

「振動障害患者に対する皮膚灌流圧測定に関する研究」

東京大学血管外科

重松宏

赤木大輔

小野塚温子

I はじめに

当科では、閉塞性動脈硬化症・バージャー病などの四肢末梢循環障害症例に対する評価法の一つとして皮膚灌流圧(SPP)測定を導入しており、皮膚の循環動態および *viability* を表す臨床に即した指標として利用している。

またこれまでの研究で、寒冷刺激法を用いた皮膚灌流圧測定がレイノー症状の評価に有効であることが報告されている。今回我々は振動工具取扱者における皮膚灌流圧を、寒冷刺激法を用いて測定し、振動障害の評価法としての本法の利用法について検討した。

II 対象および方法

徳島県及び北海道在住の林業及び採掘業従事者。年齢、投薬の影響、特殊な患者背景により検討から除外することが適当と判断された以外の患者（分析群）及び対照被験者（対照群）。分析群 33 例 66 肢、対照群 25 例 50 肢。本検査法の検討においては皮膚灌流圧（SPP）が 200 以上となった症例は測定限界を超えたと判断し、除外した。

皮膚灌流圧測定は兼高らの報告した測定方法に従い、Vasamedics 社製の Laser Dopp PV-2000 を用い、室温 25 度の検査室で仰臥位にて測定を行った。まず左右第 3 指の安静時皮膚灌流圧を測定し、続いて右手関節以遠を 0 度の氷水に 1 分間暴露、暴露終了 5 分後に右第 3 指の皮膚灌流圧を測定した。左側も同様の手順で測定を行ったのち、両側の上腕動脈血圧を測定した。

以下の 9 項目につき分析・検討した。

SPP: 皮膚灌流圧

BP: 上肢血圧（体血圧）

（検討項目）

- (1) 寒冷刺激前後における振動障害群 SPP 絶対値変化
- (2) 寒冷刺激前後における対照群 SPP 絶対値変化
- (3) BP 絶対値の比較
- (4) 左右いずれか高い方の BP 比較
- (5) 寒冷刺激前 SPP 絶対値の比較
- (6) 寒冷刺激後 SPP 絶対値の比較
- (7) 寒冷刺激前 SPP/BP の比較
- (8) 寒冷刺激後 SPP/BP の比較
- (9) 寒冷刺激後 SPP/寒冷刺激前 SPP の比較
- (10) 寒冷刺激後 SPP 絶対値変化量の比較

(1)と(2)においては各群における寒冷刺激前後の SPP 値を比較検討した。

また、(3)–(10)においては振動障害群と対照群を比較検討した。

有意水準 $\alpha=0.05$ にて等分散性を検討した後、t 検定にて統計学的検討を加えた。

Ⅲ. 結果

これらのうち、有意差を持って違いが示されたのは寒冷刺激前後における振動障害群 SPP 絶対値変化、寒冷刺激後 SPP/BP の比較、であった。また、寒冷刺激後 SPP 絶対値の比較については有意水準 $\alpha=0.05$ とした場合 $p=0.0609$ のため、統計学的有意とは言えないものの違いがある傾向が示唆された。寒冷刺激後 SPP 絶対値変化量の比較については有意差を認めず、対照群のうち寒冷刺激後 SPP 変化が 30mmHg 以上の症例を除外し、新たな対照群として統計学的検討を加えた際の p 値は 0.15 であった(*)。

- (1) 寒冷刺激前後における振動障害群 SPP 絶対値変化 $P=0.000308$ (Fig.1)
- (2) 寒冷刺激前後における対照群 SPP 絶対値変化 $P=0.08676$
- (3) BP 絶対値の比較 $p=0.861$
- (4) 左右いずれか高い方の BP 比較 $p=0.904$
- (5) 寒冷刺激前 SPP 絶対値の比較 $P=0.181$
- (6) 寒冷刺激後 SPP 絶対値の比較 $p=0.0609$ (Fig.2)
- (7) 寒冷刺激前 SPP/BP の比較 $p=0.110$
- (8) 寒冷刺激後 SPP/BP の比較 $p=0.0321$
- (9) 寒冷刺激後 SPP/寒冷刺激前 SPP の比較 $p=0.315$
- (10) 寒冷刺激後 SPP 絶対値変化量の比較 $p=0.37 *$

IV. 考察

兼高らは寒冷刺激を併用した皮膚灌流圧測定により、2次性レイノー現象、1次性レイノー現象、および正常肢を鑑別できることを報告しているが、今回の研究では振動障害群は兼高らの報告の1次性レイノー現象の群とほぼ同様の検査結果を示しており、寒冷刺激により皮膚灌流圧は有意に低下していた。この結果は本法が振動障害の客観的評価法としての有用性を示唆するものと考えられた。

振動障害を診断する指標として A：器質的な血流障害がないこと、B：寒冷負荷により血管攣縮が誘発されることが挙げられる。

そこで、それぞれに対し、閾値の設定について検討した。

閾値の設定方法として

- 1) 対照群の最大値（最小値）を閾値とする方法
 - 2) 対照群の平均値の95%信頼区間を参考に閾値を設定する方法
- を検討した。

A：器質的血流障害の指標として寒冷刺激前皮膚灌流圧 / 上肢血圧を用いた。

- 1) 対照群における寒冷刺激前皮膚灌流圧 / 上肢血圧の最小値が0.714であるためカットオフ値を0.7とし、0.7以上のものをAを満たすとした。

この場合 33例66肢のうち、31例64肢がAを満たすこととなる。

- 2) 対照群の平均値の95%信頼区間は1.06—0.970である。この値をもとにして0.970より低いものを器質的疾患ありとすると、32肢が除外され現実とあわない。Aについては1)により0.7と設定するのが良い可能性がある。

B：寒冷負荷により血管攣縮が誘発されること

- 1) 対照群の寒冷刺激後皮膚灌流圧の最小値50mmHgである。これにより50mmHgをカットオフ値とすると振動障害に適合するのは2例2肢のみとなる。これは現実にあわない。
- 2) 対照群の平均値の95%信頼区間は0.78—11となっている。カットオフ値を10mmHgとした場合、27例が適合する(27/33例=82%)。20mmHgとした場合17例が適合する(17/33例=52%)。血行障害が軽度な振動障害群を別に評価することとすれば、10mmHgもしくは20mmHgをカットオフ値として振動障害認定のための一方法とする可能性があると考えられる。

3) 他の方法として、有意差のあった指標、具体的には寒冷刺激後皮膚灌流圧 / 上肢血圧を用いることが考えられる。この平均の 95%信頼区間は振動障害群 0.8606-0.9498、対照群 0.9282-1.033 であり、これをもとにカットオフ値を 0.9 に設定すると 22 例(67%)が振動障害に適合する。また、0.95 とすると 25 例(76%)が振動障害に適合する。しかし、この指標の採用に当たっては寒冷刺激前より皮膚灌流圧/上肢血圧の低下が軽度で寒冷刺激により皮膚灌流圧の低下を認めない例（レイノー症状を呈さない例）を振動障害群として認定する可能性があるため注意が必要と考えられる。

A と B を総合し、寒冷刺激前皮膚灌流圧 / 上肢血圧 > 0.7 を満たし、かつ 10mmHg 以上の寒冷刺激による皮膚灌流圧低下を認める症例とすると、36 例中 26 例(72%)が振動障害に適合することとなる。

個々の症例に関する評価として、皮膚灌流圧測定とレーザー血流画像化による評価との関連を検討した。

振動障害群のうち皮膚灌流圧が高度に低下した (30mmHg 以上) 例 10 例 10 肢を対象とした。これらはすべてレーザー血流計画像化装置のデータも利用可能であった。比率 1 (A^2/B) を用いた場合、評点が 0 であったものはわずか 2 例であり評点の平均は 7.1 点と高値を示した。また比率 $2(A/B)+(B^2/25)$ を用いた場合、評点が 0 点であったものは 1 例のみであり、評点の平均は 8.4 点であった。寒冷刺激により皮膚灌流圧変化の大きな症例については比較的高い一致を見ていると考えられる。

V. まとめ

今回振動障害認定症例に対し、寒冷刺激を併用した皮膚灌流圧測定を行い、これまでの報告と矛盾しない結果が得られた。皮膚灌流圧測定は比較的簡便な点で特に有用であると考えられる。一定の閾値（カットオフ値）を用いた上で、他の検査方法とあわせて評価することにより、振動障害評価のために有用である可能性が示唆された。振動障害の評価法として現在種々の検査法が考案、検証されており、本法をそれらと同時に用いることで、より正確な評価が可能になるものと考えられた。

SPP (mmHg)

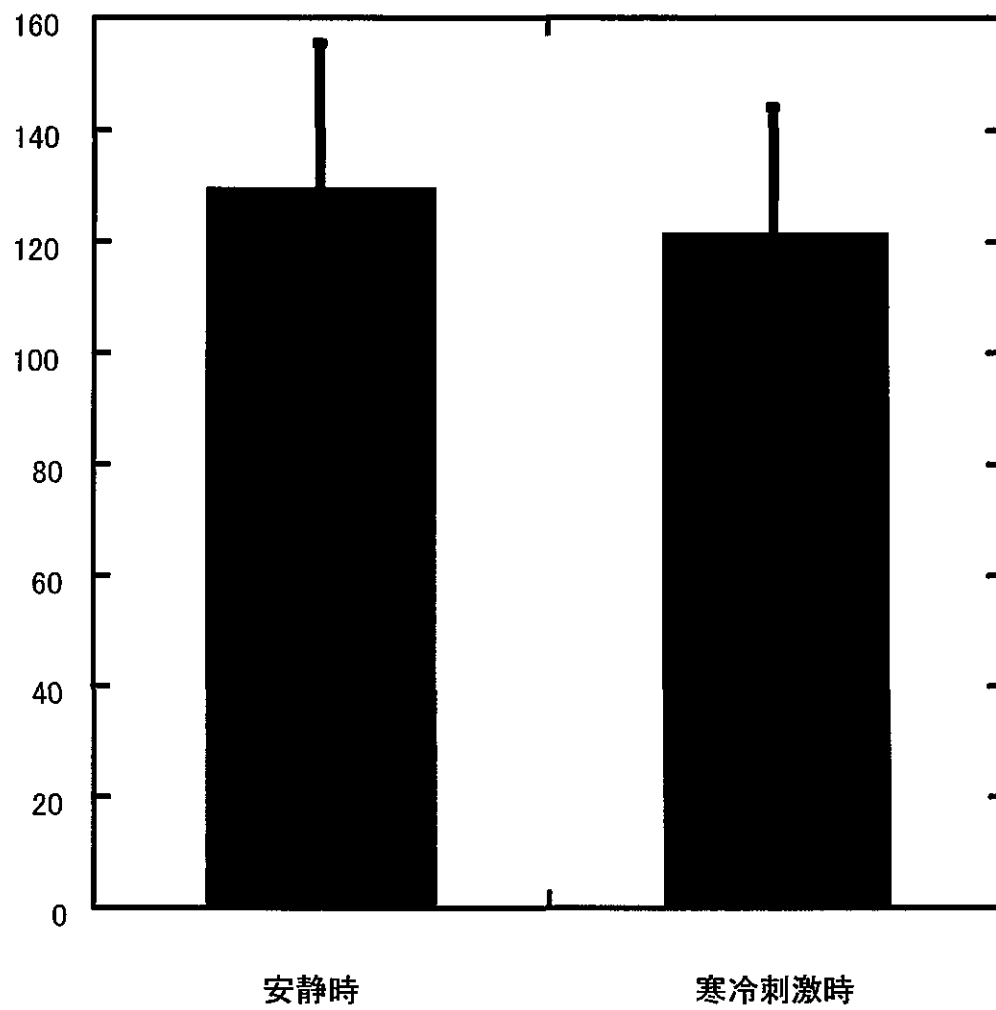


Fig.1 振動障害群における寒冷刺激によるSPP (mmHg) $p=0.0003$

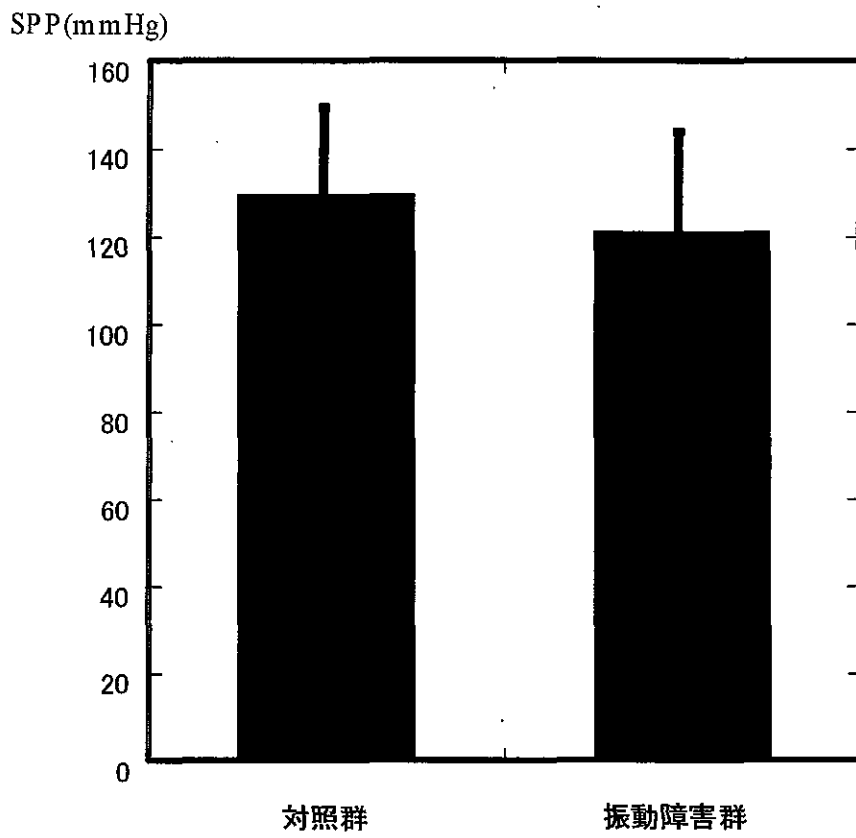


Fig.2 寒冷刺激後 SPP 比較 (測定値 mmHg; 平均±標準偏差)

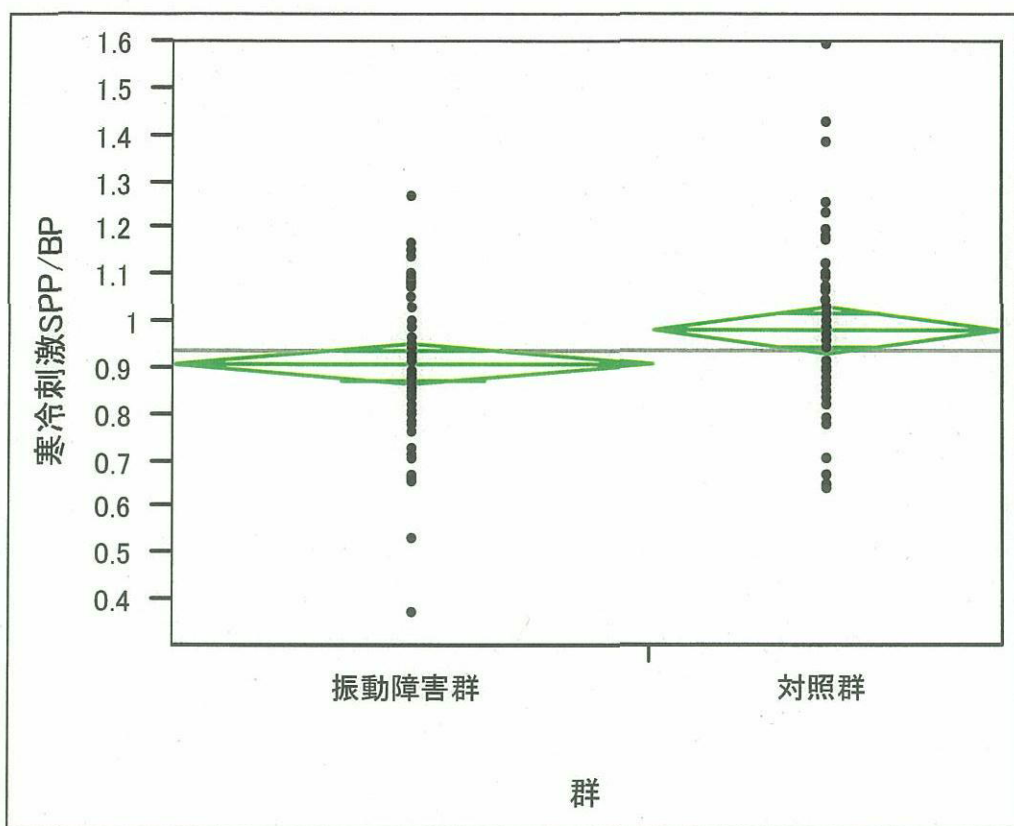


Fig.3 寒冷刺激後 SPP/BP $p=0.0321$

(参考)投薬の影響を考慮する必要があるとされた振動障害群について

(方法)

今回の実証検査において振動障害群から投薬の影響があり得るとの理由で除外された10例20肢を投薬群として、対照群と比較検討した。検討項目は、除外後の振動障害群と同様の9項目とした。統計学的検討は有意水準0.05とし、t検定にて行った。

(結果)

- (1) 寒冷刺激前後における振動障害投薬群 SPP 絶対値変化 $p=0.3286$
- (2) 寒冷刺激前後における対照群 SPP 絶対値変化 $p=0.08676$
- (3) BP 絶対値の比較 $p=0.0023$
- (4) 左右いずれか高い方の BP 比較 $p=0.0161$
- (5) 寒冷刺激前 SPP 絶対値の比較 $p=0.0119$
- (6) 寒冷刺激後 SPP 絶対値の比較 $p=0.2397$
- (7) 寒冷刺激前 SPP/BP の比較 $p=0.7241$
- (8) 寒冷刺激後 SPP/BP の比較 $p=0.5953$
- (9) 寒冷刺激後 SPP/寒冷刺激前 SPP の比較 $p=0.7629$
- (10) 寒冷刺激後 SPP 絶対値変化量の比較 $p=0.6497$

(考察)

除外後の振動障害群と対照群の検討において有意差があった（もしくは差がある傾向にあった）(1)(6)(8)に有意差が認められず、代わって(3)(4)(5)に有意差が認められる。実際の測定データにおいては、寒冷刺激により SPP が低下する症例が比較的多く投薬群にも含まれているにもかかわらずこのような結果となる理由としては、

- 1) 投薬群とされた例は 10 例 20 肢であり、検討対象群としては症例数が少ないこと
- 2) 狭心症や高血圧症に対する投薬群であるため、もともと体血圧が高めであり、それに伴い寒冷刺激前 SPP も高いと考えられること
- 3) 投薬群はもともと寒冷刺激前 SPP が高いため、寒冷刺激によって低下した SPP が、対照群の寒冷刺激後の SPP と同程度になる可能性があること
- 4) 投薬群においては、全身性の動脈硬化性病変を合併している可能性が高く、このため寒冷刺激に対する変化が末梢レベルにも併存すると考えられる硬化性病変のために明確となりにくい可能性があること、等が考えられる。

高血圧症、動脈硬化性疾患が診断されており投薬の影響が考えられる症例には、振動障害の診断の際には特に慎重に他の検査法もあわせ診断を進める必要がある可能性があると考えられる。