

博士学位論文

末梢静脈の怒張を目的とした上肢温罨法の検証

平成 27 年 3 月

佐々木 新介

岡山県立大学大学院

保健福祉学研究科

目次

第1章 序論	1
第1節 看護師の末梢静脈穿刺に関する背景	1
1. 看護師による静脈穿刺（静脈注射）実施までの経緯	1
2. 本邦および諸外国の末梢静脈穿刺に関する実態	2
3. 末梢静脈穿刺時の合併症	3
4. 末梢静脈穿刺が困難な場合の中心静脈穿刺における問題点	3
第2節 研究目的	3
用語の定義	4
第2章 前腕表在静脈における駆血圧と血管断面積との関係	5
第1節 緒言	5
第2節 研究方法	6
1. 研究対象者	6
2. 実験機器	6
3. 実験手順	7
4. 統計解析	7
5. 倫理的配慮	7
第3節 結果	8
1. 対象者の属性と超音波で観察した血管断面の形態	8
2. 駆血圧の違いによる血管断面積の変化	9
3. 駆血圧の違いによる主観的苦痛度の変化	10
第4節 考察	10
第5節 結論	12
第3章 末梢静脈穿刺時の加圧に伴う橈骨動脈血流速度の変化	13

第1節 緒言	13
第2節 研究方法.....	13
1. 研究対象者.....	13
2. 実験手順と実験機器.....	13
3. 統計解析	15
4. 倫理的配慮.....	15
第3節 結果	16
1. 対象者の属性	16
2. 駆血圧と最高血流速度の推移.....	17
第4節 考察	18
第5節 結論	19
第4章 上肢温罨法の血管怒張に対する効果.....	20
第1節 緒言	20
1. 静脈穿刺時に行われる温罨法の実態	20
2. 温罨法（加温）に関する先行研究.....	20
3. 駆血圧を考慮した静脈穿刺時の温罨法を評価する意義	21
第2節 研究方法.....	21
1. 研究対象者.....	21
2. 測定項目	21
3. 実験手順と罨法用具.....	22
4. 統計解析	24
5. 倫理的配慮.....	24
第3節 結果	25
1. 対象者の属性	25
2. 対照群と温罨法群の比較.....	25
3. 指尖部皮膚温と血管断面積の関係.....	31
第4節 考察	31

第5節 結論	34
第5章 総括	35
第1節 本論文のまとめ	35
第2節 本論文の意義と臨床看護への示唆	35
第3節 本論文の課題と限界，今後の展望	36
謝辞	38
引用文献	39

第 1 章 序論

第 1 節 看護師の末梢静脈穿刺に関する背景

1. 看護師による静脈穿刺（静脈注射）実施までの経緯

我が国における看護師の定義は、保健師看護師助産師法の第五条に「厚生労働大臣の免許を受けて、傷病者若しくはじょく婦に対する療養上の世話又は診療の補助を行うことを業とする者をいう」と明記されている[1]。ここに規定されている 2 つの業のうち、療養上の世話は看護師が独自に判断し、実施することが可能な日常生活援助の多くが含まれている。一方で、もう 1 つの業である診療の補助には、医師の指示のともに行われる様々な診療の補助行為が含まれており、現在は看護師による静脈注射や採血などの末梢静脈穿刺もこの範疇とされている。

しかし、看護師等による静脈注射の経緯を振り返ると、昭和 26 年の厚生省医務局長通知(昭和 26 年 9 月 15 日付け医収第 517 号)において、①薬剤の血管注入により、身体に及ぼす影響が甚大であること、②技術的に困難であるとの理由により、看護師等の業務範囲を超えているとの解釈が示されていた。この解釈のきっかけとなったのは、昭和 26 年 8 月に国立鯖江病院で起きた誤薬注射死亡事故とも言われており[2, 3]、昭和 26 年 11 月 5 日付け厚生省医務局長通知(昭和 26 年 11 月 5 日付け医収第 616 号)には、「静脈注射は、本来医師又は歯科医師が自ら行うべき業務であって保健師婦助産婦看護婦法第五条に規定する看護婦の業務の範囲外であり、従って、看護婦が静脈注射を業として行った場合は、医師法第十七条に抵触するものと解する」として示されていた[3]。

このような解釈が示されて以来、50 年以上が経過し、看護教育水準の向上や医療用器材の進歩、医療現場における実態との乖離等の状況を踏まえ、平成 14 年 5 月、厚生労働省は少子高齢化の進展、医療技術の進歩、国民の意識の変化、在宅医療の普及、看護教育水準の向上などに対応した新たな看護のあり方についての検討会を開始した[3]。その中で、看護師等による静脈注射の実施につい

でも意見がまとめられ、厚生労働省医政局長通知として(平成 14 年 9 月 30 日付け医政発第 0930002 号)、看護師等による静脈注射の実施は、診療の補助行為の範疇とする法解釈の変更がなされた。これに伴い、日本看護協会は、平成 14 年 10 月に静脈注射の実施に関する検討プロジェクトを設置し、平成 15 年 4 月には、静脈注射の実施に関する指針を発表した。そして、この静脈注射の実施に関する指針では、看護師が静脈注射を実施する場合、高い倫理性と高度な知識、判断、技術が要求されることを示していた[3]。つまり、看護師が専門職として社会の信頼に応え、責任を果たすためには、静脈注射に関する知識と技術の習得に加え、研究成果の蓄積も必要だと考えられた。

2. 本邦および諸外国の末梢静脈穿刺に関する実態

末梢静脈穿刺の実施は静脈注射の場合のみならず、静脈血採血や末梢静脈に留置針を留置する場合にも行われる手技である。そこで、本邦における末梢静脈穿刺の実態について概観してみると、平成 25 年 6 月の厚生労働省の社会医療診療行為別調査では、1 か月間で約 1300 万回の静脈採血が実施されていた[4]。これを 1 年間に換算した場合、静脈採血のみでも年間 1 億回を超える頻度で実施されていると推測された。また、末梢静脈留置針による穿刺では、ベテラン看護師であっても、1 回での穿刺成功率は 75.6%であるとの報告もなされていた[5]。

これらは、諸外国の報告でも同様の傾向であり、静脈穿刺は最もよく行われる医療処置の 1 つであり、入院患者の 90%以上が静脈穿刺を実施されており[6]、末梢での静脈穿刺は、10-40%の失敗率が生じることに加え、静脈穿刺困難者では通常よりも、2.5-13 分間余分に時間がかかり、時には 30 分以上要することが報告されていた[7]。さらに、穿刺が困難な場合に複数回の穿刺を要するため、いらいや医療チームの生産性の低下につながることも指摘されていた[8]。つまり、日常的に行われている末梢静脈穿刺においては、穿刺が困難な場合も多く、穿刺に長くの時間を要することで、必要な治療の遅れ、長時間の拘束など、他の看護ケアにも大きな支障をきたすと推察された。

3. 末梢静脈穿刺時の合併症

末梢静脈穿刺には、神経損傷、血管迷走神経反応、感染症、皮下血腫など幾つかの合併症が報告されている[9]。この中でも、末梢静脈穿刺に伴う神経損傷は、報告によりばらつきも大きく正確な頻度は不明であるが、約1万～10万回の穿刺に1回の頻度でおこるとされている[9]。つまり、静脈採血だけでも年間では1億回以上が実施されているため、実数ではかなりの数になると推測される。また、静脈穿刺による神経損傷の症状としては疼痛や感覚異常、運動機能障害として現れ、永続する場合もあるといわれており[9]、時には、医療過誤訴訟に至ることも報告されているため[10, 11]、末梢静脈穿刺時の合併症として特に念頭に置くべきであり、回避すべき課題であるといえる。

4. 末梢静脈穿刺が困難な場合の中心静脈穿刺における問題点

末梢静脈の怒張が不十分などの理由により、末梢静脈穿刺による血管確保が困難な場合、侵襲性の高い中心静脈穿刺が実施される場合もある。しかし、中心静脈カテーテルの留置は、経静脈栄養や中心静脈圧のモニタリングが本来の目的であり[12]、本邦では医師の行う医療行為とされている[3]。そして、この中心静脈穿刺においては、動脈穿刺や気胸など特有の合併症が生じる危険性も知られている[6, 7]。さらに、中心静脈穿刺では穿刺時のみならず、穿刺後に中心静脈関連血液感染が生じる可能性も存在し、発症すると死亡率は12-25%ともいわれ[13]、看護援助としては刺入部の観察や清潔操作による感染予防が重要となってくる。このような合併症の多さからも、末梢静脈での穿刺が容易に行えることは、中心静脈穿刺の回避や医療安全にも深く関連しており、末梢静脈穿刺に関する研究課題は重要な研究テーマであると考えられた。

第2節 研究目的

看護師の静脈穿刺に関する背景からも明らかなように、看護師が診療の補助として行う静脈穿刺は、頻回に行われる医療行為であることに加え、皮膚を穿

刺するため侵襲性も高く、実施者自身も十分な知識と経験が求められるため、研究成果の蓄積が重要である。また、末梢静脈穿刺時に十分に静脈が怒張することで安全かつ確実な静脈穿刺が可能となるため、末梢静脈の怒張を促す看護援助の検討が必要だと考えられた。この課題を解決するために、本論文では温罨法に着目し、末梢静脈の怒張を目的とした上肢温罨法の検証をおこなった。

この目的を達成するために第2章では、駆血による前腕表在静脈の血管断面積の変化について検討し、駆血圧や駆血時間と血管怒張の関連を明らかにした。第3章では、設定した駆血圧の安全性についての確証を得るために、駆血時の橈骨動脈の最高血流速度を計測し、末梢血流障害の有無について検討した。これらの結果から、血管怒張を評価するための適当な駆血条件を決定した。第4章では、温罨法の血管怒張効果について、皮膚表面温度や皮膚血流、血流速度、血管断面積など様々な客観的指標を用いて検証した。その中で、温罨法の有効性と効果的な方法についての知見を見出し、看護援助への示唆を得た。そして、第5章では総括として、本論文の意義と今後の展望について言及した。

用語の定義

本論文では、以下のように用語を定義する。

静脈怒張(度)：目視や触知による主観的な静脈怒張の程度。

静脈穿刺困難者：通常の駆血だけでは、静脈の同定が困難な人。

第2章 前腕表在静脈における駆血圧と血管断面積との関係

第1節 緒言

末梢静脈穿刺は、看護師をはじめとする医療従事者により、日常的に行われている診療補助行為の1つである。静脈穿刺時には、静脈の怒張を促すためにゴム管やベルト式など様々な駆血帯が使用されている。しかし、この駆血法に関しては、どの程度の強さと時間で駆血帯を巻けば静脈が怒張するのか示した先行研究は少なかった[14, 15]。また、米国の Clinical and Laboratory Standards Institute (以後、CLSI)では血压計のマンシェットを用いた場合、駆血圧としては 40 mmHg を推奨しているが[16]、この根拠は明確に示されていない。そのため、駆血の強さは「静脈圧よりは高く動脈圧よりは低くする(末梢の脈が触れる程度)」と記載している書籍や[17]、「現実には駆血圧を測定して駆血帯を装着することがほとんどない」という理由で、静脈穿刺時の駆血圧を示していない書籍もある[18]。一方で、駆血の時間に関しては、採血後の検査値に影響が及ぶため 60 秒以内が推奨されている[16, 19, 20]。しかし、駆血時間と駆血圧の違いが血管怒張にどのように影響するかを明らかにした研究は見当たらなかった。そのため、静脈穿刺の際には、実施者個々の経験に基づき駆血の強さ(駆血圧)が決定されていることも指摘されていた[21]。

駆血圧や駆血時間が血管怒張に大きく影響することは容易に想像され、駆血条件は血管怒張を評価する際に重要な影響因子であると推察される。特に、基礎研究では適当な駆血圧(駆血条件)を設定し、統一した駆血圧で血管怒張を評価することが必要となる。そのため、医療現場で使用されている駆血帯を用いた場合、一定の駆血圧での正確性と再現性を確保することが困難であり、血管怒張の評価には不適切であると考えられた。一方、空気圧で腕を締め付けるマンシェットは駆血圧を正確に数値で示すことが可能であり、再現性も有する方法である。そこで、本研究ではマンシェットを使用し、駆血圧と駆血時間が血

管怒張へ及ぼす影響を明らかにするとともに、血管怒張を評価する際の適当な駆血条件の設定を目的とした。

第 2 節 研究方法

1. 研究対象者

対象は、研究への同意の得られた健常人とした。対象者の条件として、心血管系の危険因子を有しないこと、少なくとも実験前 3 時間以上は飲酒をしていないものを対象とした。

2. 実験機器

加圧には、ラピッドカフインフレーターシステム(Hokanson, Bellevue, WA, USA, カフ幅 11 cm)を使用した。本システムは、0～300 mmHg まで 1 mmHg の精度で急速(0.3 秒以内)に任意の設定圧に加圧し、設定値を持続することが可能である。

血管断面積の測定には、超音波診断装置(Prosound 2, ALOKA, Tokyo, Japan)を用い、プローブは 7.5 MHz のリニアプローブを使用した。

超音波診断装置で記録した血管断面は、ビデオキャプチャソフト(GV-MDVD3, I-O DATA, Kanazawa, Japan)を用いて動画を連続的に記録し、パーソナルコンピュータに保存した後に 10 秒間隔で血管断面積を算出した。



写真 1. 実験の様子 (著者の文献[22]より引用)

3. 実験手順

環境を一定とした実験室(室温 $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$)を使用し, 対象者には実験前 5 分間安静臥床してもらった. 対象血管は仰臥位での左肘窩部正中皮静脈, もしくは橈側皮静脈とし超音波診断装置を用いて明瞭に描出される血管とした. 対象血管を圧迫しないようにするために, 十分な量の超音波用ジェルを対象血管の上へのせ, 超音波画像を描出した(写真 1). 静脈を怒張させる方法は, 肘窩から約 5 cm 中枢側の上腕にカフを巻き, ラピッドカフインフレーターシステムにて加圧した. 加圧時間は 120 秒間とし, 設定圧は 20・40・60・80・100 mmHg とした. なお, 加圧の順番はランダムに行い, 次の加圧まで圧解除後 5 分間以上の間隔をあけた. 対象者から加圧を解除した直後に主観的な上肢の締め付け感(以後, 主観的苦痛度)を聴取した. 主観的苦痛度は, 先行研究[14]を参考とし“なんともない, 少しきつい, きつい, かなりきつい, もうやめてほしい”の 5 段階スケールで評価した.

4. 統計解析

データは平均値±標準偏差で示した. 統計解析ソフトには IBM SPSS (IBM SPSS Advanced Statistics, IBM, Tokyo, Japan)を使用した. 3 群間以上の比較は, 反復測定による一元配置分析を行い, 多重比較には *Bonferroni* 法を用いた. 2 群間の比較には対応のある *t* 検定を用いて, いずれも $p < .05$ を有意とした.

5. 倫理的配慮

実験への参加は自由意志であり, 実験前に対象者に対しては実験の意義や方法について十分に説明し同意を得た. 実験中は対象者に不利益が及ばないように配慮し, 必要な場合は実験の中断を行い, 実験データは厳重に管理し本研究以外に流用をしないものとした.

第3節 結果

1. 対象者の属性と超音波で観察した血管断面の形態

実験に参加した対象者は20名であり、内訳は男性5名、女性15名であった。対象者の平均年齢は 29.1 ± 12.9 (範囲: 18-63) 歳、収縮期血圧は 112 ± 13.0 (範囲: 92-132) mmHg、拡張期血圧は 68 ± 9.5 (範囲: 50-90) mmHg であった。いずれの駆血圧においても加圧開始後、超音波画像で観察した血管断面像は扁平な楕円形から正円形に近づくように変化していった(写真2)。

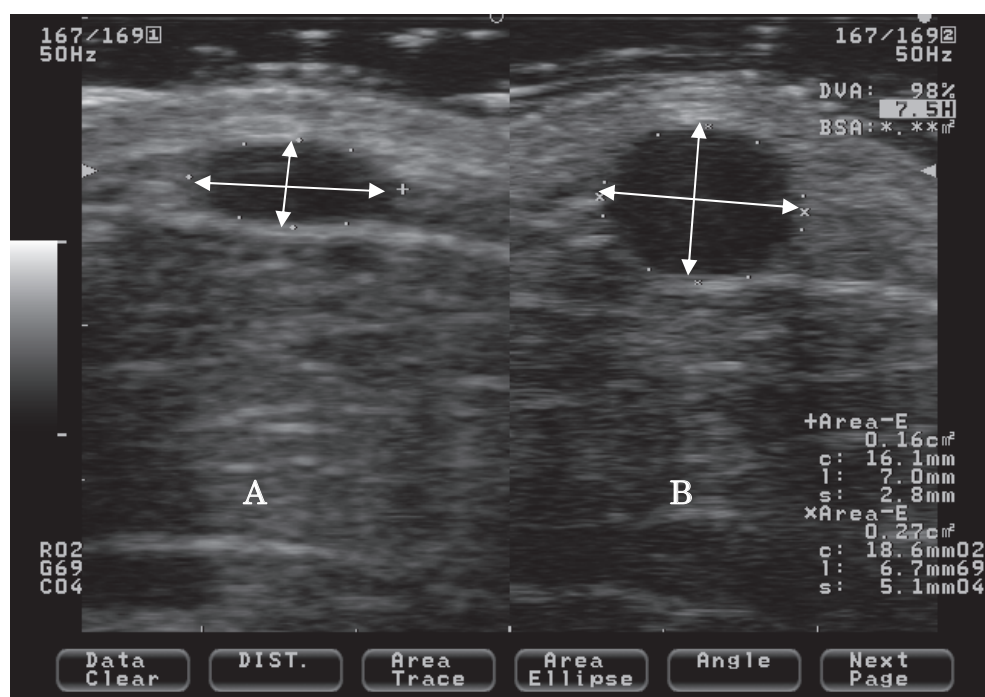


写真2. 血管断面積の超音波画像 (著者の文献[22]より引用)

A: は加圧前の血管断面像。

B: 駆血圧 60 mmHg で加圧 60 秒後の血管断面像。

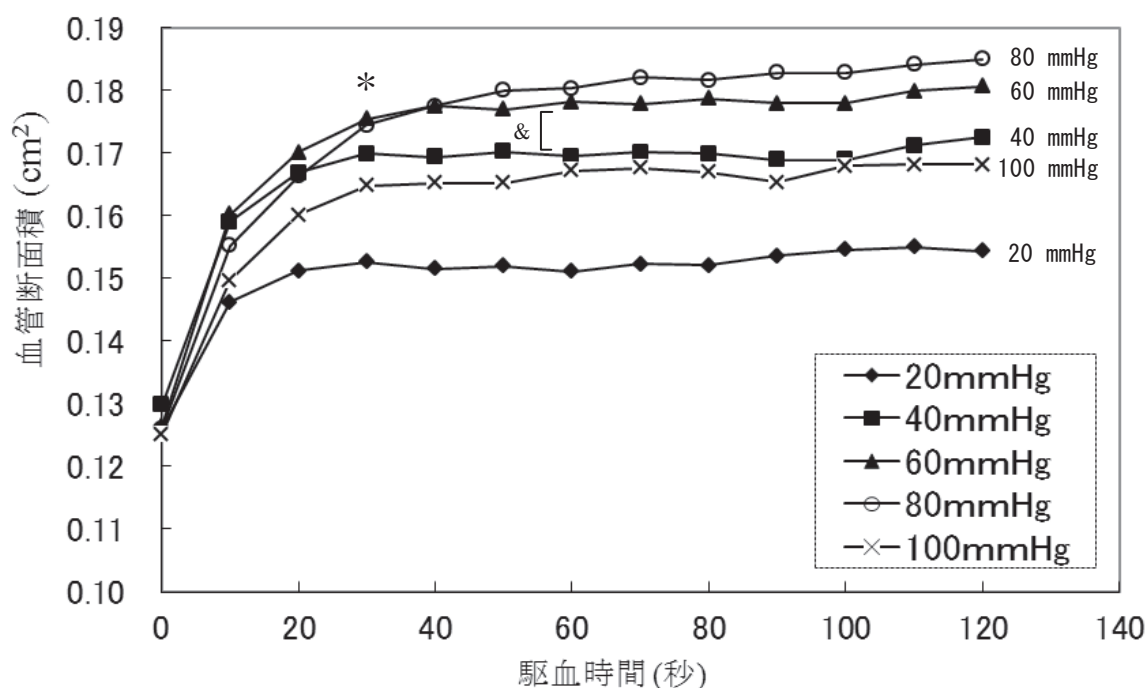


図 1. 駆血圧と駆血時間による血管断面積の推移 (n=20)

* : 駆血開始 30 秒後における, 駆血圧 20 mmHg と比較し駆血圧 40, 60, 80 mmHg との間に有意差あり ($p < .05$; One-way repeated-measures ANOVA). & ; 駆血開始 60 秒後における, 駆血圧 40 と 60 mmHg との間に有意差あり ($p < .05$; paired t -test).

2. 駆血圧の違いによる血管断面積の変化

図 1 には, 駆血圧の違いによる血管断面積の経時的変化を示した. 血管断面積は加圧開始 10 秒以内で急速に増加し, 加圧後 30 秒までは緩やかに増加していったが, 30 秒以降は大きな変化は認めなかった. しかし, 駆血圧 80 mmHg では加圧を解除するまでの 120 秒間, 緩やかではあるが血管断面積は増加していた.

駆血圧が 20 mmHg の場合, 駆血圧 40, 60, 80 mmHg と比較し, 加圧 30 秒後には血管断面積が有意に小さかった. また, 採血後の検査値にも影響を及ぼすため, 駆血時間として推奨されている加圧 60 秒後での駆血圧 40 mmHg と駆血圧 60 mmHg の 2 群間でも有意差が認められた. しかしながら, 駆血圧 60 mmHg と駆血圧 80 mmHg 間における血管断面積の差は, $0.001 \sim 0.004$ (cm^2)で

あり有意差を認めなかった．さらに，駆血圧 80 mmHg までは駆血圧の上昇に伴い血管断面積も増加したが，駆血圧が 100 mmHg に達した場合，血管断面積は減少し，駆血圧 40 mmHg よりも血管断面積は狭くなっていた(図 1)．

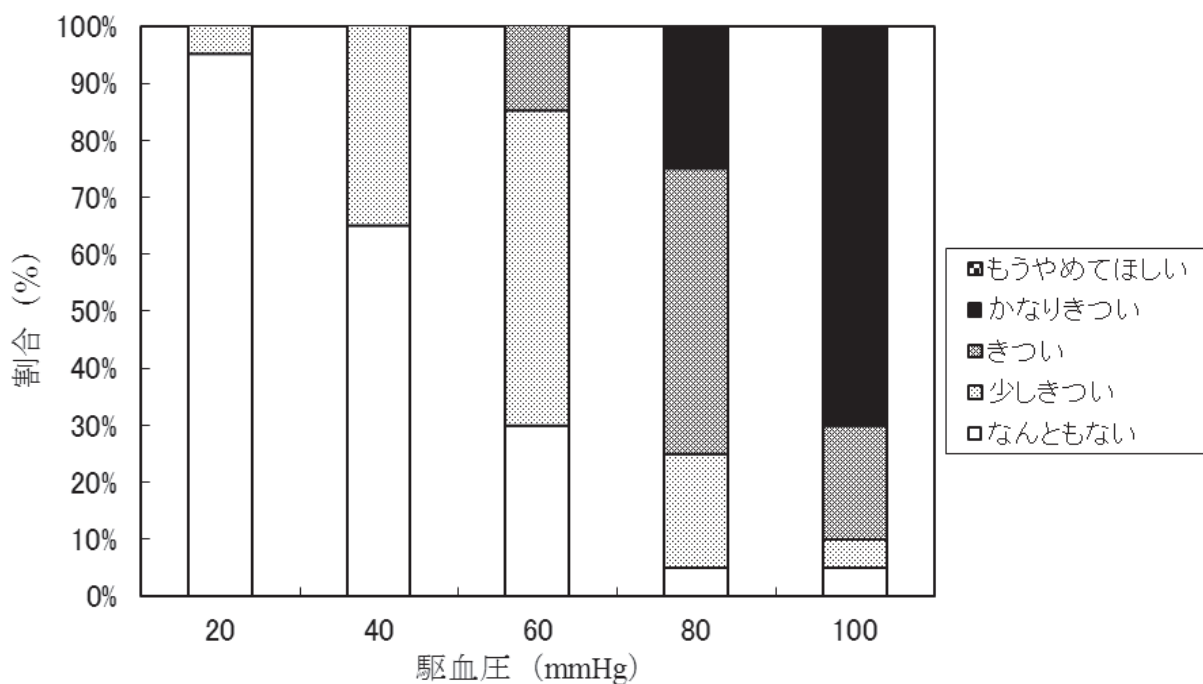


図 2. 駆血圧の違いでの対象者の主観的苦痛度 (n=20)

3. 駆血圧の違いによる主観的苦痛度の変化

駆血に対する対象者の主観的苦痛度においては，駆血圧の増加に伴い増加していた．駆血圧が「かなりきつい」と感じた割合としては，駆血圧 80 mmHg では 25% (5/20)，駆血圧 100 mmHg では 70% (14/20)であったが，「もうやめてほしい」と感じたものは認めなかった(図 2)．

第 4 節 考察

本結果より，前腕表在静脈の血管断面積は加圧開始後の比較的早期に増加することが示された．そして，加圧開始 30 秒後には血管断面積はほぼ最大径に達しており，その後は加圧を続けてもわずかしき変化しないことが明らかとなっ

た(図 1). 静脈穿刺時の駆血時間が長くなると血液検査データにも影響するため、駆血時間としては 60 秒以内が推奨されているが[16, 19, 20], 本結果からも血管断面積は加圧 60 秒後にはすでに最大径に達しており、駆血時間に関しては血管断面積の変化から考えても同様の見解であった。よって、駆血の時間としては、30~60 秒が推奨されるのではないかと考えられる。

駆血圧に関しては、駆血圧 20 mmHg の場合、血管断面積は加圧 30 秒後には他の駆血圧と比較しても、その面積は有意に小さいことが示された。つまり、駆血圧 20 mmHg では血管怒張が不十分であり駆血圧としては低すぎることを考えられる。駆血圧 40 mmHg においても駆血圧 60 や 80 mmHg と比較した場合、血管断面積は小さく、加圧 60 秒後において駆血圧 40 と 60 mmHg の血管断面積には有意差が認められた。よって、血管の怒張しやすい対象者の場合、40 mmHg という駆血圧でも十分な血管怒張を得ることが可能かもしれないが、怒張を得にくい対象者の場合は、より怒張の得られる 60 や 80 mmHg という高い駆血圧が必要になると考えられる。駆血圧 60 と 80 mmHg では血管断面積に有意差を認めなかったが、対象者の主観的苦痛度としては、駆血圧が 80 mmHg 以上になると 25%の対象者は「かなりきつい」と感じており、主観的苦痛度が強くなると考えられた(図 2)。また、駆血圧が 100 mmHg に達した場合、血管断面積は駆血圧 60 や 80 mmHg よりも低下することに加え、主観的苦痛度の「かなりきつい」と感じている対象者は 70%とさらに増加していた。これらの要因としては、今回の対象者の血圧が関係していると推察される。つまり、実験前の拡張期血圧は平均 68 mmHg であるため、駆血圧が拡張期血圧を超えた場合、末梢血流の循環にも影響を及ぼし、対象者の主観的苦痛度としては「かなりきつい」と感じ始めるのではないかと推測された。さらに、駆血圧が 100 mmHg に達した場合この傾向はより顕著となり、主観的苦痛度の増加に加え、末梢血流が阻害されることにより表在静脈への流入血流も減少し、血管拡張率の減少が生じたと考えられた。以上より、血圧計のマンシェットを用いた場合、適当な駆血圧は 60 mmHg であると考えられた。

第 5 節 結論

本章では，駆血圧と駆血時間の観点から血管怒張との関連を検証した．その結果，血圧計などのマンシェットを用いた場合，一般的にどのような対象者に対しても(健常人の場合)苦痛が少なく，より怒張が得られる(血管断面積が大きい)駆血圧は 60 mmHg であり，駆血時間としては 30～60 秒であった．

また，この要因としては末梢への動脈血流が関連していると推察されたが，本章では末梢血流量を計測していないため，駆血に伴う末梢血流の変化についても検討する必要性が考えられた．

第3章 末梢静脈穿刺時の加圧に伴う橈骨動脈血流速度の変化

第1節 緒言

本邦の標準採血法ガイドラインには、静脈採血時の適切な駆血圧は示されておらず[18]、米国 CLSI の採血ガイドラインでは、末梢静脈穿刺に適切な駆血圧として水銀血圧計のマンシェットを用いた場合、40 mmHg 以下にすると記載されている。この 40 mmHg を推奨する理由としては、末梢動脈血流の障害を考慮するためとされているが、その根拠は示されていない[16]。

本論文の第2章では、駆血圧の違いによる前腕の表在静脈が怒張する推移について超音波診断装置を用いて観察した結果、マンシェットを用いた場合の駆血圧は 60 mmHg の方が適当であることが明らかにされた[22]。そのため、本章では米国 CLSI が駆血圧 40 mmHg を推奨する理由である末梢動脈血流の障害について、健常成人を対象に超音波診断装置を用いて、橈骨動脈の最高血流速度を計測することで、加圧に伴う末梢血流障害の有無を明らかにするものである。

第2節 研究方法

1. 研究対象者

研究への同意を得られ、末梢循環障害などの指摘をされたことのない、健常成人とした。

2. 実験手順と実験機器

室温 $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$ の実験室において 10 分間の安静仰臥後、左上肢にて自動血圧計 (HEM-7430, OMRON, Tokyo, Japan) で血圧・脈拍を測定し、電子体温計 (けんおんくん MC-680, OMRON, Tokyo, Japan) で体温を測定した。

右前腕での橈骨動脈の拍動を確認し、超音波診断装置 (LOGIQ e, GE Healthcare Japan, Tokyo, Japan) のドプラ機能を用いて血流速度を計測した。対象血管である橈骨動脈の血流を障害しないように、超音波診断装置のプロープ (12L-RS Probe, GE Healthcare Japan, Tokyo, Japan) と皮膚表面との間には、超音波

用ジェルを十分に塗布し明瞭な画像が描出される部位でプローブを固定した(写真 3). その後, カラー Doppler 法にて橈骨動脈の血流を描出し, パルス Doppler 法を用いて連続的に自動計測された最高血流速度を 10 秒間隔で記録用紙に記録した(写真 4).

駆血方法は, 対象者の右上腕部に水銀血圧計のマンシェット(幅 12 cm)を巻き, 20, 40, 60, 80, 100 mmHg での加圧を 120 秒間行った. 120 秒間の加圧を解除後, 血流速度の推移を観察するため, 加圧解除後 60 秒間の最高血流速度も記録した. なお, 加圧後に橈骨動脈の血流途絶が疑われ, 最高血流速度が計測できなくなった場合は, 速やかに加圧を解除し, 加圧解除後 60 秒間の最高血流速度を記録した. 加圧の順番はランダムに行い, 各加圧の間隔は 5 分間以上あけ, 実験終了時にも血圧・脈拍を測定した.

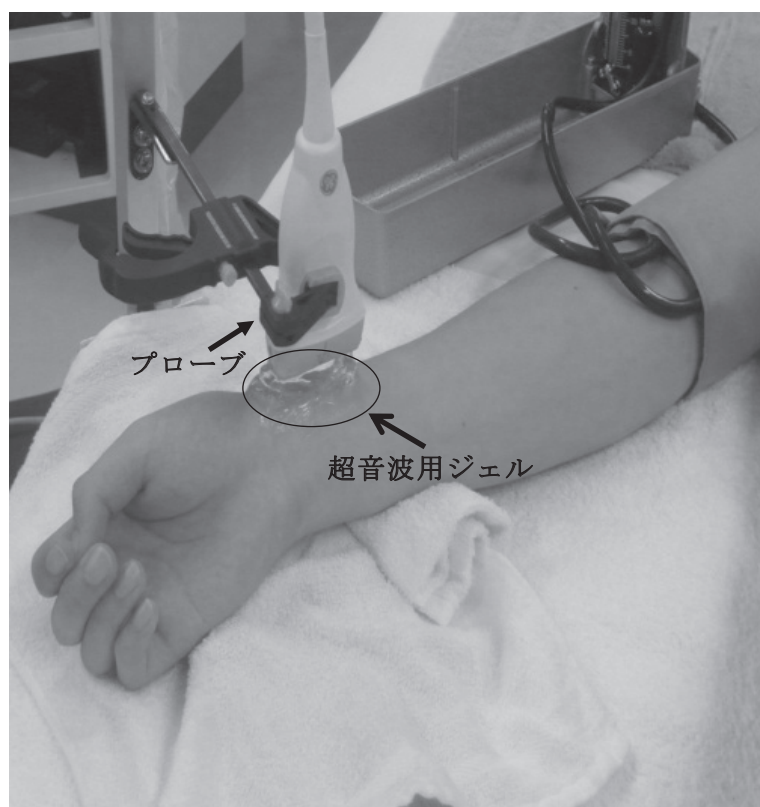


写真 3. 超音波診断装置を用いた橈骨動脈の血流計測

(著者文献より[23]引用)

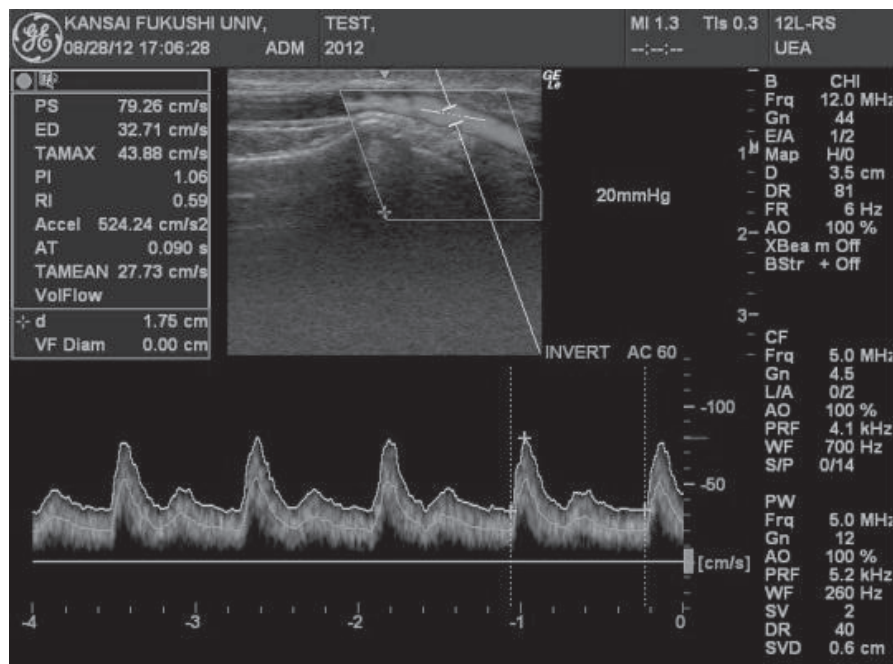


写真 4. 超音波画像(パルスドプラ法で計測した血流波形)

(著者文献より[23]引用)

3. 統計解析

データは平均値±標準偏差で示した．統計解析ソフトには IBM SPSS(IBM SPSS Advanced Statistics 19, IBM, Tokyo, Japan)を使用し，正規性の検定を行い，実験前後の血圧，脈拍は対応のある t 検定，駆血圧と駆血時間の変化は 2 要因の反復測定による分散分析を行い，多重比較には *Bonferroni* 法を適用した．いずれも有意水準は， $p < .05$ とした．

4. 倫理的配慮

研究への参加は自由意志であり，実験前に対象者に対しては研究の意義，実験方法，実施に伴う安全性について十分に説明を行った後，書面にて同意を得た．実験中は対象者に不利益が及ばないように配慮し，必要な場合は実験の中断を行うようにした．研究データは厳重に管理し，研究目的以外に開示しないものとした．関西福祉大学看護学部倫理審査委員会の承認を得た．

第3節 結果

1. 対象者の属性

研究に参加した対象者は10名であった。対象者の内訳は男性4名、女性6名、平均年齢は21.7歳であった(表1)。また、心血管系の異常を指摘されている対象者はいなかった。表1には、対象者の実験前後の血圧、脈拍を示した。対象者の実験前の収縮期血圧の平均値は、 120.8 ± 10.6 mmHg、拡張期血圧の平均値は 70.5 ± 5.7 mmHg であった。実験後の収縮期血圧は 117.6 ± 9.8 mmHg、拡張期血圧は 67.2 ± 5.4 mmHg であり、実験前と比較すると、実験後の拡張期血圧にのみ有意な低下($p < .05$)が認められた。

表 1. 対象者の概要 (n=10)

年齢(歳)	21.7 ± 0.7		
身長(cm)	162.3 ± 7.0		
体重(kg)	54.1 ± 7.4		
体温(°C)	36.7 ± 0.3		
実験	開始時	終了時	<i>p</i>
収縮期血圧(mmHg)	120.8 ± 10.6	117.6 ± 9.8	0.062
拡張期血圧(mmHg)	70.5 ± 5.7	67.2 ± 5.4	0.016 *
脈拍(回/分)	71.4 ± 13.8	69.1 ± 13.0	0.415

データは Mean \pm S.D. *: $p < .05$ (paired *t*-test)

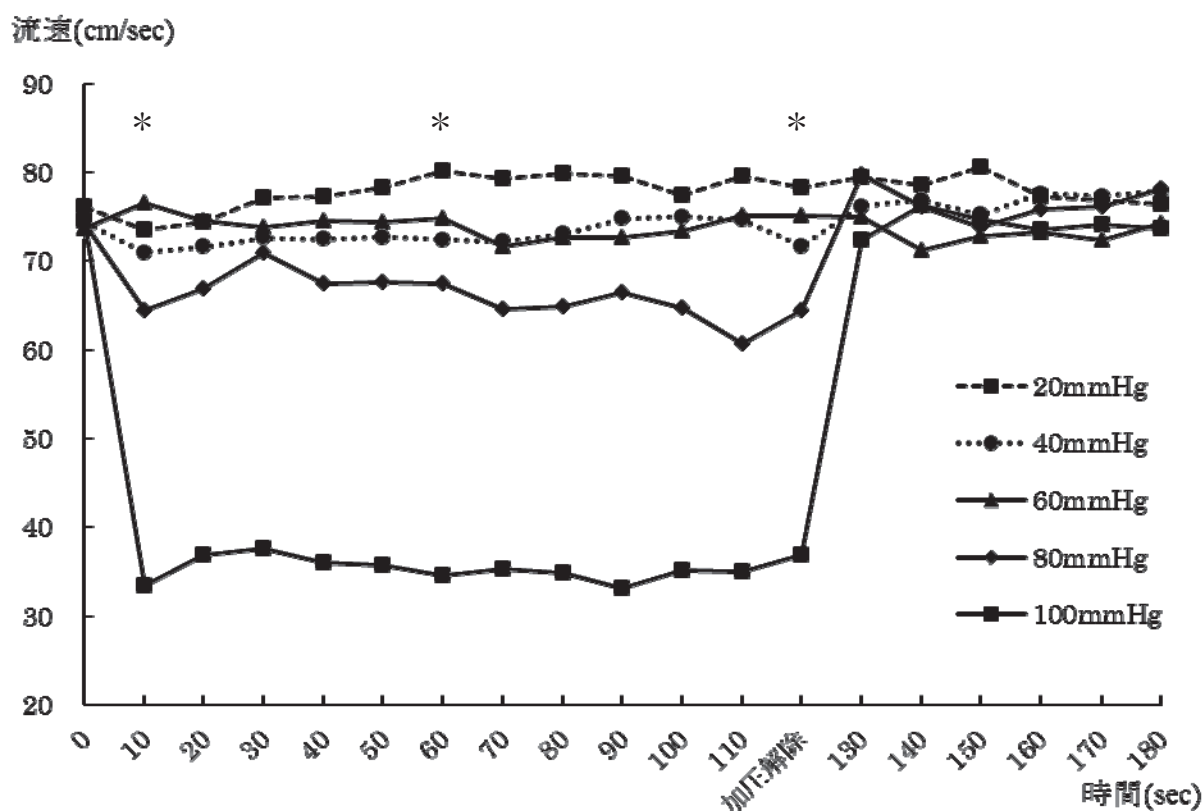


図 3. 駆血圧の違いによる橈骨動脈での最高血流速度の推移 (n=10)

* : 駆血圧 100 mmHg と駆血圧 20, 40, 60, 80 mmHg との間に有意差あり ($p < .05$; Two-way repeated-measures ANOVA).

2. 駆血圧と最高血流速度の推移

超音波診断装置を用いて計測した橈骨動脈の最高血流速度では、加圧前の血流速度と 180 秒後(加圧解除 60 秒後)の血流速度は、すべての駆血圧で有意差を認めなかった。駆血圧 40 と 60 mmHg での橈骨動脈の最高血流速度を比較した結果、加圧前、10 秒後、60 秒後、120 秒後、180 秒後のすべてに有意差を認めなかった。駆血圧が 80 mmHg 以上になると、加圧後に最高血流速度は低下し、加圧解除までほぼ一定であった(図 3)。駆血圧が 100 mmHg の場合、他のすべての駆血圧との間に、加圧 10 秒後、60 秒後、120 秒後の最高血流速度に有意な低下が認められたが、加圧の解除に伴い最高血流速度は加圧前まで回復していた

(図 3). さらに、駆血圧 100 mmHg では加圧後に最高血流速度が計測できなくなったため、加圧を解除した対象者が 1 名認められた。

第 4 節 考察

本研究の対象者は、心血管に異常を認めない健常成人であった。実験前後における血圧、脈拍の変化としては、拡張期血圧にのみ有意な低下を認めた。実験前後で対象者の血圧の変動が著しい場合、実験中の橈骨動脈の最高血流速度にも影響すると考えられる。しかし、今回の血圧変動は拡張期のみであり、その差は約 3 mmHg であった。また、加圧の順番はランダム化しており、各駆血圧の加圧前の最高血流速度にも差が認められないため、対象者の実験前後での拡張期血圧の変動が今回の結果に影響を及ぼす可能性は低いと考えられる。

米国 CLSI の採血ガイドラインでは血圧計マンシェットを用いた場合、駆血圧としては 40 mmHg を推奨しているが、その根拠は明確に示されていない[16]。第 2 章では、駆血圧 60 mmHg の方が有効な血管拡張が得られるため、一般的な駆血圧としては、60 mmHg の方が適当であることが示唆された[22]。また、駆血圧が高くなるにつれて、末梢血流が阻害される可能性が推察されたため、駆血圧 60 mmHg で加圧した場合も末梢血流の確保が重要であると考え、本章では加圧に伴う末梢血流速度の変化を検証した。その結果、駆血圧 20, 40, 60 mmHg の各駆血圧間には最高血流速度に差が認められなかった。また、駆血圧が 60 mmHg までは加圧後の橈骨動脈の最高血流速度もほぼ一定で推移し、加圧前と比較しても最高血流速度に有意な変化は認めなかった(図 3)。しかし、駆血圧が 80 mmHg 以上になると加圧後の最高血流速度に低下が認められ、駆血圧 100 mmHg では加圧直後より著しい低下が認められた(図 3)。これらの要因としては、本研究での対象者の拡張期血圧が 70 mmHg 前後であったことが影響していると考えられる。また、駆血圧 100 mmHg では最高血流速度の低下も著しく、血流速度が検出されなくなった対象者も 1 名認められた。以上より、健常人を対象とした場合、マンシェットを用いた駆血圧としては 60 mmHg が安全かつ適当であると考えられた。また、加圧後の最高血流速度が低下する場合、

10 秒以内と早期に生じていることから、過度な加圧による長時間の駆血は避ける方が望ましいと考えられた。

第 5 節 結論

駆血圧と橈骨動脈の最高血流速度の関係を検証した結果、駆血圧 40 と 60 mmHg での最高血流速度に有意差は認められなかった。また、駆血圧が 80 mmHg 以上を超えた場合、最高血流速度の低下が認められた。以上より、健常人を対象とし血圧計マンシェットを用いた場合、駆血圧 60 mmHg で 1 分間の駆血方法は、安全かつ安定した実験条件であり、本論文の駆血条件として設定した。

第4章 上肢温罨法の血管怒張に対する効果

第1節 緒言

1. 静脈穿刺時に行われる温罨法の実態

末梢静脈穿刺において、十分な静脈の怒張が得られない静脈穿刺困難者が存在することは周知の事実であり、末梢静脈穿刺に苦渋した経験は誰しもあるのではないだろうか。そのような場合、看護師は経験的に温罨法が血管怒張に有効であることは認識しているが[24]、看護援助としての有効性を看護学的に検証した研究は少なく[25]、日本臨床検査標準協議会の標準採血法ガイドラインでは、静脈穿刺困難者への援助方法としての温罨法は「穿刺部付近を温めるとよい」との記載しかなされていない[20]。つまり、静脈穿刺時の温罨法に関する明確な根拠や具体的な方法は示されていない。そのため、静脈穿刺時の上肢への温罨法は、実施者の経験的手技により実施され、援助方法も様々である実態が明らかとなった[24]。

2. 温罨法（加温）に関する先行研究

温熱刺激に関する多くの先行研究は、生理学的見地での加温による血管拡張や血流量の変化に関するものである[26-28]。そのため、これらの先行研究は温熱刺激に関連した一酸化窒素(NO)や神経調節因子の血管拡張機序[29]、皮下の微小血管の反応[27]など、詳細な機序を解明するための研究成果であった。さらに、加温時間は40分間と比較的長時間であり[26]、臨床看護への応用は、困難であると推察された。そして、加温による上肢の血流量の変化を評価した研究においては、その多くが加温方法として湯を用いており[28, 30-32]、加温範囲も全身におよぶ研究[26, 33]、加温装置を内蔵した測定機器による極めて狭い局所の加温[27]など様々であった。

また、看護援助としての温罨法に関する先行研究は、本邦でも報告されていたが、疼痛緩和や腸蠕動運動の促進を目的とした腹部や背部への温罨法が主流であり、上肢などの末梢血管の怒張を目的とした研究は少なかった[25]。

3. 駆血圧を考慮した静脈穿刺時の温罨法を評価する意義

このような中、Lenhardt et al.は、独自に開発した加温用ミトンを用いて、静脈穿刺を容易にさせる手段として加温が有効であることを報告していた[34]。これは、静脈穿刺時の温罨法が看護援助としての有用である可能性を示す、非常に有意義な研究結果だといえる。しかしながら、Lenhardt et al.の方法には、①駆血条件を考慮していない、②独自に開発した加温器具を使用しているため現在も臨床応用には至っていない、という2つの問題点が推察された。特に、①においては、静脈穿刺を実施する際には駆血帯などを装着し上肢の駆血が行われるが、本論文の第2章でも示されたように、駆血の強さにより血管怒張が異なることは明らかであるため[14, 22]、温罨法の効果として静脈怒張のみを正確に評価するためには、駆血条件を考慮することが重要だと考えられた。

そこで、本章では健常人を対象として、第2章、第3章で明らかにした、安定した駆血条件である駆血圧 60 mmHg、駆血時間 1 分間[22]での上肢温罨法の末梢静脈怒張効果を検証した。これは、これまで経験的に実施されている末梢静脈の怒張を目的とした上肢温罨法の有用性を多面的かつ科学的に検討し、臨床看護への示唆を得るものである。

第2節 研究方法

1. 研究対象者

研究への同意が得られ、心血管系に異常を指摘されていない、非喫煙者の健常人を対象とし、クロスオーバー試験を実施した。

2. 測定項目

皮膚表面温度(℃)：安立温度測定用センサー(皮膚表面タイプ 540E-TS1, ANRITSU, Tokyo, Japan)を左手第3指指尖部、前腕腹側中央部、前腕背側中央部および上腕非加温部(温罨法用具の端から約 5 cm 中枢側)の4箇所温度測定用センサーを装着し、コンパクトサーモロガー(AM-8051E, ANRITSU, Tokyo, Japan)を用いて5秒間隔でデータを連続的に記録した。

組織血流量(ml/min/100g)：レーザードプラ血流計(ALF21D, ADVANCE, Tokyo, Japan)のボタン型センサーを左手第 2 指指尖部および前腕腹側中央部の 2 箇所に装着し、皮膚表面温度と同時にコンパクトサーモロガーへ 5 秒間隔でデータを連続的に記録した。

静脈血流速度(cm/sec)：超音波ドプラ血流計(双方向血流計 ES-100V3, Hadeco, Kawasaki, Japan)を使用し、左肘窩部正中皮静脈の血流速度を計測した。皮膚とプローブの接触面には、超音波用ジェルを用いて静脈を圧迫しないようにした。また、超音波ドプラ血流計のドプラ入射角度は、皮膚表面との成す角度を 60° にして、罨法用具貼用前と貼用 15 分後に血流速度を計測した。

前腕血流量(ml/min/100g)：ストレンゲージプレチスモグラフィ(EC6, Hokanson Bellevue, WA, USA)を用いた。機器取扱い説明書に従い、左前腕の最大周囲径部位に、シリコンラバーチューブに水銀が満たされたストレンゲージを巻き、血流変化に伴う前腕の容積変化から前腕血流量を算定した。測定は罨法用具貼用前と貼用 15 分後に計測した。

血管断面積(cm^2)：超音波診断装置(Prosound 2, ALOKA, Tokyo, Japan)を使用し、左肘窩部正中皮静脈の血管断面積を罨法貼用前と貼用 15 分後に、幅 11 cm のマンシェット(ラピッドカフインフレーター, Hokanson, Bellevue, WA, USA)で駆血圧 60 mmHg, 1 分間の加圧を行い計測した。また、確実に同一部位の血管断面積を計測するため、対象者の肘窩部に油性ペンを用いてマーキングを行った。

怒張度：血管断面積測定後に研究者自身が、先行研究で用いられていた目視と触知での 4 段階評価のスケール[14, 15] (0：まったく確認できなかった, 1：少し確認できた, 2：確認できた, 3：十分確認できた) を使用し駆血した状態での左肘窩部正中皮静脈の怒張度を評価した。

3. 実験手順と罨法用具

環境を一定とした実験室を使用し(室温 $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$)、対象者には実験前 10 分間安静臥床してもらい、左上肢に各種計測センサーを装着した(写真 5)。対象血管は仰臥位での左肘窩部正中皮静脈とし、1 人の対象者に対して、温罨法群 (加

温部の皮膚表面温度が $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ になるように加温した電法用具を対象血管である正中皮静脈を含む、肘窩より末梢側の上肢に 15 分間貼用) および対照群 (加温していない電法用具を温電法群と同様に貼用) を同日に順不同で実施した。対象者の前腕部を加温するために本研究で用いた電法用具は、材質の中身に乾燥天然小麦を有し、電子レンジで加温可能なナチュラルヒート(寸法 $17 \times 50 \text{ cm}$, 重量約 970g, AS ONE, Osaka, Japan)を 2 個使用し、前腕部を腹側と背側から挟むようにして用い(写真 6)、外気を防ぐ目的で約 $33 \times 75 \text{ cm}$ の綿製タオル 1 枚で覆った。電子レンジでの加温は、ナチュラルヒート 1 個当たりレンジ出力 500 W で 2 分間とした。加温方法は、指尖をのぞく前腕を加温したが、これは予備試験にて指尖部を含む加温の場合、対象者から少し熱く感じるとの意見を聴取したためである。

また、血管怒張の程度には個人差が影響するため、本研究ではクロスオーバー試験を実施した。加温(温電法群)と非加温(対照群)の介入順序はランダム化して行い、各群とも実施は食後 2 時間以降とした。そして、先行介入による効果が血流等に影響を与えない、すなわち、統計学的に有意差を認めるようなキャリーオーバー効果がないことは予備試験でも確認し、介入の間隔は 3 時間以上あけた。

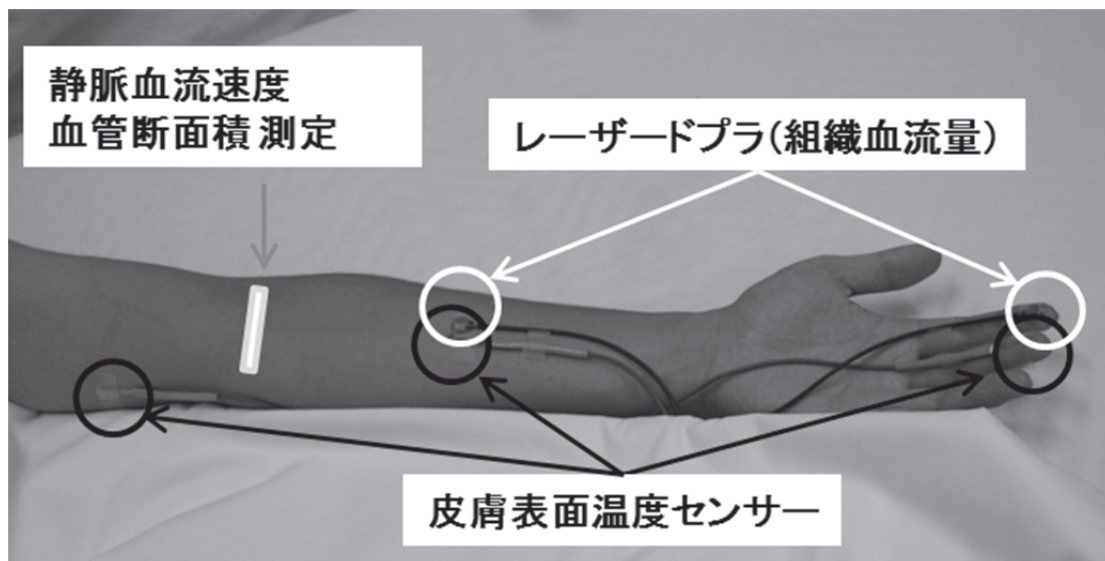


写真 5. 各種センサー装着の様子

(著者文献[35]より引用)



写真 6. 電法用具貼用と加温の方法

(著者文献[35]より引用)

4. 統計解析

データは平均値±標準偏差で示した．解析は，IBM SPSS (IBM SPSS Statistics 19, IBM, Tokyo, Japan)測定項目ごとに対照群と温電法群での群間比較および，各群内での電法用具貼用前と貼用 15 分後を比較した．怒張度以外の項目では対応のある t 検定を用い，怒張度は *Wilcoxon* 符号付き順位検定を用い，*Bonferroni* 補正を適用した．温電法群での電法用具貼用前の指尖部皮膚表面温度と血管断面積の増加比との関係については，ピアソンの積率相関係数解析を行い，いずれも有意水準は， $p < .05$ とした．

5. 倫理的配慮

実験への参加は自由意志であり，実験前に対象者に対しては実験の意義，方法について十分に説明を行った後に同意を得た．実験中に対象者に不利益が及ばないよう配慮し，必要な場合は実験の中断を行うこと，実験データは厳重に管理し流用をしないことを説明した．岡山県立大学倫理委員会の承認を得た．

第3節 結果

1. 対象者の属性

研究に参加した対象者は25名であり、内訳は男性7名、女性18名であった。表2には、対象者の属性を示した。対象者の平均年齢は22.4歳(範囲：19-32)、平均身長は162.2 cm、体重は54.3 kgであった。また、皮膚表面温度や血流量や血管断面積など電法用具貼用前の各種測定データは、いずれも対照群と温電法群の間で有意差を認めなかった。

表2. 対象者の属性 n=25 (男性7名, 女性18名)

年齢 (歳)	22.4 ± 3.1
身長 (cm)	162.2 ± 10.2
体重 (kg)	54.3 ± 11.0
収縮期血圧 (mmHg)	117.3 ± 14.3
拡張期血圧 (mmHg)	70.2 ± 10.9
心拍数 (回/分)	66.4 ± 7.6

Mean ± SD.

2. 対照群と温電法群の比較

図4には、対照群と温電法群での皮膚表面温度の推移を示した。対照群の皮膚表面温度は貼用前とくらべ電法用具貼用15分後には、前腕背側部以外で有意な上昇を認めたが、その差は僅か0.30～1.47℃の範囲であった(図4左)。一方、温電法群では加温時間に伴って、全ての部位で皮膚表面温度の有意な上昇を認め、その差は3.33～7.35℃であった(図4右)。

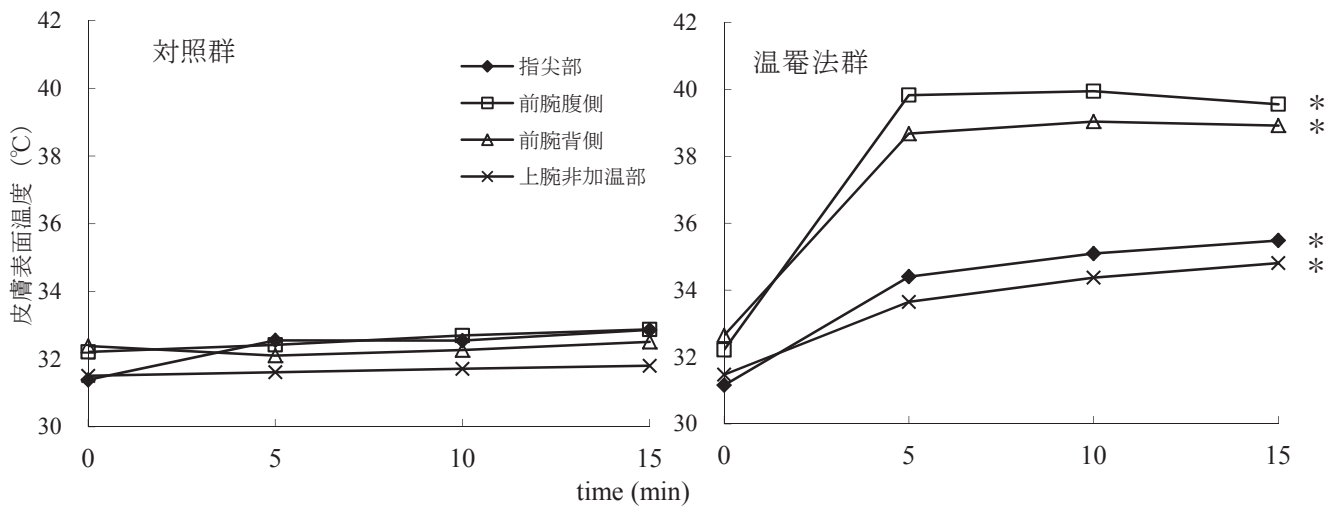


図 4. 対照群 (左) と温罨法群 (右) での皮膚表面温度の推移 (n=25)

*: $p < .01$ (対応のある t 検定) 0 分(貼用前)と貼用 15 分後との比較.

対照群 (左図) では, 前腕背側部以外に 0 分(貼用前)と貼用 15 分後で有意差あり.

レーザードプラ血流計で計測した組織血流量は, 対照群では指尖部および前腕部において貼用前と罨法用具貼用 15 分後で有意差を認めなかった(図 5 左). 温罨法群では指尖部, 前腕部とも有意に上昇し(図 5 右), 対照群と温罨法群の前腕部では, 罨法用具貼用 15 分後に有意差が認められた.

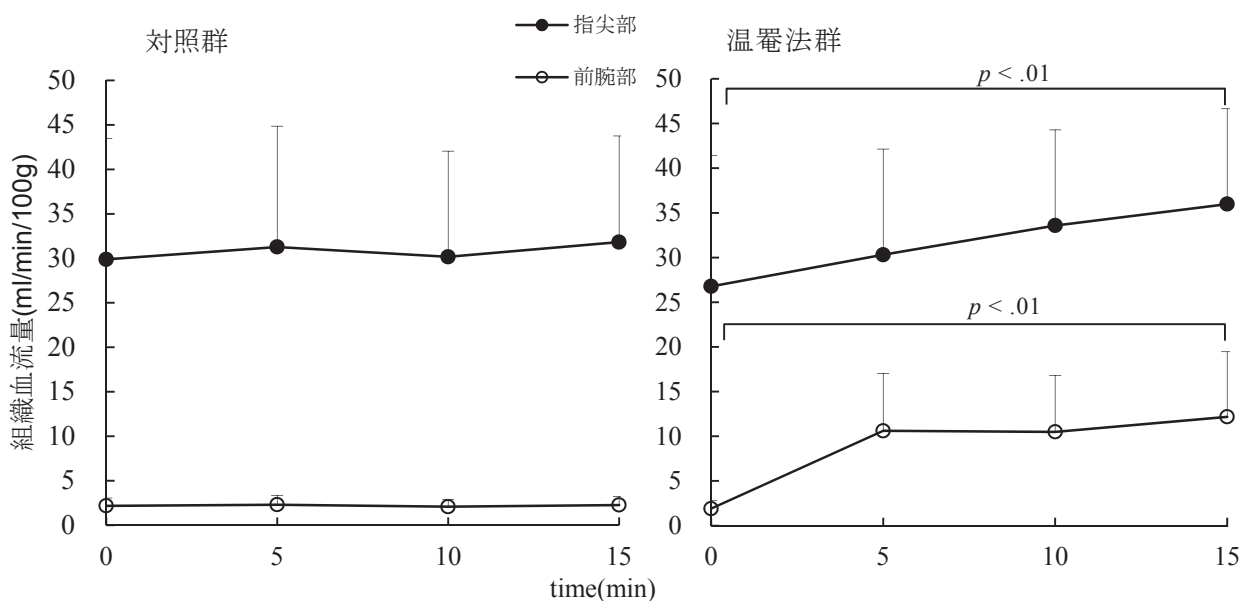


図 5. 対照群 (左) と温罨法群 (右) での組織血流量の推移 (n=25)

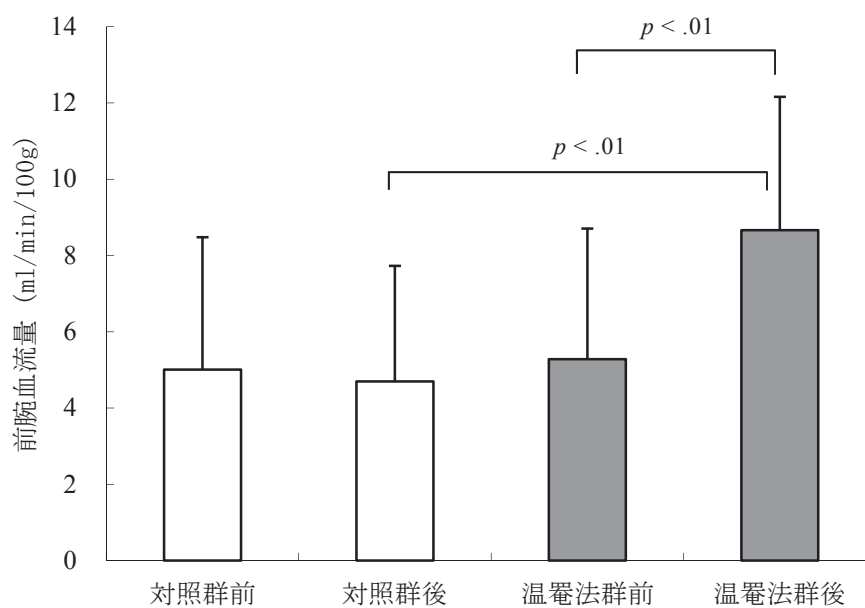


図 6. 対照群・温罨法群における前腕血流量の変化 (n=25)

ストレインゲージプレシモグラフィで計測した前腕血流量は、対照群では貼用前と罨法用具貼用 15 分後で有意な変化を認めなかったが、温罨法群では前腕血流量の有意な増加を認め、対照群と温罨法群の罨法用具貼用 15 分後を比較してみても有意差を認めた(図 6)。

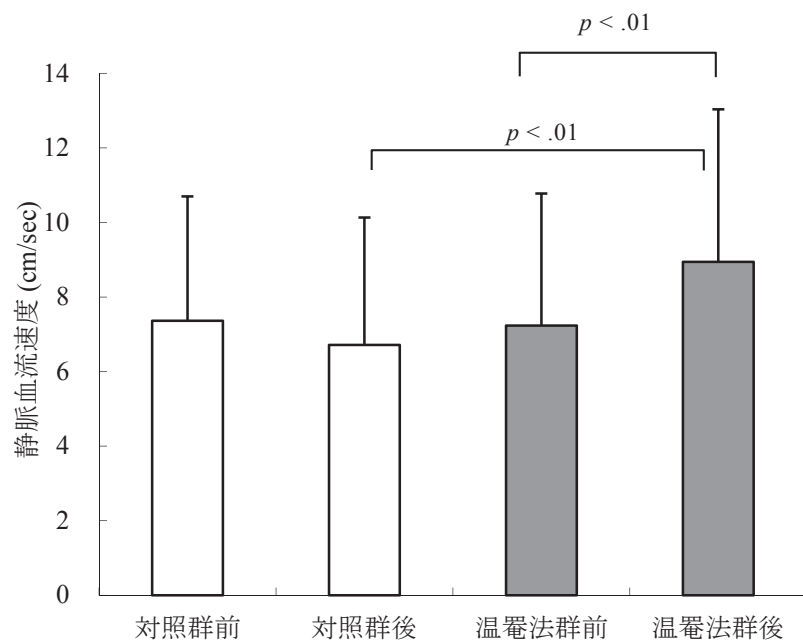


図 7. 対照群・温電法群における静脈血流速度の変化 (n=25)

静脈血流速度においても, 対照群では貼用前と電法用具貼用 15 分後で有意な変化を認めなかったが, 温電法群では静脈血流速度の有意な増加を認め, 対照群の電法用具貼用 15 分後と比較しても有意差を認めた(図 7).

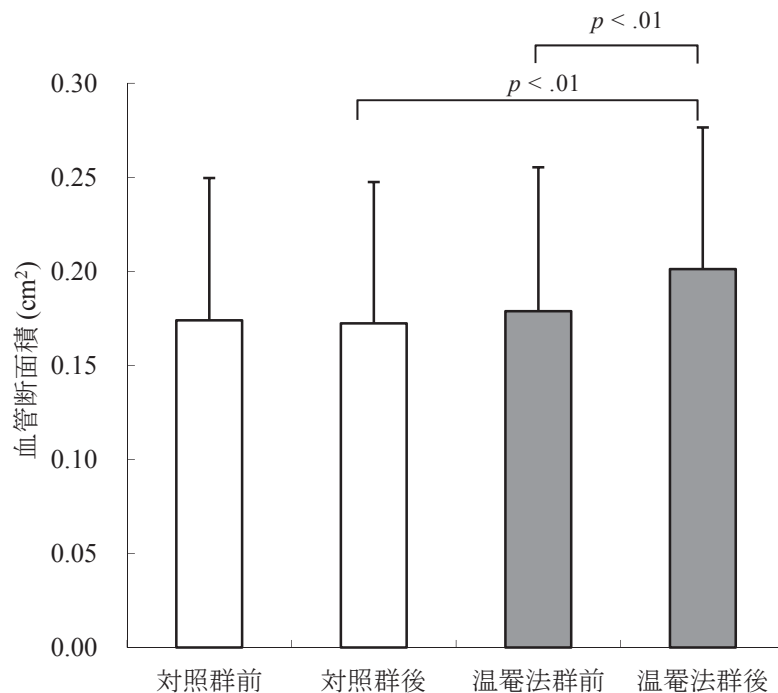


図 8. 対照群・温罨法群における血管断面積の変化 (n=25)

血管断面積の変化としては、対照群では貼用前と罨法用具貼用 15 分後で有意な変化を認めなかったが、温罨法群では血管断面積の有意な増加を認め、対照群の罨法用具貼用 15 分後と比較しても有意差を認めた(図 8)。

また、温罨法による血管断面積の増加率：[(罨法用具貼用 15 分後の血管断面積－貼用前の血管断面積) / 貼用前の血管断面積] としては、対照群では 1% 未満であったが、温罨法群での血管断面積の増加率は 17%であった。しかし、対照群、温罨法群の両群ともに目視怒張度(図 9)、触知怒張度(図 10)には有意差を認めず、両群の罨法用具貼用 15 分後の比較においても目視怒張度、触知怒張度には有意差が認められなかった。

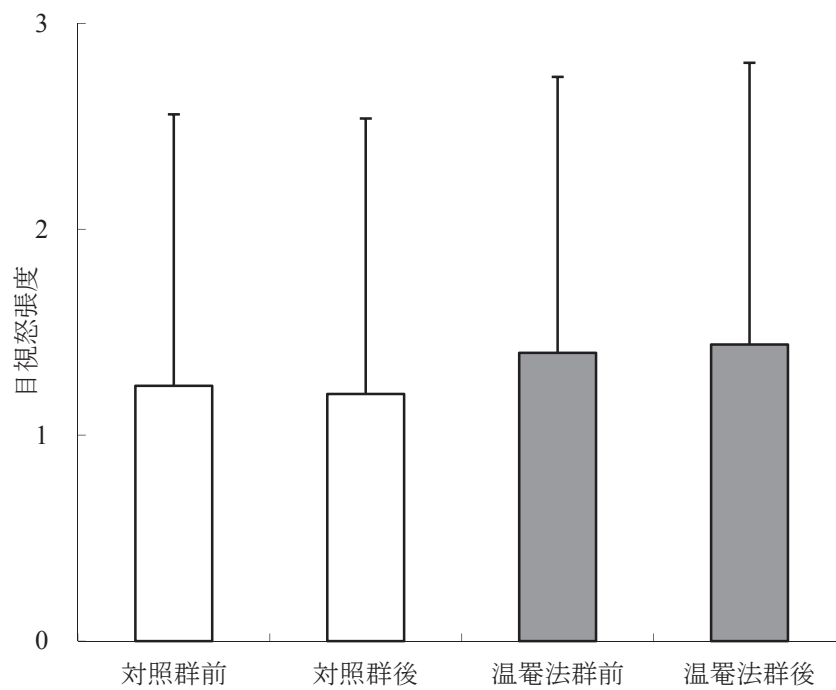


図 9. 対照群・温罨法群における目視怒張度の変化 (n=25)

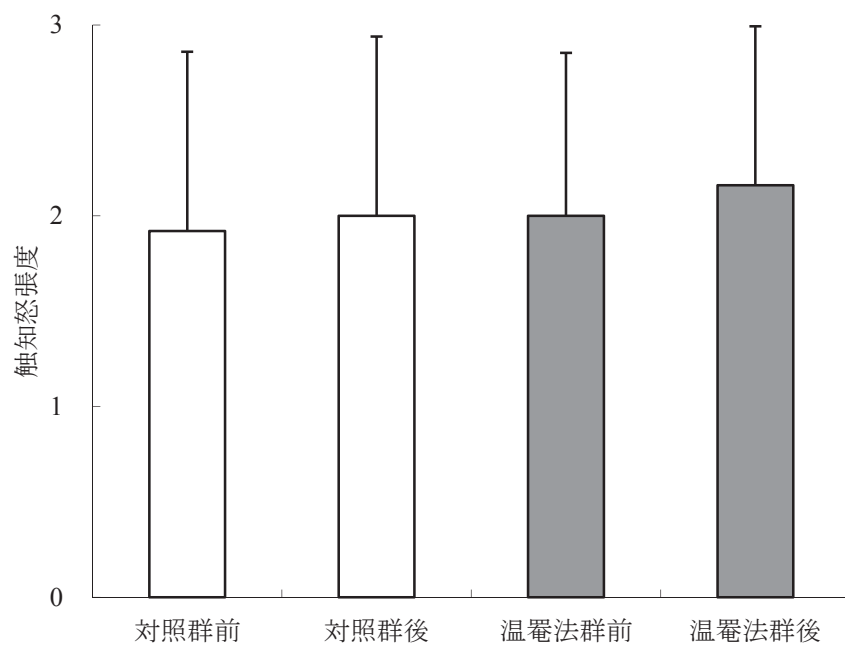


図 10. 対照群・温罨法群における触知怒張度の変化 (n=25)

3. 指尖部皮膚温と血管断面積の関係

温罨法群における血管断面積の増加比 (罨法用具貼用 15 分後の血管断面積／貼用前の血管断面積)と、貼用前の指尖部皮膚表面温度との関係についてみると、両項目間には有意な相関($r = -.534$)が認められた(図 11).

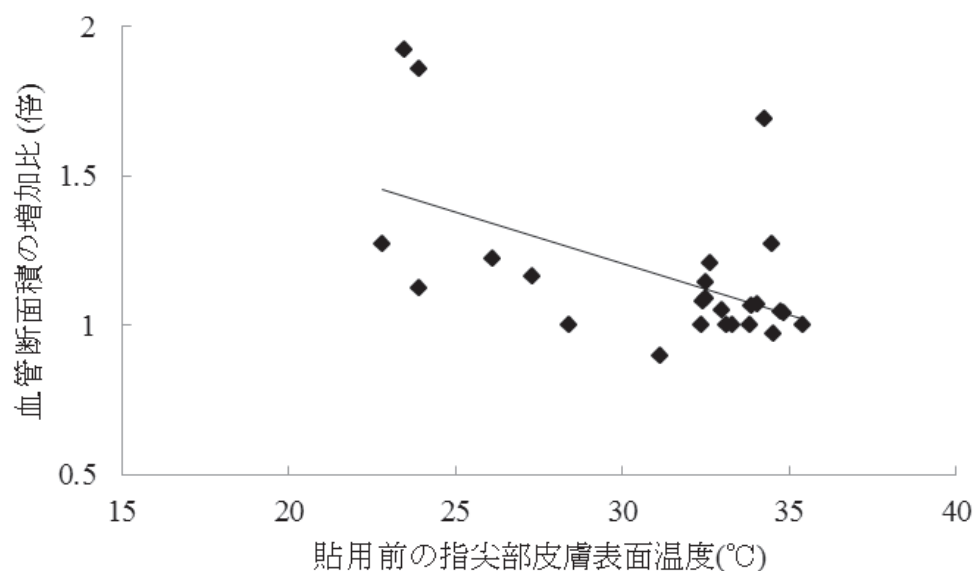


図 11. 貼用前の指尖部皮膚表面温度と血管断面積増加比との関係 (n=25)

Pearson 相関係数 $r = -.534$ ($p < .01$)

第 4 節 考察

本章では、同一対象者に対して対照群と温罨法群という 2 度の介入を実施した。いずれの介入前においても、各測定データ間で両群間には有意差が認められなかった。そして、両群に対しては同様に罨法用具を貼用しているため、両群間における違いは温罨法用具の加温の有無であると考えられる。つまり、本結果より、40℃前後 15 分間の温罨法を施行することで上肢の血流量、血流速度、血管断面積とも有意に増加することが示された。

対照群においては、皮膚表面温度のみ緩やかな上昇を認めたが、これは非加温とはいえ罨法用具を貼用した影響であることが考えられる。しかし、皮膚表面温度の上昇としては、最大の増加を認めた指尖部でも平均で 1.47℃の増加で

あり(図 4), 対照群においては組織血流量や前腕血流量, 静脈血流速度, 血管断面積に変化が認められなかったことから, この程度の皮膚表面温度変化では, 血流や血管断面積の増加は認められないことが示唆された。

つぎに, 温罨法群についてであるが, 本研究では加温の方法としての上肢温罨法を $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ で 15 分間と設定した。温罨法を施行する際に臨床で最も問題となるのは, 低温熱傷の危険性である[36]。木戸らは, 40°C 程度の温度でも加圧と組み合わせるとその相乗作用によって皮膚や筋肉に障害が発症することを示唆し, 30 mmHg の加圧下のもと 40°C で 2 時間接触したマウスの皮膚は低温熱傷を起こすことを報告している[37]。また, 飯田らは 43°C 以上の温度や 42°C であっても 5 時間の加温では, 低温熱傷発症の可能性が高いとしている[38]。しかし, 本研究で用いた加温時間は 15 分と短時間であること, そして, 実際に低温熱傷を疑うような著しい発赤や, 対象者から苦痛の訴えも聴取しなかったことから, 今回用いた温罨法は安全である可能性が高いと考えられた。

上肢への温罨法の実施により皮膚表面温度は上昇し, 前腕部組織血流量は温罨法開始 5 分間で著しい上昇を認め, その後は緩やかな増加であった(図 5)。橋本らは, 静脈怒張に有効な温罨法の温度と時間について, 45°C の湯たんぽ(皮膚表面温度 43°C)を 5~15 分間貼用した場合, 温罨法時間としては 5~10 分の貼用が最も有効であったと報告しており[39], これは今回得られた前腕部組織血流量の結果と類似していると考えられる。しかし, 本結果での指尖部組織血流量については罨法用具貼用 15 分後でも血流量が増加傾向であるため(図 5), この点については, 今後も加温時間を延長するなどの検討が必要であるかもしれない。Ooue et al.は, 全身の加温により皮膚表面温度を $37\sim 38^{\circ}\text{C}$ に維持し, 口腔温が 0.6°C 上昇した時に上肢の橈側皮静脈の血流速度は $7.2 \pm 0.7 \rightarrow 24.0 \pm 2.7$ (cm/sec)まで有意に上昇したが, 血管径は有意に増加しなかったと報告している[33]。本研究での静脈血流速度の上昇は $7.23 \pm 3.20 \rightarrow 8.94 \pm 4.06$ であり(図 7), 上昇率が低かった。この要因としては, 本研究での加温方法が上肢の局所加温であるため, 静脈血流速度の上昇幅が少なかったと考えられる。また, Ooue et al.は, 本結果とは異なり血管径の増加は認められなかったと報告しているが

[33], Abraham et al.は、局所加温により下肢表在静脈の血流速度と血管断面積を超音波診断装置で観察した結果、いずれも有意に増加したと報告しており本結果とも一致していた[26]. このほかにも、静脈の拡張に関しては van Bemmelen et al.も 44℃の湯に上肢を浸す局所加温により、上肢表在静脈が有意に拡張することを報告している[32]. Vanhoutte et al.は、熱に対する静脈の反応は複雑であり、対象血管によっても結果が影響する可能性を示しており[40]、加温方法や対象血管の選定により結果が異なることも示唆される。また、皮膚血管は加温などの局所要因とともに交感神経や内分泌などの全身性要因を受けるとされており[41]、多要因かつ複雑な機序が結果に影響を及ぼしている可能性が推察された。このような点からも血管拡張の検証では、多角的な評価が重要であり、本研究でも様々な計測機器を用いたことで、温罨法の有効性を多面的かつ科学的に証明することができたといえる。さらに、本研究の特徴としては適切な駆血条件を設定し、看護学の側面から血管拡張を評価したことである。つまり、上肢温罨法を行い、駆血圧 60 mmHg で 1 分間という条件では、血管断面積が 17%増加し、看護援助としての有効性を客観的に評価できたと考えられる。

臨床場面では、駆血したのち穿刺血管を目視や触知で判断するため、血管拡張度としての変化が重要である。本結果では、血管拡張度としての目視や触知に有意な変化は認められなかったが(図 9, 図 10)、その理由としては、評価方法が主観的な 4 段階評価であるため、血管拡張のわずかな変化を判別することが困難であったことも考えられる。しかし、罨法用具貼用前の指尖部皮膚表面温度と血管断面積の増加比にも有意な相関関係が示されたように(図 11)、温罨法の適応としても指尖部など末梢の皮膚表面温度が低下している場合、より効果的な血管拡張が得られると考えられる。よって、静脈穿刺困難者に対して上肢温罨法の用いる場合、その適応を見極めることが重要であり、そこには看護師の観察と根拠に基づく判断が必要であると推察された。

第5節 結論

上肢の温罨法が静脈怒張に有効であることが示された．さらに，指尖部皮膚表面温度の低下を伴う対象者において温罨法がより効果的であることが示唆された．今回実施した温罨法は，簡便かつ安全であると考えられ，臨床での実施も可能であると考えられるが，臨床で静脈穿刺時に温罨法を併用することの有効性を実証していくことが必要であると考えられる．

第5章 総括

第1節 本論文のまとめ

平成14年9月に静脈注射に関する法解釈の変更もあり、静脈注射は看護師の行える診療補助行為となった。このため、看護師はこれまで以上に静脈注射などの末梢静脈穿刺に関して、専門的知識や科学的根拠に基づき援助を展開することが求められている。しかしながら、末梢静脈穿刺時に行われる駆血帯の装着(駆血の強さ)や、穿刺が困難な場合に実施されている上肢温罨法に関してもそうであったように、幾つかの技術では看護援助の根拠が明確に示されていないため、看護師の経験に基づいて実施されていることも事実であった。しかし、専門職である看護師が社会の信頼に応え責任を果たすためには、一つ一つの看護援助に明確な根拠が必要であることは疑う余地がない。人を対象とする看護学においては、対象者の背景や個別の要因が複雑かつ多様であるため、完全にこれらを排除し、科学的な証明を示すことが困難である場合も多いが、適当な条件を設定することで個々の援助についても科学的に検証が可能であると推察している。そして、本論文では適当な駆血条件を設定し、血管怒張を目的とした上肢温罨法の効果を客観的かつ正確に評価することができたため、今後の看護援助の一助になり得ると推察している。

第2節 本論文の意義と臨床看護への示唆

末梢静脈穿刺時の血管怒張を目的とした上肢温罨法は、採血場面のみではなく、透析患者やがん化学療法患者、手術を受ける予定の患者など静脈穿刺が必要とされる様々な場面での応用も可能であり、頻回な静脈穿刺が必要とされる患者への援助方法として、簡便かつ有益な方法であると推察している。また、末梢静脈穿刺が容易に可能となれば、静脈穿刺の失敗に伴う患者の身体的負担の軽減は言うまでもないが、穿刺を施行する医療従事者も「穿刺を失敗したくない」という心理的負担の軽減や、静脈穿刺困難者に要する時間も短縮され、

確実な末梢静脈穿刺が実施できると考えられる。これらは頻回な穿刺を避けられるだけでなく、末梢静脈穿刺時の合併症である神経損傷を減らし、静脈穿刺困難者に対して実施される、頸部・鎖骨下静脈など侵襲性や危険性の高い医療行為である中心静脈穿刺の回避にもつながると考えられる。すなわち、医療の安全性に加えて患者へのストレスの軽減や、不要な医療資源の削減にもつながると推測している。

現在、日本においてがん治療は国の位置づける最重要施策の1つである。特に、がん化学療法では入院から外来治療へと治療の場が移行し、外来化学療法はがん治療における主要な位置づけとなっている。その中で、がん治療を続ける患者は、抗がん剤投与のために繰り返し血管穿刺を余儀なくされており、少しでもこの負担を軽減できる簡便な援助方法があれば、治療の継続と質の向上にも寄与できると期待している。

第3節 本論文の課題と限界、今後の展望

本論文の課題として、今回は単一の温罨法条件のみでの検討であったため、今後も静脈穿刺に効果的な温罨法の方法について検討していくことが必要である。また、加温に伴う血流増加や血管拡張の機序としては、軸索反射と一酸化窒素による2つの機序が大きく関与すると報告されている[42]。このうち、軸索反射は、皮膚などの求心性神経の刺激により発生し、中枢へと向かう刺激の一部が求心性神経の軸索側枝を通り、再び末梢へ向かい血管拡張などの反応を惹起するとされており[43]、一酸化窒素は血管内皮細胞から放出され、血管の弛緩・拡張作用を有するとされている[44]。特に、この軸索反射による血流増加は加温初期の3-5分間に生じ、一酸化窒素に関連した血流増加は加温後30分前後であると報告されている[45]。著者は、温罨法を多忙な臨床でも活用するためには、加温時間の短い軸索反射に関連した血流増加に注目しており、加温時間を短縮した温罨法の静脈怒張効果の検討が必要であり、今後の課題であると認識している。

本研究の限界としては、対象者が若年健常人という点である。つまり、加齢に伴い温熱刺激に対する反応が異なることや[46]、糖尿病などの基礎疾患を有している場合、加温による血流量増加に差が生じる可能性が指摘されていることから[31]、今後は臨床での介入研究が必要だと考えられる。しかし、今後様々な対象者で温罨法の効果を比較する際においても、本論文で得られた結果は基礎データとしても比較が可能であると推察している。

また、温罨法は血管拡張のみならず、血管穿刺に伴う疼痛を軽減する可能性も示唆されている[47-49]。本論文では、温罨法の鎮痛効果については検討していないが、これらを含めた臨床場面での再評価が今後も重要であると考えられる。温罨法という身近な援助方法が確立することで、多くの対象者に有益な効果を提供できるため、一連の研究成果を基礎研究として終わらすことなく、臨床での介入研究を展開するために今後も研究を継続していきたい。

謝辞

本稿を終えるにあたり，本研究を終始ご指導して頂きました岡山県立大学大学院保健福祉学研究科の荻野哲也教授，森將晏名誉教授に謹んで深く感謝いたします．また，研究を行うにあたり，様々な実験上のご協力をしていただきました，渡邊洋子さん，荻野研究室の皆様に深く御礼申し上げます．最後になりましたが，この三年間様々なご指導，ご鞭撻を賜りました保健福祉学研究科看護学専攻の諸先生方，先輩諸氏，そして，私の家族に対して心より感謝致します．

引用文献

1. 看護行政研究会, *看護六法 平成 26 年版*. 新日本法規出版, 2014.
2. 飯田英男, *法と医療のはざままで 看護師による静脈注射の 50 年*. 看護管理, 2004. **14**(3): p. 246-247.
3. 静脈注射の実施に関する検討プロジェクト, *静脈注射の実施に関する指針*, 日本看護協会, 2003.
4. 厚生労働省, *平成 25 年社会医療診療行為別調査*, 大臣官房統計情報部, 2014.
5. 炭谷正太郎, 渡邊順子, *点滴静脈内注射における留置針を用いた血管確保技術の実態調査 新人・中堅・ベテラン看護師の実践の比較*. 日本看護科学会誌, 2010. **30**(3): p. 61-69.
6. Horattas, M.C., et al., *Changing concepts in long-term central venous access: catheter selection and cost savings*. Am J Infect Control, 2001. **29**(1): p. 32-40.
7. Leidel, B.A., et al., *Is the intraosseous access route fast and efficacious compared to conventional central venous catheterization in adult patients under resuscitation in the emergency department? A prospective observational pilot study*. Patient Saf Surg, 2009. **3**(1): p. 24.
8. Rauch, D., et al., *Peripheral difficult venous access in children*. Clin Pediatr (Phila), 2009. **48**(9): p. 895-901.
9. 日本臨床検査標準協議会標準採血法検討委員会, *標準採血法ガイドライン : GP4-A2 approved guideline*, 日本臨床検査標準協議会. 2011, p62.
10. 三上容司, *採血 採血に伴う末梢神経損傷 予防と対策*. Laboratory and Clinical Practice, 2010. **28**(2): p. 64-70.

11. 稲葉一人, 実践的判例よみこなし術(第 75 回) 採血・注射時の神経損傷について医療者が配慮すべき点とは. *Nursing BUSINESS*, 2013. 7(3): p. 260-262.
12. 杖下隆哉, エコーガイド CV 穿刺の *Evidence* を考える 当院における中心静脈カテーテル留置環境とその教育体制. 日本臨床麻酔学会誌, 2012. 32(7): p. 883-889.
13. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), *Vital signs: central line-associated blood stream infections--United States, 2001, 2008, and 2009*, in *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 2011. p. 243-8.
14. 加藤晶子, 森將晏, 静脈穿刺に用いる駆血帯装着時の駆血圧と静脈怒張度との関係 上腕周囲径に対する駆血帯の締めつけ割合を指標として. 日本看護技術学会誌, 2009. 8(3): p. 10-15.
15. 加藤晶子, 森將晏, 静脈穿刺に用いる駆血帯装着時の駆血帯の張力と静脈怒張度との関係および怒張度に影響する身体的要因についての検討. 日本看護技術学会誌, 2009. 8(3): p. 42-47.
16. Clinical and L.S. Institute, *Procedures for the Collection of Diagnostic Blood Specimens by Venipuncture: Approved Standard (H3-A6)*. 2007: Clinical and Laboratory Standards Institute.
17. 上谷いつ子, 市村真理子, 廣瀬京子, 最新注射・輸液マニュアル: 安全・確実に行うための. 2005, 東京: 日本看護協会出版会.
18. 日本臨床検査標準協議会標準採血法検討委員会, 標準採血法ガイドライン: *GP4-A1 approved guideline*. 日本臨床検査標準協議会, 2006, p33.
19. 日本臨床検査標準協議会標準採血法検討委員会, 標準採血法ガイドライン: *GP4-A1 approved guideline*. 日本臨床検査標準協議会, 2006, p17.

20. 日本臨床検査標準協議会標準採血法検討委員会, *標準採血法ガイドライン : GP4-A2 approved guideline*. 日本臨床検査標準協議会, 2011, p17.
21. 加藤晶子, 森將晏, *看護師が静脈穿刺をする際の駆血圧と駆血帯装着方法について*. 日本看護研究学会雑誌, 2010. **33**(4): p. 131-136.
22. Sasaki, S., et al., *Relationship between Tourniquet Pressure and a Cross-Section Area of Superficial Vein of Forearm*. Acta medica Okayama, 2012. **66**: p. 67-71.
23. 佐々木新介, *末梢静脈穿刺に適切な駆血圧に関する検証 加圧に伴う橈骨動脈血流速度の変化*. ヒューマンケア研究学会誌, 2013. **4**(2): p. 17-21.
24. 市村美香 他, *末梢静脈穿刺における静脈怒張を得るための方法に関する調査報告*. 岡山県立大学保健福祉学部紀要, 2012. **18**: p. 55-63.
25. 江上京里, *「温罨法」の統合的文献レビュー*. 日本看護技術学会誌, 2008. **7**(2): p. 4-11.
26. Abraham, P., et al., *Diameter and blood velocity changes in the saphenous vein during thermal stress*. European journal of applied physiology and occupational physiology, 1994. **69**: p. 305-8.
27. Davison, J.L., D.S. Short, and T.E. Wilson, *Effect of local heating and vasodilation on the cutaneous venoarteriolar response*. Clinical autonomic research, 2004. **14**: p. 385-90.
28. Nagasaka, T., et al., *The effect of local heating on blood flow in the finger and the forearm skin*. Canadian journal of physiology and pharmacology, 1987. **65**: p. 1329-32.
29. Wingo, J.E., et al., *Effect of elevated local temperature on cutaneous vasoconstrictor responsiveness in humans*. Journal of applied physiology, 2009. **106**(2): p. 571-5.

30. Bergersen, T.K., M. Eriksen, and L. Walløe, *Effect of local warming on hand and finger artery blood velocities*. The American journal of physiology, 1995. **269**: p. R325-30.
31. Stansberry, K.B., et al., *Impairment of peripheral blood flow responses in diabetes resembles an enhanced aging effect*. Diabetes care, 1997. **20**: p. 1711-6.
32. van Bemmelen, P.S., P. Kelly, and J. Blebea, *Improvement in the visualization of superficial arm veins being evaluated for access and bypass*. Journal of vascular surgery : official publication, the Society for Vascular Surgery [and] International Society for Cardiovascular Surgery, North American Chapter, 2005. **42**: p. 957-62.
33. Ooue, A., et al., *Changes in blood flow in a conduit artery and superficial vein of the upper arm during passive heating in humans*. European journal of applied physiology, 2007. **101**: p. 97-103.
34. Lenhardt, R., et al., *Local warming and insertion of peripheral venous cannulas: single blinded prospective randomised controlled trial and single blinded randomised crossover trial*. BMJ (Clinical research ed.), 2002. **325**: p. 409-10.
35. 佐々木新介 他, 末梢静脈穿刺に効果的な上肢温罨法の検証. 日本看護技術学会誌, 2014. **12**(3): p. 14-23.
36. 工藤由紀子, 罨法におけるリスクマネジメントと卒後継続教育の実態に関する研究. 秋田大学医学部保健学科紀要, 2007. **15**(2): p. 102-111.
37. 本戸史子 他, 接触圧と加温温度の相乗作用による低温熱傷発症マウスを用いての実験的検討. 北里看護学誌, 2005. **7**(1): p. 1-9.
38. 飯田智恵, 山本昇, 低温熱傷発症条件に関する実験的検討. 日本看護研究学会雑誌, 2004. **27**(1): p. 43-50.

39. 橋本幸 他, 静脈血管怒張に有効な温罨法の温度と時間 電子リニア走査式超音波診断装置を用いて. 日本看護学会集録, 1997. **28**回(看護総合): p. 153-155.
40. Vanhoutte, P.M. and R.R. Lorenz, *Effect of temperature on reactivity of saphenous, mesenteric, and femoral veins of the dog*. The American journal of physiology, 1970. **218**: p. 1746-50.
41. 入来正躬, 体温生理学テキスト～わかりやすい体温のおはなし～. 分光堂, 2003.
42. Johnson, J.M. and D.L. Kellogg, Jr., *Local thermal control of the human cutaneous circulation*. J Appl Physiol (1985), 2010. **109**(4): p. 1229-38.
43. 佐藤昭夫, ニューロサイエンスの仮説 軸索反射学説. 脳の科学, 2000. **22**(2): p. 207-211.
44. 川原康洋, 一酸化窒素(NO)と動脈硬化. Pharma Medica, 1995. **13**(12): p. 33-38.
45. Strom, N.A., et al., *Local sensory nerve control of skin blood flow during local warming in type 2 diabetes mellitus*. J Appl Physiol (1985), 2010. **108**(2): p. 293-7.
46. Evans, E., et al., *Thermally-induced cutaneous vasodilatation in aging*. J Gerontol, 1993. **48**(2): p. M53-7.
47. 深井喜代子, 大名門裕子, 注射痛に対する看護的除痛法の効果の実験的検討 マッサージ, 温罨法, 冷罨法の手背部皮膚痛覚閾値に及ぼす影響. 日本看護研究学会雑誌, 1992. **15**(3): p. 47-55.
48. 勝又美穂, 杉本幸枝, 看護技術 採血時における看護的除痛法の効果 温罨法・冷罨法を用いた痛みの軽減. 看護技術, 2004. **50**(4): p. 319-322.

49. Fukai, K., *Effect of Conversation and Other Nursing Analgesic Techniques on the Electrically Evoked Prick Pain Threshold*. Kawasaki journal of medical welfare, 1996. **2**(1): p. 49-54.