

加齢が振動覚閾値検査におよぼす影響 —多施設共同研究

黒沢 洋一¹⁾, 石垣 宏之²⁾, 那須 吉郎²⁾

¹⁾鳥取大学医学部健康政策医学分野

²⁾山陰労災病院振動障害研究センター

(平成 24 年 5 月 16 日受付)

要旨：振動障害による末梢神経障害の検査として振動覚閾値検査が広く行われているが、加齢の影響は不明である。多施設共同研究により、わが国で広く用いられている AU-02 振動覚計と近年作成された ISO13091-1 規準に準じた HVLab 振動覚計を用いて振動覚閾値検査における加齢の影響を調べた。同時に施設間差についても検討した。5 施設の非暴露健常者 (20~79 歳) 210 名を対象とした。AU-02 振動覚計の振動覚検査値では施設間差が大きく影響していたが、HVLab 振動覚計の振動覚閾値検査では有意な施設間差が見られなかった。年代による差は、AU-02 振動覚計の 63Hz 検査値において軽度みられたが、125Hz では見られなかった。HVLab 振動覚計では、年代による差はなかった。ISO 規準に準じた振動覚閾値検査では、20~60 歳代までの範囲であれば、加齢の影響は少ないと考えられる。

(日職災医誌, 60 : 322—325, 2012)

—キーワード—

加齢影響, 振動覚検査, 振動障害の診断

はじめに

振動障害による末梢神経障害の検査として振動覚閾値検査¹⁾が広く行われている。一般的に知覚機能は加齢の影響を受けると考えられるが、振動覚閾値検査における加齢の影響は不明である。振動覚閾値に加齢は影響を及ぼすという報告がある^{2)~4)}一方で、影響しないという報告も見られる^{5)~7)}。振動覚閾値への加齢の影響が明確でない要因の一つとして、振動覚閾値の測定方法 (振動覚計) が様々であることが上げられる。そこで、振動覚閾値検査における加齢の影響を調べるために、わが国で広く用いられている AU-02 振動覚計 (リオン株式会社 日本) と近年作成された国際基準 (ISO)⁸⁾に準じた HVLab 振動覚計 (サザンプトン大学・音振動研究所 UK) を用いて振動覚閾値検査における加齢の影響を調べた。同時に、検査値の施設間差についても検討した。

対象と方法

対象は、北海道中央労災病院、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「振動障害の末梢神経障害の客観的検査法としての振動覚閾値検査、痛覚閾値、触覚閾値、電流知覚閾

値、末梢神経伝導速度の有効性に関する研究」(独立行政法人 労働者健康福祉機構)における、健常対照者 (20~79 歳) として報告のあった 210 名とした (2012 年 3 月現在)。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。

振動覚検査は、AU-02 振動覚計 (リオン社 日本) と HVLab 振動覚計 (サザンプトン大学・音振動研究所 UK) の 2 種類で 63Hz と 125Hz で測定した (写真 1)。第 2 指と第 5 指で測定した。AU-02 振動覚計では、手掌を水平に保ち、指を軽く伸ばし、指先を軽く振動子に接触させて行う。検査者が閾値を 2.5dB づつ上げ (上昇法)、感知するか否かを聞き (force choice method)、その操作を 2~3 度繰り返して閾値を決定した。HVLab 振動覚計では、指先を振動子に接触させ、一定の接触圧 (0.7~2.3 N) で押すように指示し、モニターした。閾値の決定は、コンピューター制御による von Békèsy 法を用いて行った。刺激レベルを徐々に弱いレベルから高いレベルに上昇し、その後、再び弱いレベルに下降させ、被験者は振動を感受している間、反応ボタンを押し続ける。この操作を自動的に繰り返し、その平均値から閾値を求める方法である。

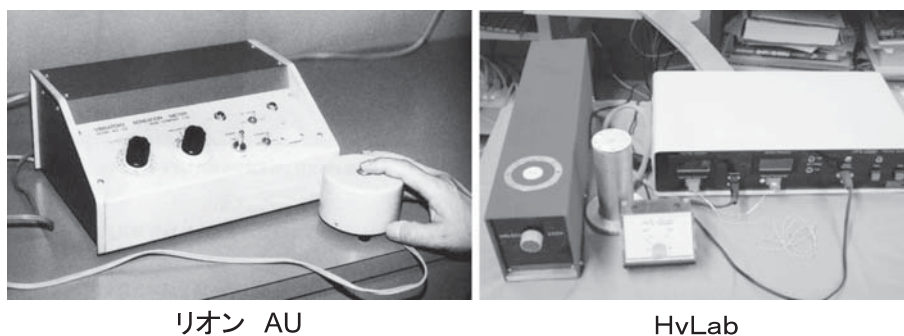


写真1 振動知覚閾値検査

表1 施設別、年代別の対象者数(人数)

| | A | B | C | D | E | 計 |
|-------|----|----|----|----|----|-----|
| 20歳代 | 7 | 6 | 8 | 6 | 10 | 37 |
| 30歳代 | 13 | 4 | 19 | 17 | 5 | 58 |
| 40歳代 | 15 | 3 | 7 | 9 | 5 | 39 |
| 50歳代 | 13 | 3 | 7 | 16 | 10 | 49 |
| 60歳代～ | 4 | 2 | 2 | 1 | 18 | 27 |
| 計 | 52 | 18 | 43 | 49 | 48 | 210 |

夏期を除いた期間、室温下で30分の安静後行った。皮膚温もモニターし30℃以上で検査を行った。

各施設の振動覚閾値の平均、標準偏差、中央値、最大・最小値について計算した。各振動覚閾値に対する年代と施設の影響について、一般線形モデルを用いて調べた。年代を固定効果、施設を変動効果として分析した。統計パッケージはSPSS 15.0Jを用いた。

結 果

施設別の年代別の対象者を表1に示した。70歳代は8名と少なかったため、60歳以上としてまとめた。各施設と全体の振動覚閾値の平均、標準偏差、中央値、最大・最小について表2に示した。第5指は測定していない施設もあったので、第2指の結果のみ示した。各振動覚閾値に対する年代と施設の影響について表3に示した。AU-02振動覚計では、施設間による差は両周波数で見られた。年代による差は、63Hzにおいて見られたが、125Hzでは見られなかった。HvLab振動覚計の振動覚閾値検査では施設と年代による差は、見られなかった。尚、年代と施設の相互関係は有意ではなかった。

考 察

わが国では、AU-02振動覚計が簡便な検査法として広く用いられているが、接触圧が基準化されていない、閾値の決定がforce choice methodであることなどの問題点があった。近年作成された国際基準(ISO 13091-1)⁸⁾に基づくHvLab振動覚計では、一定の接触圧、von Békèsy法(up-down法)を用いるなどの点が改善されている。

Maedaら⁹⁾はforce choice methodであるAU-02振動覚計とISOに準拠したvon Békèsy法の振動覚計を用いた2つの測定法を比較し、force choice methodの値がvon Békèsy法での測定値よりも平均4dB高くなり、かつ再現性が悪かったと報告している。今回の研究では、AU-02振動覚計では施設間差がみられた。一方、HvLab振動覚計では有意な施設間差が見られなかった。施設間差には、上記の測定方法上の要因が大きく係っていると考えられる。AU-02振動覚計は、施設ごとの正常値を設定して解釈する必要があると考えられる。

年代による差は、AU-02振動覚計の63Hz検査値において軽度みられたが、125Hzでは見られなかった。HvLab振動覚計では、年代による差はなかった。加齢が振動覚閾値に及ぼす影響に関して、Bartlettら²⁾は、20歳から86歳の148名を対象とし、force choice method法を用いて、65歳以上で上昇したと報告している。Hilz³⁾らは3～79歳の530人からなる子供、青少年・成人を対象として振動覚閾値に及ぼす年齢の影響を調べた。接触圧を測定機器の重量(650g)を直接加えることで一定にして、120Hzの振動の刺激レベルを徐々に弱いレベルから高いレベルに上昇、その後下げて(up-down法)振動を感知する閾値と消失する閾値をもとめ、その平均振動覚閾値を測定している。彼らは、成人での閾値は年齢とともに軽度増加していたと報告している。ただ、結果の表を見る限りでは、70歳以上で顕著に閾値が上昇していた。Wildら⁴⁾は、HvLab振動覚計を用いて、20歳代から60歳代までの218人の男性と160人の女性の中指と小指の振動覚閾値を測定し、男女とも加齢の影響があると報告している。ただ、対象者は、測定時期の異なる、ホワイトカラー集団、病院職員集団、2つのブルーカラー集団の計4つの集団からなり、その異なる集団の影響は不明である。

最近、Seahら⁷⁾は年齢20～30歳と55～65歳の非振動曝露者の男女それぞれ20例づつ合計80例を対象にHvLab振動覚計(125Hz、31.5Hz)を用いて非利き手の中指の末節で振動覚閾値を測定した結果、性差はなく、上記年齢範囲では年齢の補正は必要でないとしている。

表2 各施設と全体の振動覚閾値の平均, 標準偏差, 中央値, 最大・最小値

| | | A | B | C | D | E | 全体 |
|-------------------|-------------------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| リオン AU-02 (63Hz) | 例数 | 12 | 18 | 40 | 49 | 47 | 166 |
| | 平均値 (dB) | 5.63±3.71 | 4.58±10.75 | 8±4.24 | 5.16±4.34 | 1.01±6.05 | 4.64±6.28 |
| | 中央値 (dB) | 6.25 | 6.25 | 7.5 | 5 | 0 | 5 |
| | 最大値 (dB) | 0 | -20 | 0 | -5 | -20 | -20 |
| | 最小値 (dB) | 10 | 22.5 | 20 | 15 | 12.5 | 22.5 |
| リオン AU-02 (125Hz) | 例数 | 52 | 18 | 41 | 49 | 47 | 207 |
| | 平均値 (dB) | -1.91±4.80 | -1.11±6.87 | 4.39±3.82 | 0.67±3.67 | -2.02±6.89 | -0.31±5.65 |
| | 中央値 (dB) | 0 | -2.5 | 5 | 2.5 | -2.5 | 0 |
| | 最大値 (dB) | -10 | -10 | -2.5 | -5 | -20 | -20 |
| | 最小値 (dB) | 5 | 12.5 | 17.5 | 10 | 15 | 17.5 |
| HVLab (63Hz) | 例数 | 52 | 17 | 37 | 49 | 47 | 202 |
| | 平均値 (m/s ²) | 0.29±0.18 | 0.14±0.09 | 0.36±0.19 | 0.38±0.20 | 0.38±0.28 | 0.34±0.22 |
| | 中央値 (m/s ²) | 0.234 | 0.145 | 0.347 | 0.35 | 0.33 | 0.28 |
| | 最大値 (m/s ²) | 0.055 | 0.031 | 0.072 | 0.13 | 0.05 | 0.03 |
| | 最小値 (m/s ²) | 0.963 | 0.259 | 0.985 | 0.88 | 1.39 | 1.39 |
| HVLab (125Hz) | 例数 | 52 | 18 | 40 | 49 | 47 | 206 |
| | 平均値 (m/s ²) | 0.32±0.27 | 0.13±0.10 | 0.53±0.44 | 0.35±0.67 | 0.54±0.58 | 0.40±0.50 |
| | 中央値 (m/s ²) | 0.2485 | 0.104 | 0.3645 | 0.19 | 0.33 | 0.24 |
| | 最大値 (m/s ²) | 0.054 | 0.022 | 0.103 | 0.05 | 0.05 | 0.02 |
| | 最小値 (m/s ²) | 1.619 | 0.366 | 1.947 | 4.8 | 2.5 | 4.8 |

表3 2種の測定法による振動覚閾値にあたる施設と年齢の影響

| | 63Hz | | 125Hz | |
|-----------|-------|--------|-------|--------|
| | F 値 | 有意確率 | F 値 | 有意確率 |
| リオン AU-02 | | | | |
| 年代 | 3.671 | 0.020 | 2.142 | 0.111 |
| 施設 | 6.842 | <0.001 | 7.586 | <0.001 |
| 年代・施設 | 1.155 | 0.314 | 1.659 | 0.058 |
| HVLab | | | | |
| 年代 | 0.262 | 0.899 | 2.284 | 0.086 |
| 施設 | 2.318 | 0.081 | 1.726 | 0.164 |
| 年代・施設 | 1.189 | 0.281 | 0.754 | 0.735 |

固定効果 年代 変量効果 施設

また, 加齢の影響がみられなかったことについて, 対象者が65歳以下のためではないかと考察している。

これまでの報告と今回の結果を考え合わせると, HVLab 振動覚計の振動覚閾値検査では, 職域での対象となる20~60歳代までの範囲であれば, 加齢の影響は少ないと考えられる。ただ, 今回の研究では, 70歳以上の対象者が少なく, 70歳以上の加齢の影響は評価できない。70歳以上では加齢の影響が大きいと想定される²⁾³⁾ので, 今後70歳以上の高齢者の例数を増やし検討する必要がある。

まとめ

AU-02 振動覚計と HVLab 振動覚計を用いて振動覚閾値検査における加齢の影響を調べた。AU-02 振動覚計の振動覚検査値では施設間差が大きく影響していたが, HVLab 振動覚計の振動覚閾値検査では有意な施設間差

が見られなかった。年代による差は, AU-02 振動覚計の63Hz 検査値において軽度みられたが, 125Hz では見られなかった。HVLab 振動覚計では, 年代による差はなかった。HVLab 振動覚計の振動覚閾値検査では, 20~60歳代までの範囲であれば, 加齢の影響は少ないと考えられた。

本稿の要旨は第59回日本職業・災害医学学会大会 2011年11月11~12日にて発表した。

謝辞: この研究は独立行政法人労働者健康福祉機構の「振動障害の研究開発」における「振動障害の末梢神経障害の客観的検査法としての振動知覚閾値, 電流感覚閾値, 末梢神経伝導速度の有効性に関する研究」(主任研究者 那須吉郎)によるもの一部である。

研究組織: 那須吉郎(労働者健康福祉機構・振動障害研究センター, 山陰労災病院振動障害研究センター), 朝田政克(北海道中央労災病院 心臓血管外科) 藤原 豊(北海道中央労災病院せき損センター), 小笠原和宏(釧路労災病院 外科) 橋口浩一(山陰労災病院・整形外科), 黒沢洋一(鳥取大学医学部・健康政策医学分野), 木戸健司(愛媛労災病院・整形外科), 豊永敏宏(九州労災病院・勤労者予防医療センター), 池田天史(熊本労災病院・整形外科)

文献

- 1) Matoba T, Sakurai T: Physiological methods used in Japan for diagnosis of suspected hand-arm vibration syndrome. Scand J Work Environ Health 13: 334-336, 1987.
- 2) Bartlett G, Stewart JD, Tamblyn R, Abrahamowicz M: Normal distributions of thermal and vibration sensory thresholds. Muscle Nerve 21 (3): 367-374, 1998.
- 3) Hilz MJ, Axelrod FB, Hermann K, et al: Normative values of vibratory perception in 530 children, juveniles and

- adults aged 3-79 years. *J Neurol Sci* 159 (2): 219—225, 1998.
- 4) Wild P, Massin N, Lasfargues G, et al: Vibrotactile perception thresholds in four non-exposed populations of working age. *J Ergon* 44 (6): 649—657, 2001.
- 5) Ekenvall L, Nilsson BY, Gustavsson P: Temperature and vibration thresholds in vibration syndrome. *Br J Med* 43 (12): 825—829, 1986.
- 6) Liou J-T, Lui P-W, Lo Y-L, et al: Normative data of quantitative thermal and vibratory thresholds in normal subjects in Taiwan: gender and age effect. *Chin Med J* 62 (7): 431—437, 1999.
- 7) Seah SA, Griffin MJ: Normal values for thermotactile and vibrotactile thresholds in males and females. *Int Arch Occup Environ Health* 81 (5): 535—543, 2008.
- 8) International Organization for Standardization: Mechanical vibration. Vibrotactile perception thresholds for the assessment of nerve dysfunction—Part 1: Methods of measurement at the fingertip ISO 13091-1, 2001.
- 9) Maeda S, Morioka M, Yonekawa Y, et al: A comparison of vibrotactile thresholds on finger obtained with ISO type equipment and Japanese equipment. *Industrial Health* 35: 365—352, 1997.

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, 683-8503, Japan

Influence of Ageing on Vibrotactile Threshold Tests—Multi-centre Study

Youichi Kurozawa¹⁾, Hiroyuki Ishigaki²⁾ and Yoshiro Nasu²⁾

¹⁾Division of Health Administration and Promotion, Department of Social Medicine, Faculty of Medicine, Tottori University

²⁾Clinical Research Center of Hand-Arm Vibration Syndrome, San-in Rosai Hospital

Vibrotactile perception thresholds (VPTs) are used in diagnosis of the neurological components of the hand-arm vibration syndrome. Age effect on VPTs was not clear. A multicenter study was performed to examine the effect of age on VPTs. VPTs were measured with two different devices of a vibration sensimeter (AU-02, Rion Co, Ltd) generally used in Japan and a HVLab vibrometer according to international standard (ISO 13091-1). Study subjects were 210 non-exposed men from 5 vibration research centers. We also examined the center effect on VPT obtained by the two different methods. There is a significant center effect on VPTs obtained by the AU-02 vibration sensimeter, but not on those by the HVLab vibrometer. A significant age effect was found in VPTs at 63 Hz obtained by the AU-02 sensimeter, but not in those at 125 Hz. Age did not have any significant effect on VPTs by the HVLab vibrometer. An age correction may not be needed for VPTs obtained by ISO method in persons aged 20–69.

(JJOMT, 60: 322—325, 2012)