

原 著

振動障害の診断におけるマルチチャンネル・プレチスモグラフィーを用いた冷却負荷指血圧検査の妥当性

那須 吉郎¹⁾, 黒沢 洋一²⁾, 朝田 政克³⁾, 小笠原和宏⁴⁾
木戸 健司⁵⁾, 豊永 敏宏⁶⁾, 池田 天史⁷⁾, 藤原 豊⁸⁾

¹⁾山陰労災病院・振動障害センター

²⁾鳥取大学医学部健康政策医学分野

³⁾北海道中央労災病院・振動障害センター・血管外科

⁴⁾釧路労災病院・外科

⁵⁾愛媛労災病院・整形外科

⁶⁾九州労災病院・勤労者リハビリテーションセンター

⁷⁾熊本労災病院・整形外科

⁸⁾KKR 札幌医療センター代謝・内分泌科

(平成 26 年 5 月 23 日受付)

要旨:【目的】振動障害の診断におけるマルチチャンネル・プレチスモグラフィーを用いた冷却負荷指血圧検査の妥当性を調べた。

【方法】レイノー現象がみられる 22 名の振動障害患者と年齢と施設をマッチングした健常対照者 22 名を対象とした。International Organization for Standardization (ISO) により定められた振動障害の冷却負荷指血圧検査法 (ISO 14835-2) の国際基準にもとづき、マルチチャンネル・プレチスモグラフィーを用いて母指を除く 4 指の FSBP% 値を測定した。測定は、2011~2012 年の冬期に室温 $21 \pm 1^{\circ}\text{C}$ で行った。

【結果】振動障害患者は対照群に比較して 4 指すべてで、FSBP% 値が統計学的に有意に低下していた。第 3 指の敏感度と特異度は、それぞれ 72.7%, 95.5% と比較的高かった。

【結語】振動障害の末梢循環障害の診断に関して、マルチチャンネル・プレチスモグラフィーを用いた冷却負荷指血圧検査の診断の妥当性は比較的好いといえる。

(日職災医誌, 63: 19-23, 2015)

—キーワード—

冷却負荷指血圧検査, 振動障害性レイノー現象, 診断の妥当性

はじめに

振動障害の診断は上肢の末梢循環障害, 末梢神経障害, 筋骨格系の障害のそれぞれについて行うが, 末梢循環障害の評価の重要なポイントはレイノー現象の有無の確認である。1970 年代に Nielsen ら¹⁾は, 手指冷却後の手指血圧測定 (FSBP%) を行い, 一次レイノー現象の患者の診断に極めて有効であることを報告した。その後, 振動障害患者のレイノー現象 (Vibration-induced white finger VWF) の診断にも有効であることが多数報告された^{2)~11)}。このような研究結果に基づいて 2005 年に International Organization for Standardization (ISO) により

振動障害の冷却負荷指血圧検査法 (ISO 14835-2, 2005)¹²⁾ としてこの方法の測定条件の標準化が行われた。従来の方法は, 図 1a に示したように, 1 指の FSBP% の測定法であった^{2)~11)}。測定条件の標準化の中で, 4 指を同時測定するマルチチャンネル・プレチスモグラフィーを用いた冷却負荷指血圧検査も推奨された (図 1b)。この方法は, 同時に 4 指測定できる利点がある。しかし, 我が国では, この方法による診断の妥当性についての報告はまだない。今回の研究目的は, 本法による診断の妥当性を明らかにすることである。

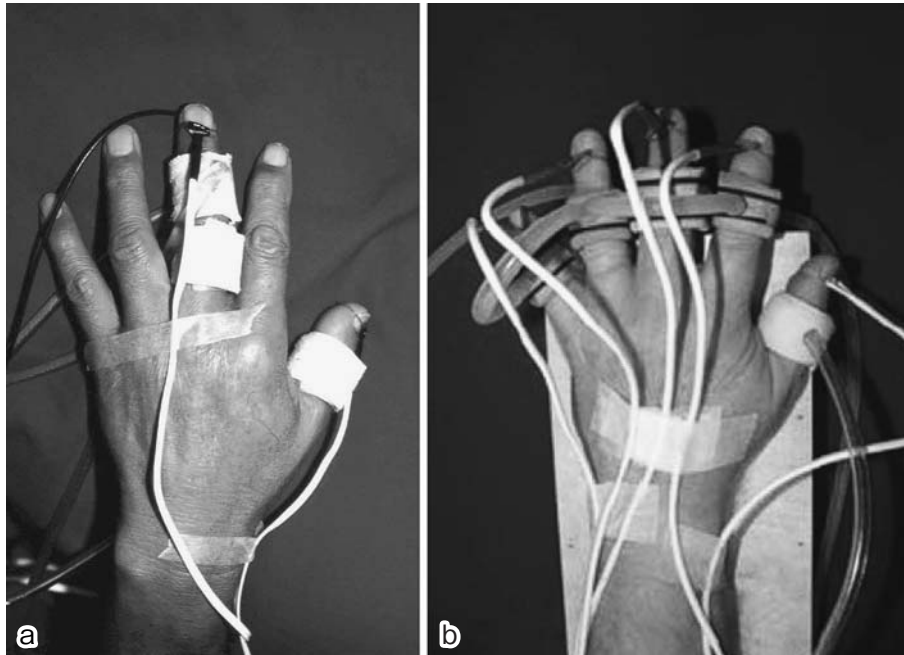


図1 冷却負荷指血圧検査の測定法

- a: 従来の1指の冷却負荷指血圧検査 (母指は対照)
 b: 4指を同時測定するマルチチャンネル・プレチスモグラフィ (母指は対照)

対象と方法

対象は、北海道中央労災病院、北海道中央労災病院脊損センター、釧路労災病院、山陰労災病院、愛媛労災病院、熊本労災病院が参加する多施設共同研究「FSBP%に及ぼす頸部脊髄症、頸椎症性神経根症、絞扼性神経障害、糖尿病の影響に関する研究」(独立行政法人 労働者福祉機構)において、報告のあった振動障害患者65名と健常対照者243名を対象とした。振動障害患者65名のうち、手根管症候群、頸椎症性神経根症、絞扼性神経障害、糖尿病、肘部管症候群のいずれかを合併した14名を除いた51名を症例として、健常対照者を年齢(±2歳)と施設をマッチングしたところ、34ペアの症例・対照が得られた。さらに、過去にレイノー現象を有しない症例、過去2年間以上レイノー現象を経験しない症例を含むペアを除外して振動障害症例・対照22ペアを分析対象とした。

冷却負荷指血圧測定には、マルチチャンネル・プレチスモグラフィ(HVLab社製 イギリス)を用いた。第1指に圧測定用のカフを右手第II~V指の中節に冷却・圧測定用カフを、末節に指の容積変化を検出する strain-gauge を装着した(図1b)。指の中節に巻いたカフに10℃の冷水を上腕収縮期以上の圧をかけながら循環させ指を5分間の冷却した後手指収縮期血圧を測定した。これを負荷温度35℃と10℃で繰り返し、第II~V指の冷却前の手指収縮期血圧に対する冷却後の値の割合FSBP%を求めた。測定は、夏期を除いた期間、室温21℃で30分の安静後行った。被験者には測定前に十分に説明

し、同意を得た。本研究を行うにあたり、労働者健康福祉機構の倫理審査委員会の承認を得た。

統計学的分析は、統計パッケージSPSSを用いて、対応のある2群の差の比較にはWilcoxonの符号付和検定を行った。検査の妥当性の指標であるReceiver Operating Characteristic (ROC) 曲線の作成・分析には、統計パッケージMedcalを用いた。

結果

対象とした振動障害症例・対照22ペアの特性を表1に示した。振動障害患者は過去2年以内にレイノー現象を経験した人で、平均工具使用年数は20.3年であり、振動曝露中止後平均16.4年が経過している。ストックホルムスケールの血管障害の症度の分布は、ステージ1, 2, 3がそれぞれ4人, 11人, 7人であった。尚、使用工具は、チェーンソー4人、ピックハンマー・削岩機10人、グラインダー4人、その他4人であった。

表2に対照群と振動障害患者の第2~5指のFSBP%値を示した。振動障害患者は対照群に比較して4指すべてで、FSBP%値が統計学的に有意に低下していた。図2に第2~5指のFSBP%値によるROC曲線を示した。表3に、ROC曲線下面積(AUC: area under the curve)と最適のカットオフ値と感度と特異度を示した。第3指のAUCは0.842であり他の指に比較して高い値を示した。第3指の最適のカットオフ値は82.7%で、感度と特異度は、それぞれ72.7%, 95.5%と比較的高かった。

表1 対象者の特性

	例数	年齢	振動曝露 期間 (年)	振動曝露 中止後経過年数 (年)	ストックホルムスケール		
					ステージ1	ステージ2	ステージ3
対照	22	61.8±12.2	—	—	—	—	
振動障害	22	61.3±12.3	20.3±11.6	16.4±14.6	4	11	7

Mean±SD

表2 対照と振動障害のFSBP%値の比較

	例数	第II指	第III指	第IV指	第V指
対照	22	91.5 (71.0～142.8)	94.7 (77.8～125.3)	93.0 (79.0～139.0)	94.9 (66.8～131.6)
振動障害	22	77.4 (0.0～108.0)*	72.8 (0.0～113.2)*	74.6 (0.0～105.5)*	73.6 (0.0～112.2)*

中央値 (最小～最大)

*p<0.01

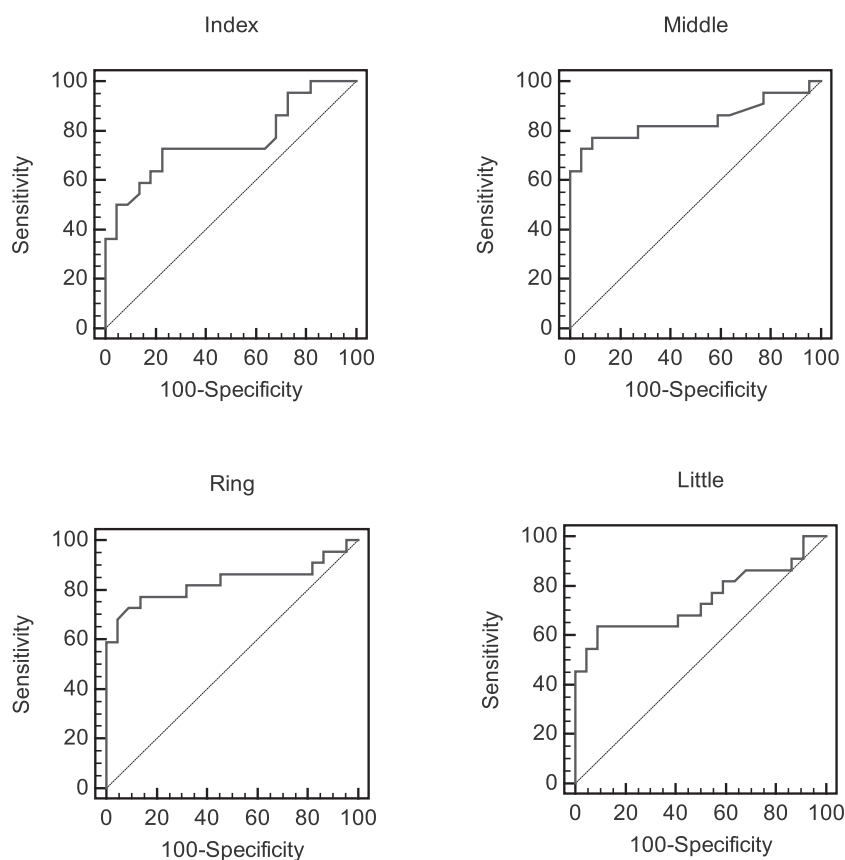


図2 FSBP%による振動障害性レイノー現象の診断のROC曲線

表3 振動障害性レイノー現象に対するFSBP%の診断の妥当性

	II	III	IV	V
AUC	0.758*	0.842**	0.832**	0.743*
FSBP%のカットオフ値	85.0%	84.2%	81.9%	80.6%
敏感度	72.7%	72.7%	68.2%	63.6%
特異度	77.3%	95.5%	95.5%	90.9%

*p<0.01 **p<0.001

AUC : area under the curve

考 察

マルチチャンネル・プレチスモグラフィーを用いた Poole ら¹³⁾の報告では、敏感度が低いと報告されている。彼らの研究では、91% から 95.2% の特異度に対して、敏感度は 44% から 61% であった。第3指では、特異度 95.2% に対して、敏感度は 52.4% であった。今回の研究では、第3指の特異度 95.5% に対して、敏感度は 72.7% であり、Poole¹³⁾らの報告よりも今回の研究の敏感度が高

い。その違いとしては、室温が考えられる。Pooleらは、室温 $22 \pm 2^\circ\text{C}$ であり、今回の研究では $21 \pm 1^\circ\text{C}$ と、 1°C 低い。室温は測定結果に影響を与えることはよく知られており、低い室温では寒冷負荷が強くなり、FSBP%値が低下し、感度が高くなる。ただ、室温を下げすぎると被験者の苦痛などにより測定が不安定となる。ISO 14835-2の国際標準¹²⁾では、室温 $21 \pm 1^\circ\text{C}$ が推奨されている。そのため、Pooleらの低い感度は、室温が高いことと関連していると推察される。

これまでの多くのFSBP%測定の研究では、1指のFSBP%の測定法であった。その報告と比較すると、4指を同時測定するマルチチャンネル・プレチスモグラフィを用いたFSBP%測定の感度は低いかもしれない。方法論的原因としては、1指のFSBP%測定法では、最も症状の強い指で行うことや、図1で示したように、基節部に閉塞用のカフを指の冷却効果を高めることが感度を高めると考えられる¹⁴⁾。別の原因として、対象者の違いが考えられる。今回の研究では、振動障害患者は、振動曝露を中止して平均16年が経過しており、それがFSBP%値に影響していると考えられる。

今研究の問題点としては、対象者が少ないことや、前述したように、振動曝露後の長期間経過したことによる影響があげられる。このようなことから、今回用いたカットオフ値をそのまま診断に適用することは問題がある。今後振動曝露中止数年以内の症例を増やして検討する必要があるといえる。

以上いくつかの問題点はあるが、振動障害の末梢循環障害の診断に関してISO 14835-2の国際標準¹²⁾にもとづくマルチチャンネル・プレチスモグラフィを用いた冷却負荷指血圧検査による振動障害の末梢循環障害に対する診断の妥当性は比較的良好といえる。

結 論

振動障害の末梢循環障害の診断に関して、マルチチャンネル・プレチスモグラフィを用いた冷却負荷指血圧検査の診断の妥当性は比較的良好といえる。

本稿の要旨は、第61回日本職業・災害医学学会大会2013年11月30日・12月1日に発表された。

謝辞：この研究は独立行政法人労働者福祉機構の「振動障害の研究開発」における「FSBP%に及ぼす頸部脊髄症、頸椎症性神経根症、絞扼性神経障害、糖尿病の影響に関する研究」(主任研究者 那須吉郎)によるもの一部である。

利益相反：利益相反基準に該当無し

文 献

- 1) Nielsen SL, Lassen NA: Measurements of digital blood pressure after local cooling. *J Appl Physiol* 43: 907—910, 1977.
- 2) Olsen N, Nielsen SL: Diagnosis of Raynaud's phenom-

non in quarrymen's traumatic vasospastic disease. *Scand J Work Environ Health* 5: 249—256, 1979.

- 3) Ekenvall L, Lindblad LE: Digital blood pressure after local cooling as a diagnostic tool in traumatic vasospastic disease. *Br J Ind Med* 39: 388—391, 1982.
- 4) Olsen N, Nielsen SL, Voss P: Cold response of digital arteries in chain saw operators. *Br J Ind Med* 38: 82—88, 1982.
- 5) Ekenvall L, Lindblad LE: Vibration white finger and digital systolic pressure during cooling. *Br J Ind Med* 43: 280—283, 1986.
- 6) Bovenzi M: Vibration white finger, digital systolic blood pressure, and some biochemical findings on workers operating vibrating tools in the engine manufacturing industry. *Am J Ind Health* 14: 575—584, 1988.
- 7) Olsen N: Diagnostic test in Raynaud's phenomena in workers exposed to vibration: a comparative study. *Br J Ind Med* 45: 426—430, 1988.
- 8) Kurozawa Y, Nasu Y, Nose T: Diagnostic value of finger systolic blood pressure in the assessment of vasospastic reactions in the fingerskin of vibration-exposed subjects after finger and body cooling. *Scand J Work Environ Health* 17: 184—189, 1991.
- 9) Kurozawa Y, Nasu Y, Oshiro H: Finger systolic blood pressure measurement after finger cooling. Using the Laser-Doppler method for assessing vibration-induced white finger. *J Occup Med* 34: 683—686, 1992.
- 10) Bovenzi M: Digital arterial responsiveness to cold in healthy men, vibration white finger and primary Raynaud's phenomenon. *Scand J Work Environ Health* 19: 271—276, 1993.
- 11) Bovenzi M: Finger systolic blood pressure indices for the diagnosis of vibration-induced white finger. *Int Arch Occup Environ Health* 75: 20—28, 2002.
- 12) International Standard: Mechanical vibration and shock—Cold provocation tests for the assessment of peripheral vascular function—Part 2. Measurement and evaluation of finger systolic blood pressure. ISO 14835-2 2005.
- 13) Poole K, Elms J, Mason HJ: The diagnostic value of finger systolic blood pressure and cold-provocation testing for the vascular component of hand-arm vibration syndrome in health surveillance. *Occupational Med* 54: 520—527, 2004.
- 14) Kurozawa Y, Nasu Y, Oshiro H: Finger systolic blood pressure measurement after finger cooling. Using the Laser-Doppler method for assessing vibration-induced white finger. *J Occup Med* 34: 683—686, 1992.

別刷請求先 〒683-8503 米子市西町 86
鳥取大学医学部健康政策医学分野
黒沢 洋一

Reprint request:

Youichi Kurozawa

Division of Health Administration and Promotion, Department of Social Medicine, Faculty of Medicine, Tottori University, 86, Nishicho, Yonago-shi, Tottori, 683-8503, Japan

Diagnostic Validity of Finger Systolic Blood Pressure after Cold Provocation using Multi-channel Plethysmography for Assessing VWF

Yoshiro Nasu¹⁾, Youichi Kurozawa²⁾, Masakatsu Asada³⁾, Kazuhiro Ogasawara⁴⁾, Kenji Kido⁵⁾,
Toshihiro Toyonaga⁶⁾, Takashi Ikeda⁷⁾ and Yutaka Fujiwara⁸⁾

¹⁾Clinical Research Center for Hand-Arm Vibration Syndrome, Japanese Labor, Health and Welfare Organization, San-in Rosai Hospital

²⁾Division of Health Administration and Promotion, Department of Social Medicine, Faculty of Medicine, Tottori University

³⁾Department of Vascular Surgery, Hokkaido Chuo Rosai Hospital

⁴⁾Department of Surgery, Kushiro Rosai Hospital

⁵⁾Department of Orthopedic Surgery, Ehime Rosai Hospital

⁶⁾Clinical Research Center for Worker's Rehabilitation, Kyushu Rosai Hospital Center for Preventive Medicine

⁷⁾Department of Orthopedic Surgery, Kumamoto Rosai Hospital

⁸⁾Department of Internal Medicine, KKR Sapporo Medical Center

Object: We examined diagnostic validity of finger systolic blood pressure after cold provocation using multi-channel plethysmography for assessing vibration-induced white finger (VWF).

Methods: Study subjects were 22 patients with active VWF and matched healthy controls on hospital and age. Measurement of FSBP after cold provocation (FSBP%) was taken in accordance with the international standard ISO 14835-2 using multi-channel plethysmography (ISVR Southampton UK). All the measurements were conducted at $21 \pm 1^\circ\text{C}$ in winter from 2011 to 2012.

Results: The FSBP% values of all 4 fingers were significantly lower in the VWF patients than the controls. The sensitivity and specificity on the middle finger were 72.7% and 95.5%, respectively.

Conclusions: The diagnostic accuracy of the FSBP test to identify VWF seemed to be relatively valid.

(JJOMT, 63: 19—23, 2015)