

報告

Neurometer[®] による電流知覚閾値について

— 健常成人を対象として —

池畠 寿¹⁾, 小島日登美¹⁾, 山本 結子¹⁾, 鮫島 啓記¹⁾, 町田 博久²⁾, 坂上 昇³⁾

The Current Perception Threshold by Neurometer[®]

— The examination in normal adults —

Hitoshi Ikebata, RPT¹⁾, Hitomi Ojima, RPT¹⁾, Yuko Yamamoto, RPT¹⁾,
Hiroki Sameshima, RPT¹⁾, Hirohisa Machida, MD²⁾, Noboru Sakanoue, RPT, MA³⁾

キーワード：Neurometer[®], CPT(Current Perception Threshold), Fiber type

要 旨

Neurometer[®] NS 3000TM（東京医研株式会社）を用いて、患者の痛みを定量化できるとされる電流知覚閾値（Current Perception Threshold：以下、CPT）検査を健常成人に行い、その電流知覚閾値を Neurotron 社が提示する標準値と比較検討すること、さらにその値を男女間において比較検討することを研究目的に行った。

健常成人ボランティア 46 名（男性 13 名，女性 33 名：平均年齢 26.2 ± 6.6 歳）を対象とした。なお、被検者には本研究の趣旨を説明し、同意を得たうえで測定を行った。

測定肢位は安静背臥位とし、測定肢は非利き手とした。CPT の測定には Neurometer[®] NS 3000TM を用いた。電極を測定肢第 6 頸髄節領域の上腕二頭筋筋腹の皮膚に固定用テープにて貼付し、周波数 2000Hz, 250Hz, 5 Hz の 3 種類の電流サイン波を流し、その電流サイン波を被検者が感じた時点の値を最小 CPT として採用した。

被検者 46 名における C₆ レベルの各周波数の CPT は、2000Hz が 82.7 ± 22.5 μ A, 250Hz が 39.9 ± 10.9 μ A, 5 Hz が 32.0 ± 10.5 μ A であった。各周波数の男女別の値は、各周波数ともに女性の値が男性に比べ低値を示し、2000Hz においては統計学的有意差が認められた（ $p < 0.05$ ）。

CPT は、2000Hz が A β 線維，250Hz が A δ 線維，5 Hz が C 線維の閾値を選択的に測定している。CPT を測定することは、臨床での理学療法場面において疼痛に関する有用な情報を得ることができ、なおかつ客観的な治療効果判定に利用できる可能性がある。

1) 町田整形外科リハビリテーション部

Department of Rehabilitation, Machida clinic

2) 町田整形外科

Machida clinic

3) 高知リハビリテーション学院 理学療法学科

Department of Physical Therapy, Kochi Rehabilitation Institute

【はじめに】

現在、臨床の場面において理学療法士は痛みに対して「ズキズキ」「ジンジン」「チクチク」などという患者が訴える主観的な表現に頼ることが多い。評価方法としては、患者の主観的な訴えから疼痛の強弱を数値化するVAS（Visual Analogue Scale）やFRS（Face Rating Scale）などがあるが、患者やその観察者の主観、精神状態により影響を受けやすい。また、神経機能の一部を見る末梢神経伝導速度検査などもあるが、疼痛の状態を把握するためには十分な検査とは言えなかった。

本研究では、Neurometer® NS 3000™（東京医研株式会社）を用いて、患者の痛みを定量化できると言われる電流知覚閾値（Current Perception Threshold）検査を健常成人に行い、その電流知覚閾値をNeurotron社が提示する標準値と比較検討すること、さらにその値を男女間において比較検討することを目的に行ったので報告する。

【対象】

健常成人ボランティア46名（男性13名、女性33名：平均年齢 26.2 ± 6.6 歳）を対象とした。なお、被検者には本研究の趣旨を説明し、同意を得たうえで測定を行った。

【方法】

1. Neurometer® NS 3000™（図1）

Neurometer® NS 3000™（以下、Neurometer®）は、神経選択的末梢神経検査が可能な検査機器である。特定周波数（2000Hz, 250Hz, 5Hz）の電気刺激を経皮的に加えることで感覚伝達の異なるA β 線維、A δ 線維、C線維を選択的に定量評価できる。2000Hz, 250Hz, 5Hzの周波数は、それぞれA β 線維、A δ 線維、C線維に対応している。測定モードは、予備テストと本テストの2種類がある。予備テストでは、電流を段階的に増加させ感知可能な最低電流量を測定し、電流知覚閾値（Current Perception Threshold：以下、CPT）として数値化する。電流量の漸増は、機器によって完全に自動化



図1 Neurometer® NS 3000™（東京医研株式会社）

されている。本テストは二重盲検法にて測定が行われる。この機器は、皮膚の厚さや体温の影響を受けず、電気刺激は感覚受容器には作用しないとされている。

2. 測定方法（図2）

測定肢位は安静背臥位とした。測定肢は非利き手、測定部位は第6頸髄節（以下、C₆）領域の上腕二頭筋筋腹とし、電極を固定用テープにて貼付した。本研究では、予備テストにてCPTを測定した。測定は2000Hz, 250Hz, 5Hzの順で行った。被検者にはあらかじめ、電流を流した際に電極貼付部位に「ズキズキ」、「ジンジン」といった刺激を認知したら「ハイ」と答えるように指導した。電流を0.01mAから漸増した際の認知できる最小電流量（最小知覚閾値）を各Hzにおいて3回測定し、その3回のうちの最小値を測定値として採用した。

統計処理は、男女間のCPTの検討を独立した2群の差の検定を用いて行った。データの分布が正規分布に従わない場合にはマン・ホイットニ検定を用いた。統計学的有意水準は5%未満とした。

【結果】

被検者46名におけるC₆レベルの各周波数のCPTは、2000Hzが $82.7 \pm 22.5 \mu A$ 、250Hzが $39.9 \pm 10.9 \mu A$ 、5Hzが $32.0 \pm 10.5 \mu A$ であった。

各周波数の男女別の値は、2000Hzでは男性が $92.3 \pm 23.9 \mu A$ 、女性が $77.6 \pm 20.9 \mu A$ 、250Hz



図2 Neurometer® NS 3000™ (東京医研株式会社)による上腕二頭筋筋腹でのCPTの測定

では男性が $43.8 \pm 14.3 \mu A$ 、女性が $38.3 \pm 9.1 \mu A$ 、5Hzでは男性が $36.2 \pm 12.6 \mu A$ 、女性が $30.3 \pm 9.2 \mu A$ であった。各周波数ともに女性の値が男性に比べ低値を示し、2000Hzにおいては統計学的有意差が認められた ($p < 0.05$) (表1)。

この男女別の値を20歳代のみの値で検討すると、2000Hzでは男性が $98.0 \pm 14.8 \mu A$ 、女性が $71.0 \pm 20.2 \mu A$ 、250Hzでは男性が $45.0 \pm 14.1 \mu A$ 、女性が $35.5 \pm 7.2 \mu A$ 、5Hzでは男性が $35.5 \pm 10.7 \mu A$ 、女性が $29.0 \pm 9.9 \mu A$ であった。これにおいても女性の値が男性に比べ低値を示し、2000Hzにおいては統計学的有意差が認められた ($p < 0.05$) (表2)。

【考察】

本研究は、健常人のCPTを測定しNeurotron社が提示する標準値と比較検討すること、さらに男女間で比較検討することを目的とした。

Neurotron社の提示する各周波数の標準値を図3に示す。その値と今回の結果を照合してみると、全被検者の各周波数におけるCPTの平均値がNeurotron社の提示する標準値の範囲内となった。この標準値は、米国白人を主体として規定されたものであるが、Steveらがまとめた報告書(2003)^{注)}において日本と台湾で測定された各周波数のCPTが米国のそれとほぼ一致しており、人種差はないと

表1 男女別での各周波数のCPT

		単位: μA		
		2000Hz	250Hz	5 Hz
男性 (n=13)	92.3 ± 23.9	$p < 0.05$	43.8 ± 14.3	36.2 ± 12.6
女性 (n=33)	77.6 ± 20.9		38.3 ± 9.1	30.3 ± 9.2
		mean \pm SD		

表2 20歳代男女別での各周波数のCPT

		単位: μA		
		2000Hz	250Hz	5 Hz
男性 (n=10)	98.0 ± 14.8	$p < 0.05$	45.0 ± 14.1	36.0 ± 10.7
女性 (n=10)	71.0 ± 20.2		35.5 ± 7.2	29.0 ± 9.9
		mean \pm SD		

している。本研究において測定されたCPTの平均値もその範囲内にあることは、この標準値が日本人においても適応できることを示唆していると考えられる。

本研究の男女間の検討において、2000Hz、250Hz、5 Hzともに女性の値が低値を示し、2000Hzにおいては女性の値が有意に低値を示し、20歳代の被検者に限定しても同様の結果を示した。Katimsら¹⁾は、60名の健常者を被検者に顔面と足指を2000Hzで刺激し、年齢差、性差はともなかったと報告している。Roらは、50名の被検者(平

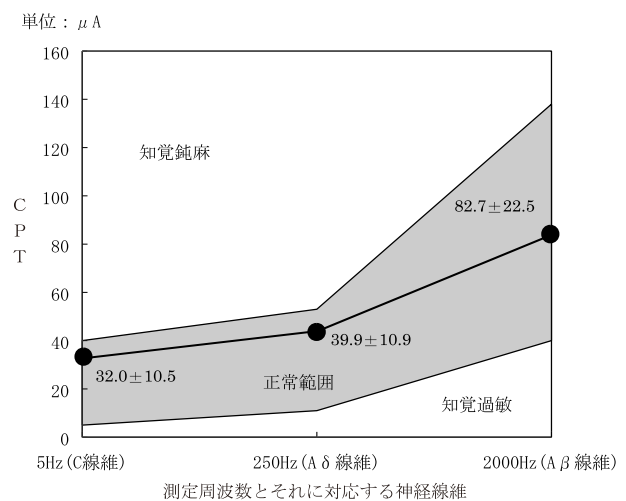


図3 メーカーが提示する正常範囲と本研究の測定値

図中の塗りつぶされている範囲が正常範囲であり、それより高値であれば知覚鈍麻、低値であれば知覚過敏の状態にある。本研究の平均測定値を折れ線で示す。各周波数ともに正常範囲内に位置した。

均年齢 34.5 ± 9.0 歳) を対象に手指, 足指にて測定を行い, 年齢, 性に較差はなかったと報告している. また, Kim²⁾ は 225 名 (平均年齢 23.6 ± 1.0 歳) を対象に顔面にて測定を行い年齢, 性に較差はなかったと報告している. これに対し, Takekuma ら³⁾ は 1632 名 (男性 818 名, 女性 814 名) を対象に手指にて CPT の年齢と性の較差を調査し, 250Hz と 5 Hz において女性が低値を示したと報告している.

本研究においては, 2000Hz においてのみ女性が有意に低値を示しており, これらの報告とは一致しなかった. Takekuma ら³⁾ の報告では被検者の年齢層が 40 歳以上であり, 本研究の 20 歳代と比較すると高齢となっている. Takekuma ら³⁾ は, その結果に対して神経線維の特異的な加齢による変化が性差を存在させているのではないかとしているが, 20 歳代, 30 歳代からの加齢変化の検討がされておらず, これらの年代において本研究における結果を示す可能性は否定できず, 今後さらに症例数を増やし検討したいと考えている.

【まとめ】

Neurometer[®] で健常成人の CPT を測定し, メーカーが提示する標準値と比較検討し, さらにその値を男女間において比較検討した. 男女間において, 各周波数ともに女性が低値を示し, 2000Hz の値においては有意差が認められた. しかし, 全被検者の平均値が標準値である正常範囲内に含まれた.

CPT は, 2000Hz が A β 線維, 250Hz が A δ 線維, 5 Hz が C 線維の閾値を選択的に測定している. CPT を測定することは, 臨床での理学療法場面において疼痛に関する有用な情報を得ることができ, なおかつ客観的な治療効果判定に利用できる可能性がある.

注) この報告書は, インターネットホームページ「Centers for Medicare & Medicaid Services (<http://63.240.208.147/>)」に掲載されていたものであるが, 現在は削除されている.

【文 献】

- 1) Katims J, Naviasky E, et al : Constant current sine wave transcutaneous nerve stimulation for the evaluation of peripheral neuropathy. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 68 : 210-213, 1987.
- 2) Kim H, Kho H, et al : Reliability and characteristics of current perception thresholds in the territory of the infraorbital and inferior alveolar nerves. Journal of Orofacial Pain 14 : 286-292, 2000.
- 3) Takekuma K, Ando F, et al : Age and gender difference in skin sensory threshold assessed by current perception in community-dwelling Japanese. Journal of Epidemiology 10 : S33-S38, 2000.