有
F	男	16	170	62	有
G	男	16	169	64	無
H	男	16	165	55	無
I	男	16	178	65	有
J	男	16	162	45	無
Mean±SD		16.10±0.32	168.70±6.46	58.50±6.52	

年 7 月に実施した。

対象者の身体的特性については、表に示した通りである。

2.2. 測定内容

寒冷昇圧試験¹⁷⁾は、4°Cの氷水に右手首まで1分間浸す方法を用い、寒冷刺激時(1分間)、およびその後1分間のR-R間隔を心電計(メモリー心拍計LRR-03)で測定し、パーソナルコンピューター(EPSON NA101)に記録した。なお、測定時の被験者の呼吸テンポは、メトロノーム(SEIKO DM70)によって15回/minに調節した。

計測されたR-R間隔変動データは、心拍・血圧リアルタイム解析プログラムTonam2C(GMS社製)によって、直近30秒間の周波数成分をMemCalc法¹⁸⁾によりリアルタイムに解析した。

解析周波数領域¹⁹⁾は0.04~0.15Hzを低周波数(LF)成分、0.15~0.4Hzを高周波数(HF)成分とし、全周波数成分に占めるHF成分の割合(%HF)を副交感神経活動の指標、LF成分とHF成分の比(LF/HF)を交感神経活動の指標とした。

2.3. 測定環境

測定時の室内環境は気温25.9±0.4°C、湿度57.0±2.9%であった。

2.4. 統計解析

得られたデータについて、平均値の差の検定を行う

場合には、対応のある一元配置の分散分析を実施した。また、これら一連の統計解析にはStatView 5.0 Windowsを使用し、分析結果の有意水準についてはいずれの場合も5%未満の危険率で判定を行った。

3. 結果及び考察

3.1. 対象者の特性について

本研究における対象者の体格は、身長168.7±6.5cm、体重58.5±6.5kgであった。平成20年度学校保健統計²⁰⁾によると、16歳児の全国平均値は、身長170.0±5.9cm、体重61.7±10.6kgであり、対象者のそれと比較して大きな差はない。このことから対象が一般的な体格の若者であることがわかる。

また、運動習慣について、日常の運動トレーニングが副交感神経の活動を亢進させることが指摘されているが²¹⁾、対象集団において運動習慣のある者は半数であり、またその内容も通常の運動部活動の範疇を越えていないことなどから、この点についての問題もないものと考えた。

3.2. 寒冷昇圧試験時の自律神経活動

寒冷昇圧試験時の自律神経反応について、その様子を図に示した。これは「安静時(1分間)」、「氷水浸水時(1分間)」、「回復時(1分間)」のR-R間隔変動を30秒間のセグメントに区切り、10秒毎にずらして周波数解析し、それらの結果を時系列に示したものである。

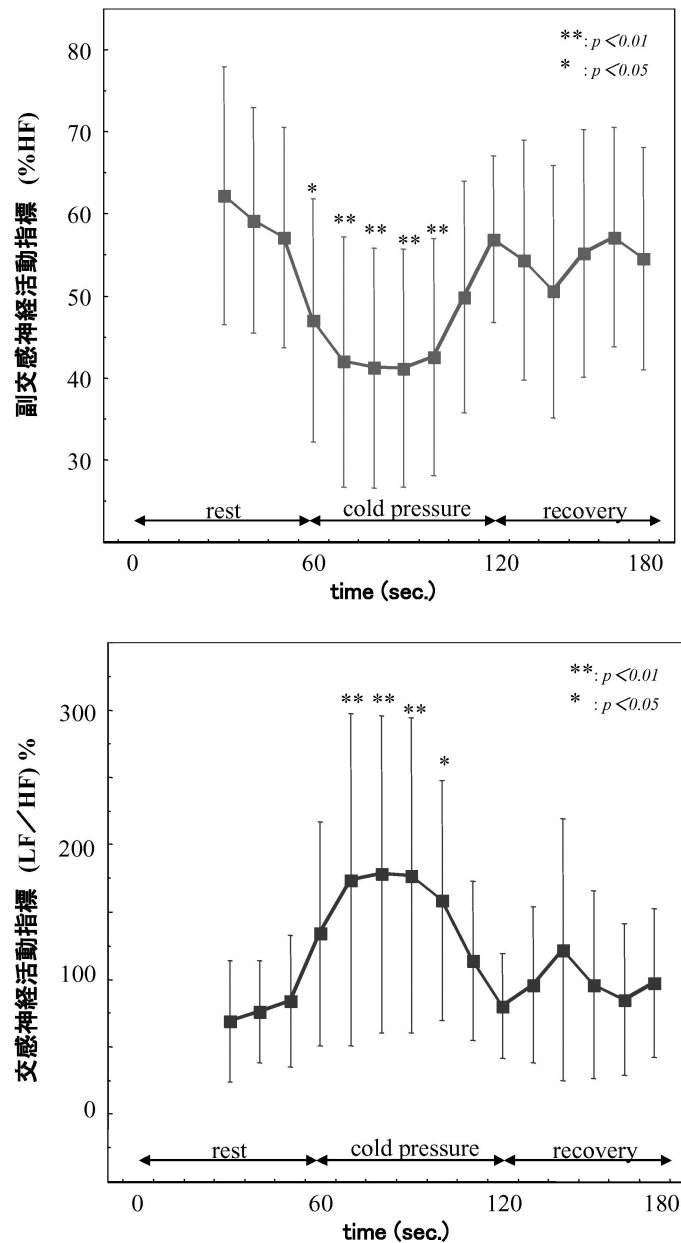


図. 寒冷昇圧試験時の自律神経活動

副交感神経活動の指標である「%HF」は、安静時には約60%程度で推移しているが、氷水浸水後は約40~50%程度と活動レベルが有意に低下していることがわかる。また回復時には約50~60%程度と安静時の活動レベルに向けて回復しつつあることもわかる (F=2.48, p<0.01)。

一方、交感神経活動の指標である「LF/HF」は、安静時には約70~80%程度で推移しているが、氷水浸水後は個人差がみられるものの約110~180%程度と活

動レベルが有意に高くなっていること、また回復時には約80~120%程度と安静時の活動レベルに向けて回復しつつあることがわかる (F=2.50, p<0.01)。

以上のことから、「寒冷昇圧試験」による“寒冷刺激”は、若者の自律神経反応を一定の精度で引き出す有効な方法であることが確認された。

4. まとめ

寒冷昇圧試験の有効性について検討することを目的に、健康な男子高専生 10 名を対象として、寒冷刺激時、およびその前後の自律神経反応について心拍変動パワースペクトル解析による詳細な分析を試みた結果、以下のことが明らかになった。

- 1) 副交感神経活動の指標である「%HF」は、氷水浸水後、有意な活動レベルの低下が認められた。
- 2) 交感神経活動の指標である「LF/HF」は、氷水浸水後、有意な活動レベルの上昇が認められた。
- 3) これらのことから、寒冷昇圧試験による“寒冷刺激”は、若者の自律神経反応を一定の精度で引き出す有効な方法であることが確認された。

付記：本研究の一部は、第 55 回日本学校保健学会（2008.11, 名古屋）において発表した。

本研究は、科学研究費補助金（若手研究（B）, 課題番号：18770226）により実施されたものである。

文 献

- 1) 正木健雄：青少年における血圧調節機能の実態及び対策に関する実験的研究, 昭和 60 年度文部省科学研究費補助金研究成果報告書, 1986
- 2) 藤岩秀樹, 正木健雄：中学生の血圧調節機能に関する研究—体位血圧反射法によって—, 発育発達研究, 第 25 号, 13-19, 1997
- 3) 藤岩秀樹, 正木健雄：青少年の血圧調節機能と OD との関連—体位血圧反射法による検討—, 日本体育大学紀要, 第 27 卷, 2 号, 251-257, 1998
- 4) 藤岩秀樹, 正木健雄：幼児における血圧調節機能の現状, 発育発達研究, 第 26 号, 74-79, 1998
- 5) 藤岩秀樹, 野井真吾, 徐 剛：体位血圧反射法に関する調査の結果比較, Report of health promotion research project for children in Japan and China, 43-50, 2001
- 6) 藤岩秀樹：子どものからだの不調と自律神経系の発達不全, 月刊地域保健, 第 38 卷, 8 号, 26-31, 2007
- 7) 藤岩秀樹, 正木健雄：体位血圧反射法の測定と評価—とくに判定基準の再吟味—, CIRCULAR, No58, 217-222, 1997
- 8) 藤岩秀樹, 正木健雄：体位血圧反射法による自律神経機能の評価—心拍変動パワースペクトル解析による検討—, CIRCULAR, No59, 151-154, 1998
- 9) 藤岩秀樹, 正木健雄：体位血圧反射法による自律神経機能の評価（第 2 報）—心拍変動の加齢に伴う変化を中心に—, CIRCULAR, No60, 139-144, 1999
- 10) 藤岩秀樹, 石尾 潤, 中村貢治：“からだの学習”教材研究—自律神経機能の簡易検査法についての検討—, 宇部工業高等専門学校研究報告, 第 53 号, 73-77, 2007
- 11) 藤岩秀樹：保健授業で取り組む「からだの学習」—“自律神経”について学ぶ—, 学校で実践！子どものからだ・心づくり（野井真吾編）, 教育開発研究所, 東京, 144-147, 2007
- 12) 國本雅也：寒冷昇圧試験, 自律神経機能検査第 3 版（日本自律神経学会編）, 分光堂, 東京, 110-114, 2003
- 13) Yamamoto Y, Hughson RL, Peterson JC : Autonomic control of heart rate during exercise studied by heart rate variability spectral analysis, J Appl Physiol, 71(3) , 1136-1142, 1991
- 14) Niedermaier ON, Smith ML, Beightol LA, Zukowska-Grojec Z, Goldstein DS, Eckberg DL : Influence of cigarette smoking on human autonomic function, Circulation, 88, 562-571, 1993
- 15) 大塚邦明：心拍変動, 時間医学とヤヌス医学, メディカルレビュー社, 東京, 47-134, 1998
- 16) Kanaya N, Hirata N, Kurosawa S, Nakayama M, Namiki A : Differential effects of propofol and sevoflurane on heart rate variability, Anesthesiology, 98(1), 34-40, 2003
- 17) 山元敏正：古典的な血行力学的検査, 自律神経機能検査第 4 版（日本自律神経学会編）, 分光堂, 東京, 149-152, 2007
- 18) 常盤野和男, 大友詔雄, 田中幸雄：最大エントロピー法による時系列解析—MemCalc の理論と実際—第 2 版, 北海道大学出版会, 北海道, 2008
- 19) 早野順一郎：心拍変動による自律神経機能解析, 循環器疾患と自律神経機能 第 2 版（井上博編）, 医学書院, 東京, 71-109, 2001
- 20) 文部科学省：平成 20 年度学校保健統計調査, 速報, 2009
- 21) Domenico B, Mario P, Vincenzo C, Claudio A, Angiolino I, Massimo R, Roberto B, Fortunato M : Intensive training and cardiac autonomic control in high level athletes, Medicine & Science in Sports & Exercise, 30, 691-696, 1998