



# 論文内容要旨

## 【目 的】

冷却に伴う伝導速度の遅延に関してはよく知られているが、神経と筋の活動電位の変化に関しては、不明な点が多い。本研究では、健康成人について、冷却環境下で正中神経を刺激して得られる母指球筋の複合筋活動電位（CMAP）の波形分析を行い、冷却に伴う神経と筋の活動状況を検討した。

## 【方 法】

健常者30例（男15例，女15例，左15例，右15例，平均年齢37歳）を対象とした。正中神経を手関節部で電気刺激し，短母指外転筋から表面電極を用いてCMAPを導出し，その遠位潜時，陰性波の持続時間，陰性波の振幅，陰性部分の面積をパラメーターとして計測した。体温は，正中神経の温度と近以すると考えられる，皮下1 cmの組織内温度を，熱流補償法により非侵襲的に測定可能な深部温度計（コアテンプDCC-1）を用いて計測した。25℃室温中でCMAPを計測した後，5℃恒温槽にて前腕から手を10分間ほぼ均一に冷却した後，室温25℃に放置し，体温上昇とCMAP波の経時的変化を1分間毎に記録して，冷却前後の変化，および体温回復過程における変化を観察した。さらに冷却の前後での最大上刺激に要する電流値を測定し比較した。

## 【結 果】

- 1）組織内温度は，冷却前は $35.2 \pm 0.94^{\circ}\text{C}$ （平均±標準偏差）であり，冷却後は $25.8 \pm 2.10^{\circ}\text{C}$ であった。また時間の経過とともに，ほぼ一定の割合で温度は上昇した。
- 2）最大上刺激に要する電流値は冷却の前後で差はなかった。したがって冷却前後は一定の電流値で検査を行えると考えた。
- 3）冷却前の潜時は $3.6 \pm 0.66\text{ms}$ であり，冷却後に潜時は全例で延長し， $6.2 \pm 1.38\text{ms}$ であった。また体温の上昇に伴い，潜時はいずれも短縮し，冷却前の値に戻った。温度と潜時の間の相関係数の平均は $-0.97 \pm 0.034$ であり，直線的な負の相関関係があった。（ $P < 0.01$ ）。
- 4）冷却前の持続時間は $5.9 \pm 0.78\text{ms}$ であり，冷却後に持続時間は全例で延長し， $9.5 \pm 2.00\text{ms}$ であった。また体温の上昇に伴い，持続時間はいずれも短縮し，冷却前の値に戻った。温度と持続時間の間の相関係数の平均は $-0.96 \pm 0.037$ であり，直線的な負の相関関係があった（ $P < 0.01$ ）。
- 5）冷却前後の振幅の変化は，30例中22例で冷却後に増大し，3例は不変であり，5例はわずかに減少した。また体温回復に伴う振幅の変化を以下の4つのパターンに分類した。冷却後に増大

した振幅が温度回復とともに次第に減少するが、体温が冷却前の値に戻っても、明らかに冷却前の振幅より高値を維持するもの（振幅増大維持型）が9例であった。冷却後に増大した振幅が温度回復とともに次第に減少し冷却前の値に戻るもの（振幅増大正常化型）が13例であった。温度に関係なく一定であったもの（振幅不変型）が3例であった。冷却後に振幅の減少を示した5例は体温の上昇に伴いしだいに増大し冷却前の値に戻った。

6) 陰性波の面積は、冷却前は $25.7 \pm 15.77 \text{ mVms}$ であり、冷却後は全例で増大し、 $50.4 \pm 29.11 \text{ mVms}$ であった。また体温の上昇に伴い減少したが、体温が冷却前の値に戻っても、面積は冷却前の値より依然として高値であるもの（面積増大維持型）と、体温の上昇に伴い冷却前の値に戻るもの（面積増大正常化型）の2群に分かれた。前者は振幅増大維持型の9例と同一例であり、後者はその他の21例であった。

7) 振幅の4つの変化パターンを決定する因子は冷却前後での振幅の増大率であった。しかし増大率を決定するものは、冷却前後の潜時、冷却前後の持続時間、冷却前の振幅および面積、年齢、性別、左右別のいずれでもなく、不明であった。

## 【考 察】

冷却に伴う潜時の延長は、伝導速度の遅延を直接反映すると考えられ、冷却に伴う持続時間の延長は、遅い神経線維の伝導速度の冷却による遅延の程度が、速い線維のものに比べて大きいと考えられた。

神経線維間でのphase cancellationでは、持続時間は延長するが、振幅は減少することになり、振幅不変例や大多数を占める振幅増大例を説明できない。何等かの振幅増大現象とphase cancellationによる振幅減少が同時に起こっており、両者の差によって振幅の変化が決定すると仮定すると、4つの振幅変化パターンを合理的に説明できることから、全例に普遍的な生理現象としての振幅増大現象が存在すると推論した。しかし振幅増大現象の詳細は不明であり、今後の研究が必要である。

## 審 査 結 果 の 要 旨

末梢神経の機能を検査する一つの方法として、電氣的にこれを刺激した後、そのインパルスが伝達される速度、即ち伝導速度測定がよく用いられている。その場合に皮膚の温度が低ければ伝導速度が著しく遅延し、また温度上昇に伴って速度が速くなる事が広く知られている。一方運動神経線維は、そのインパルスが筋肉の終板に伝達されて筋収縮活動を支配しているが、それに伴う筋活動電位、即ち誘発された複合筋活動電位（CMAP）の波形から、神経疾患の解明を行う方法が利用されている。本研究はそのCMAP誘発の波形が冷却環境下で正常温度下と比較して、如何様に変化するかを対象として行われたものである。

健常者30例について正中神経を手関節部で電気刺激し、その支配筋である短母指外転筋から表面電極を用いてCMAPを導出し、その潜時、陰性波の持続時間、振幅、および全体の波形の占める面積をパラメーターとした。正中神経と筋肉の温度の測定は直接行われるものではないが、皮下1 cmの組織内温度を熱流補償法による深部温度計を用いて測定し、通常行われる室温25℃での計測を行った後、5℃恒温槽に前腕から手の部分を10分間浸し、皮膚表面を冷却してから、もとの室温中で温度上昇の経過中CMAPの変化を1分毎に記録し、体温と波形の変化の対比を行った。またそれぞれの温度における末梢神経の興奮性を調べる目的で冷却の前後における最大上刺激に要する電流値を測定した。

研究の対象とした正中神経内の温度は、室温25℃においては35.2℃であり。5℃に10分間冷却した直後においても25.8℃で、この温度差の範囲における研究であったことが先ず指摘される。伝導速度の指標となる潜時は、冷却前が3.6msであるのに対し、冷却直後では6.2msと、ほぼ倍に延長し、体温の上昇と共に冷却前の値に戻る事が明らかであった。刺激により誘発されるCMAP波形の持続時間は通常の温度では5.9msであるのに対し、冷却された場合には9.5msと、これも著しく延長する現象が捉えられた。一方、冷却によりCMAP波形の振幅が30例中20例で著しく増大する事が発見された。全ての例で振幅が増大する訳ではなく、逆に冷却により振幅が減少するものも5例存在した。振幅変化のパターンは冷却後もとの温度に戻った時点で、1) 増大のまま。2) もとの振幅に戻る。3) 経過中不変。4) 減少した振幅がもとに戻る4つの型に分類された。

恐らくは冷却という物理的な変化が神経線維に刺激として働き、それが筋活動電位の変化として表われるものかと思われるが、未だ、その本体については類推の域を出ていない。しかし正常の営みをしていると考えられる個体の末梢神経の電気生理学的態度が、温度変化に対して様々である事は、末梢神経障害の早期診断と、病態生理学の新領域を開拓する極めて興味ある所であり、これを提供した本研究は十分学位論文に相当すると思われる。