

手指作業者における非顕性手根管症候群の補助診断法*

村田勝敬 嶽石美和子

Electrophysiological diagnosis of subclinical carpal tunnel syndrome due to occupational hand/finger work

Katsuyuki MURATA and Miwako DAKEISHI

*Division of Environmental Health Sciences, Department of Social Medicine,
Akita University School of Medicine*

To detect the subclinical carpal tunnel syndrome (CTS), sensory median nerve conduction velocities in the palm-to-finger (SCVpf) and wrist-to-finger (SCVwf) segments were determined in healthy women (controls) and workers who were engaged in data entry or hand/finger work, and the WF/PF ratio, dividing the SCVwf by the SCVpf, was calculated. The term "subclinical CTS" denoted abnormal sensory conduction across the carpal canal in the clinically unaffected nerve. In the controls, the WF/PF ratio was not significantly correlated with age or skin temperature, and the interpersonal variability of it was much smaller than that of all SCVs; also, the 95% lower confidence limit was 90%. The proportions of the workers with the WF/PF ratio of less than 90% were 37% in data entry and 22% in hand/finger work, although none of them suffered from clinical CTS. Thus, it is suggested that the WF/PF ratio is a useful and reliable screening method for the early detection of CTS due to repetitive wrist and finger movements involved in work.

要約: 作業関連疾患の 1 つである手根管症候群は業務起因性であるがゆえに、早期に発見されるならば予防措置を講ずることが可能となる。本稿では、非顕性手根管症候群を「臨床的に損傷のない神経における手根管部の知覚神経の伝導速度異常」と定義した上で、その診断法として正中神経の第 2 指～手掌部と第 2 指～手首部の神経伝導速度比を用いる方法を提案した。この方法を健常者群で検討し、さらにデータ入力作業者とペン先製造作業者で非顕性手根管症候群の有病率の推定を試みた (各々 37% と 22%)。本法の神経伝導速度比は、産業保健領域の手根管症候群の早期発見に有用であると考えられた。

Key Words: subclinical carpal tunnel syndrome (非顕性手根管症候群), electrophysiological diagnosis (電気生理学的診断), nerve conduction velocity (末梢神経伝導速度), occupational hand/finger work (手指作業)

*Electrophysiological diagnosis of subclinical carpal tunnel syndrome due to occupational hand/finger work

Katsuyuki MURATA & Miwako DAKEISHI : 秋田大学医学部社会環境医学講座環境保健学分野 [〒010-8543 秋田市本道 1-1-1] ; Division of Environmental Health Sciences, Department of Social Medicine, Akita University School of Medicine

はじめに

手根管症候群は、手関節部の手根管内圧の上昇により、その中を走行している正中神経が慢性的に絞扼されて生じる¹⁾。この原因の一つとして、産業保健領域では手指の反復作業が考えられており、作業関連疾患の1つとして多数の報告がある。米国で行われた調査²⁾によると、主観的(自己申請による)手根管症候群の有病率が郵便職員、医療従事者、建築業者、組立作業員などの業種で高く、また医療機関が治療を行った手根管症候群の約50%が職業由来であると推定された。電気生理学的検査を用いた手根管症候群の有病率は、局所振動に曝露している森林作業員で20%³⁾、雑貨店員で23%⁴⁾、精肉作業員で53%⁵⁾、家具製造業者で17.8%⁶⁾、歯科医で30%⁷⁾と報告されている。

手根管症候群の客観的補助診断法として、正中神経と尺骨神経の前腕手関節近位部から指部までの知覚神経伝導の潜時差を測定する方法^{8,9)}や、短母指屈筋が正中神経と尺骨神経の二重支配を受けていることを利用して神経伝導時間を測定する方法¹⁰⁾が報告されている。また、正中神経の絞扼部位を確認するために、手掌中央部から前腕近位部まで1 cm 間隔で電気刺激する最大潜時差(maximum latency difference)法も使用されている¹¹⁾。これらの方法は臨床症状を伴う手根管症候群の診断に活用されているが、臨床症状が現れる前(非顕性、subclinical)の手根管症候群に関するものではない。

Neary らは“非顕性手根管症候群(subclinical carpal tunnel syndrome)”を「臨床的に損傷のない神経における手根管部の知覚神経の伝導速度異常」と定義した¹²⁾。これに従って、非顕性手根管症候群を早期に発見することができるなら、作業方法の見直しや適正配置を行うことにより臨床症状を伴う手根管症候群の発症を予防することも可能となろう。しかしながら、神経伝導時間の測定においては年齢や皮膚温などの交絡因子による影響を容易に受け易い欠点があり¹³⁾、この種の問題を克服できる客観的で鋭敏な電気生理学的方法の導入が求められている。本稿は、手指～手根管近位部の正中神経伝導速度を測定することにより、非顕性手根管症候群を判定する一方法を提案する。また、産業保健領域における手根管症候群の予防方策について検討する。

対象と方法

手指の反復動作を伴う作業の従事者として、生命保険会社のデータ入力作業(VDT 作業)者と万年筆製造会社のペン先製造作業員を対象とした。VDT 作業員はデータ入力作業歴1～17(平均6)年の女性27名であり、年齢は19～37(平均25)歳であった。ペン先製造作業員は男女29名のうち、関節リウマチないし糖尿病による末梢神経障害が疑われた2名を除く27名(男17名、女10名)であり、年齢は20～59(平均38)歳であった。また、日常生活の中でコンピュータを使用するが、業務として手指作業を行うことのない女子大学生および大学院生19名を健常者群とした(19～31、平均24歳)。

これら対象者にはひとり一人に十分な説明を行い、インフォームドコンセントが得られた後に、自記式質問紙による頸肩腕症候群に関する自覚症状調査と Medelec 社製 MS-92 を用いた末梢神経伝導速度の測定を行った。図1に示すように、正中神経知覚枝の手掌部(P)および前腕手関節近位部(W)の皮膚表面上を逆行性に220～280ボルト(パルス幅0.2ミリ秒)の電圧で刺激し、第1指基節関節部(F)に付けたリング記録電極より導出し、複合活動電位を5～10回加算平均した後記録した。伝導潜時は刺激開始より複合活動電位のピークまでの時間とした。2つの電極間距離(D_{PF}、D_{PF}+D_{WP}、D_{WP}; 単位mm)を伝導潜時(t₁、t₂、t₂-t₁; 単位msec)で除して第2指～手掌部(SCV_{pf})、第2指～手首部(SCV_{wf})、手掌～手首部(SCV_{wp})の神経伝導速度を算出した。前2者の神経伝導速度(すなわち、SCV_{pf}およびSCV_{wf})より両者の比率を算出し、神経伝導速度比(WF/PF比)とした。

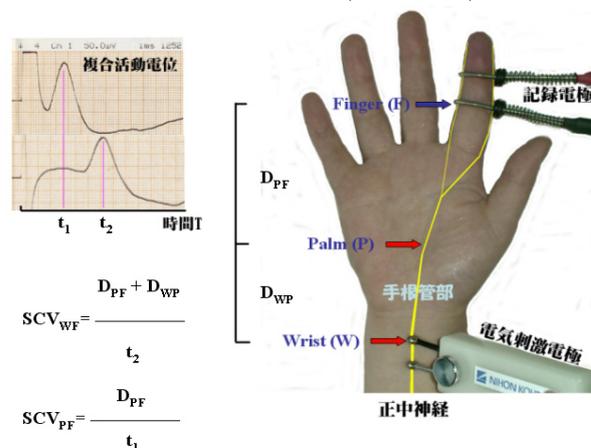


図1 正中神経伝導速度比(WF/PF比=SCV_{WF}/SCV_{PF})の測定方法

表1 VDT 作業員、ペン先製造作業員、健常者の神経伝導速度測定結果および自記式質問紙による自覚症状

対象者数	VDT 作業員 27	ペン先製造作業員 27	健常者 19
神経伝導速度 (mean±SD,m/s)			
第2指～手掌部 (SCVpf)	58.5±6.0	56.5±6.0	60.9±4.2
第2指～手首部 (SCVwf)	54.1±4.2	54.2±5.5	58.4±3.4
手首部～手掌部 (SCVwp)	51.0±5.0	52.9±7.2	56.3±3.0
神経伝導速度比 (mean±SD, %)	92.6±6.5	96.4±8.2	96.2±2.8
自覚症状 (人数)			
手指の痺れ	2	1	0
手指のこわばり	2	2	1
手指の痛み	7	1	0
親指に力が入らない	1	0	0
指のふるえ	4	1	0
手の握力低下	4	1	0
小物を落とすことがある	3	0	0
手が疲れやすい	8	3	0
前腕が疲れやすい	13	4	0
肩凝り	19	14	2

結 果

健常者群 19 名において、第 2 指～手掌部 (SCVpf)、第 2 指～手首部 (SCVwf)、手掌～手首部 (SCVwp) の末梢神経伝導速度は皮膚温と有意な正の相関があった (Spearman 順位相関係数は各々 0.486, 0.531, 0.466 であり、 $p < 0.05$) が、年齢とは有意な相関が見られなかった ($p > 0.05$)。これに対し、WF/PF 比は皮膚温および年齢と有意な相関を示さなかった (Spearman 順位相関係数は各々 -0.162 と -0.333 であり、 $p > 0.05$)。23 歳の健常男子で 14 日間反復測定した末梢神経伝導速度の日間変動 (変動係数 CV) は第 2 指～手掌部 (SCVpf) で 4.1%、第 2 指～手首部 (SCVwf) で 3.7%、手掌～手首部 (SCVwp) で 4.5%、WF/PF 比で 4.7%であった。

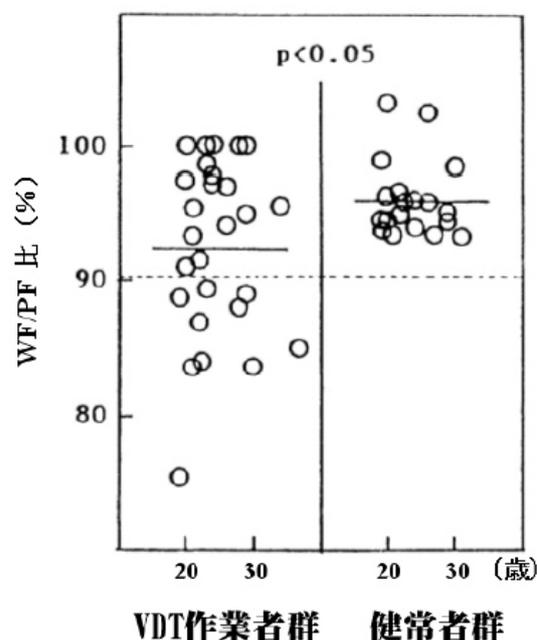
末梢神経伝導速度と自覚症状に関する結果を表 1 に示す。VDT 作業員群の第 2 指～手首部 (SCVwf) と手掌～手首部 (SCVwp) の末梢神経伝導速度および WF/PF 比は健常者群と比べ有意に低下していた。健常者群 19 名から WF/PF 比の 95% 信頼区間 (正常範囲、平均値 - 2 標準偏差 ~ 平均値 + 2 標準偏差) を算出すると、WF/PF 比の下限値は 90%であった (図 2)。WF/PF 比がこの値より低下していた者は VDT 作業員群で 10 名 (37%)、ペン先製造作業員群で 6 名 (22%) いた。健常者群には WF/PF 比が 90%以下の者はいなかった。

考 察

手根管症候群の客観的な診断法として、末梢神経伝導速度を用いた研究が多数報告されている

8-11,14-18)。たとえば、手掌中央部から前腕近位部までを 1 cm 間隔で電気刺激する最大潜時差法は正中神経の障害位置を確認する方法として 1979 年に Kimura によって開発された¹¹⁾。また、指部を電気刺激した後に正中神経と尺骨神経の手首部までの知覚神経の伝導時間を調べた Uncini らは、第 4 指を電気刺激した時に伝導潜時差がもっとも大き

図 2 VDT 作業員群 (27 名) と健常者群 (19 名) の正中神経の第 2 指～手掌部および第 2 指～手首部の神経伝導速度比 (WF/PF 比) の比較。横線は各々の群の平均値 (有意性は Student の t 検定結果) を示し、破線は健常者群の 95% 信頼下限値、また縦軸は WF/PF 比、横軸は年齢を各々示す。



くなり、診断的価値がもっとも高くなると報告した⁹⁾。さらに、手掌～手首部の正中神経の知覚伝導速度 (SCVwp) を直接測定する方法もある¹⁹⁾。しかしながら、これらの多くは臨床症状を呈して医師を訪れた患者を対象としており、手根管症候群の早期発見を指向して考案された方法ではない。産業保健領域で利用するためには、測定の正確度 (鋭敏度および特異度) および精度を保ちつつ、測定が短時間に終了し、測定手技が簡単であることが望まれる。特に、この種の特殊健診は事業場で行うことが多いので、特設の測定室を要しないことにも考慮する必要がある。

今回提案した WF/PF 比は、精度 (再現性) の指標である変動係数が 5% 以下であり、かつ年齢や皮膚温との有意な関係も見られなかった。これは、神経伝導速度の比 (相対値) を採用することにより、個々の被験者の年齢や皮膚温の影響が相殺されたためであろう。また、健常者群において、WF/PF 比の個人間変動 (標準偏差÷平均値×100) は 2.9% であり、手掌～手首部知覚神経伝導速度 (SCVwp) のそれ (5.3%) と比べ相当小さかった。したがって、WF/PF 比の正常範囲 (平均値±2 標準偏差) が狭くなり、結果として異常値の検出力が高くなるだろう。その上、記録波形の読み取りにおいて不関電極の位置によって時折複合活動電位の立ち上がり部が不鮮明になるが、刺激開始から複合活動電位のピークまでの潜時を測定することによってその判読し難さは解消される。結果として、一人の被験者の測定に要す時間は (利き手のみを行っていることもあるが) 約 5～7 分くらいであった。この方法における今後の課題として、臨床症状をもった手根管症候群患者を測定し、WF/PF 比の判定用 90% の値が妥当なものかどうかを含む正確度を確認する必要がある。

本研究において、手根管を横切る知覚神経伝導速度はデータ入力作業 (VDT 作業) で有意に低下していた。また、健常者群で算出された WF/PF 比の正常値 (95% 信頼下限値) 以下を“非顕性手根管症候群”と定義するとき、この症候群を持っている VDT 作業者の頻度は 37% であった (同様に、ペン先製造作業群で 22% であった)。この値は手指のしびれ、痛み等の自覚症状の訴えよりも高率であり、かつ森林作業や雑貨店員を対象とした調査報告で示された手根管症候群の有病率 (各々 20% と 23%) よりも高い^{3,4)}。データ入力作業では手首を固定した状態で手指のみ動かすことが

多く、このため手首等も同時に動かすことの多いペン先製造作業や振動工具作業よりも非顕性手根管症候群が多くなったのかもしれない。

本研究の VDT 作業者は健常者群と比べ、多くの自覚症状を訴えていたにもかかわらず、手根管症候群に関連した自覚症状の有無と神経伝導速度の低下には有意な関連性を認めなかった。Gelmers は手根管症候群と正常な手を持った患者を調査した結果、Tinel 徴候では診断ができないと報告している²⁰⁾。同様に、多くの研究者が臨床医学的特徴と電気生理学的所見の間の相関は弱いと指摘している²¹⁾。もっとも、この点に関しては日本人労働者が米国人労働者と比べてあまり身体的症状を訴えない傾向があるため、上述の関連が認められなかった可能性もある。いずれにせよ、非顕性手根管症候群はこれに関連した自覚症状と独立して起こるように考えられる。

手根管症候群の発生機序については、何人かの研究者は生来の手根管部の骨および軟部組織構造の異常であることを強調している^{22,23)}。これに対して、Winn と Habes は手根管の狭窄は手根管症候群の危険因子にならないだろうと述べている²⁴⁾。また、家具工場で働く日本人労働者の勤続年数は手根管症候群所見と密接な関係があることが報告されている⁶⁾。本研究では、勤続年数との有意な関係は見出されなかったし、測定のために与えられた時間は限られていたので、コンピュータトモグラフィ等による手根管部の画像診断は実施していない。裁縫器械作業で過度の手首の使用が手根管症候群と関連していたことが報告されている²⁵⁾。このように、手根管症候群の発生機序の 1 つとして、作業期間よりも、むしろ手根管内圧の上昇¹⁾を招きやすい特異な手首の動作、作業姿勢、机椅子の高さなどの人間工学的因子にもっと注意が向けられるべきである^{26,27)}。

産業保健領域の手指作業において、正中神経および尺骨神経伝導速度が正常下限値以下であるときは他の有害因子 (有機溶剤、鉛、局所振動など) の曝露ないし基礎疾患 (糖尿病、甲状腺機能低下症、慢性関節リウマチ、アミロイドーシス、加齢影響など) を疑い、検査を勧める必要がある。上述の神経伝導速度が正常範囲内で、かつ WF/PF 比が 90% 以下の場合には、非顕性の手根管症候群を疑い、作業姿勢や作業方法の改善や作業場の再配置等を考慮する必要がある。さらに、WF/PF 比が 90% 以下かつ手根管症候群の自覚症状を伴う場

合は、専門医を受診するよう指導することが大切である。手根管症候群は、上述したように作業関連で起こりうるが、一方出産後あるいは閉経後の女性などで発症しやすいので、労災認定などにおいては“業務起因性”があるかどうかをよく吟味する必要がある。

文 献

- 1) Hamanaka I, Okutsu I, Shimizu K, *et al.*: Evaluation of carpal canal pressure in carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg* 20: 848-854, 1995
- 2) Tanaka S, Wild DK, Seligman PJ, *et al.*: Prevalence and work-relatedness of self-reported carpal tunnel syndrome among U.S. workers: Analysis of the Occupational Health Supplement data of 1988 National Health Interview Survey. *Am J Ind Med* 27: 451-470, 1996
- 3) Koskimies K, Farkkila M, Pyykkö I, *et al.*: Carpal tunnel syndrome in vibration disease. *Br J Ind Med* 47: 411-416, 1990
- 4) Osorio AM, Ames RG, Jones J, *et al.*: Carpal tunnel syndrome among grocery store workers. *Am J Ind Med* 25: 229-245, 1994
- 5) Isolani L, Bonfiglioli R, Raffi GB, *et al.*: Different case definitions to describe the prevalence of occupational carpal tunnel syndrome in meat industry workers. *Int Arch Occup Environ Health* 75: 229-234, 2002
- 6) Nathan PA, Takigawa K, Keniston RC, *et al.*: Slowing of sensory conduction of the median nerve and carpal tunnel syndrome in Japanese and American industrial workers. *J Hand Surg* 19: 30-34, 1994
- 7) Hamann C, Werner RA, Franzblau A, *et al.*: Prevalence of carpal tunnel syndrome and median mononeuropathy among dentists. *J Am Dent Assoc* 132: 163-170, 2001
- 8) Uncini A, Lange DJ, Solomon M, *et al.*: Ring finger testing in carpal tunnel syndrome: A comparative study of diagnostic utility. *Muscle Nerve* 12: 735-741, 1989
- 9) Uncini A, Di Muzio A, Awad J, *et al.*: Sensitivity of three median-to-ulnar comparative tests in diagnosis of mild carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 16: 1366-1373, 1993
- 10) 原田義昭: 短母指屈筋と尺骨神経遠位潜時を利用した手根管症候群の電気生理学的診断—新しい診断法の提案. *末梢神経* 14: 24-31, 2003
- 11) Kimura J: The carpal tunnel syndrome: Localization of conduction abnormalities within the distal segment of the median nerve. *Brain* 102: 619-635, 1979
- 12) Neary D, Ochoa J, Gilliatt RW: Sub-clinical entrapment neuropathy in man. *J Neurol Sci* 24: 283-298, 1975
- 13) Kimura J: Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle: principles and practice, 2nd ed, FA Davis, Philadelphia, 1989
- 14) Kimura J: A method for determining median nerve conduction velocity across the carpal tunnel. *J Neurol Sci* 38: 1-10, 1978
- 15) Silverstein BA, Fine LF, Armstrong TJ: Occupational factors and carpal tunnel syndrome. *Am J Ind Med* 11: 343-358, 1987
- 16) Nathan PA, Meadows KD, Doyle LS: Occupation as a risk factor for impaired sensory conduction of the median nerve at the carpal tunnel. *J Hand Surg* 13B: 167-170, 1988
- 17) Jetzer TC: Use of vibration testing in the early evaluation of workers with carpal tunnel syndrome. *J Occup Med* 33: 117-120, 1991
- 18) Goadsby RJ, Burke D: Deficits in the function of small and large afferent fibers in confirmed cases of carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 17: 614-622, 1994
- 19) Sakakibara H, Kondo T, Miyao M, *et al.*: Digital nerve conduction velocity as a sensitive indication of peripheral neuropathy in vibration syndrome. *Am J Ind Med* 26: 359-366, 1994
- 20) Gelmers HJ: The significance of Tinel's sign in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Acta Neurochir* 49: 255-258, 1979
- 21) Mills KR: Orthodromic sensory action potentials from palmar stimulation in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiat* 48: 250-255, 1985
- 22) Dekel S, Papaioannou T, Rushworth G, *et al.*: Idiopathic carpal tunnel syndrome caused by carpal stenosis. *Br Med J* 280: 1297-1299, 1980
- 23) Bleecker M, Bohlman M, Moreland R, *et al.*: Carpal tunnel syndrome: Role of carpal canal size. *Neurology* 35: 1599-1604, 1985
- 24) Winn FJ Jr, Habes DJ: Carpal tunnel area as a risk factor for carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 13: 254-258, 1990
- 25) Armstrong TJ, Chaffin DB: Carpal tunnel syndrome and selected personal attributes. *J Occup Med* 21: 481-486, 1979

- 26) Gerr F, Letz R, Landrigan PJ: Upper-extremity musculoskeletal disorders of occupational origin. *Ann Rev Public Health* 12: 543-566, 1991
- 27) Stock SR: Workplace ergonomic factors and development of musculoskeletal disorders of the neck and upper limbs: A meta-analysis. *Am J Ind Med* 19: 87-107, 1991