

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～

佐々木新介

要 約

米国Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) は、駆血帯を巻いた時の適切な駆血圧について、血圧計などのマンシエットを使用した場合、40mmHgを推奨している。この理由としてCLSIは、末梢血流の阻害を考慮するためとしているが、その明確な根拠は示されていない。我々の行った先行研究では、駆血圧としてCLSIが推奨する40mmHgよりも60mmHgの方が末梢静脈の拡張が良好なため、静脈穿刺を想定した際にもより効果的であることが示唆された。本研究では、超音波診断装置を用いて、加圧に伴う末梢動脈血流阻害を検証した。健常成人10名を対象に20・40・60・80・100mmHgの加圧を行い、橈骨動脈の最高血流速度を計測した。その結果、駆血圧40 mmHgと60mmHgの橈骨動脈最高血流速度は、ほぼ等しく有意差は認められなかった。以上より、若年健常成人の場合、血圧計のマンシエットを用いた駆血圧は60mmHgでも適当であることが示された。

キーワード：駆血圧 血流速度 超音波診断装置

I. はじめに

米国Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) のProcedures for the Collection of Diagnostic Blood Specimens by Venipuncture: Approved Standard-Sixth Edition¹⁾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エットを用いた場合、40mmHg以下にすると記載されている。この40mmHgを推奨する理由としては、末梢動脈血流障害を考慮するためとされているが、その明確な根拠については示されていない。また、日本臨床検査標準協議会発行の標準採血法ガイドライン (JCCLS GP4-A1)²⁾では、現実には駆血圧を測定して駆血帯を装着することは、ほとんどないという理由から具体的数値は規定されていない。つまり、末梢静脈穿刺時に行われる駆血帯の装着に関して、どの程度の駆血を行えば良いのか、適切な駆血圧は規定されていないのが現状である。一方、我々の先行研究では、超音波診断装置を用い駆血圧と駆血時間により表在静脈が拡張する推移を観察した結果、マンシエットを用いた場合の駆血圧は40mmHgよりも60mmHgの方が、より効果的な血管拡張が得られるため、駆血圧として適当であることを示唆した³⁾。そこで、本研究では、CLSIが推奨する駆血圧の理由とされている、末梢動脈血流の阻害について、健常成人を対象に超音波診断装置を用いて、橈骨

動脈の血流速度を計測し加圧に伴う末梢動脈血流障害について検討した。

II. 研究目的

健常成人を対象に加圧に伴う末梢動脈血流速度の変化を計測し、末梢血流を阻害しない適切な駆血圧を明らかにする。

III. 研究方法

1. 対象

研究への同意を得られた健常成人10名。

2. 血流測定と駆血方法

室温 26 ± 2 ℃の実験室において10分間の安静仰臥後、左上肢にて血圧・脈拍（自動血圧計HEM-7430, オムロンヘルスケア）、体温（電子体温計けんおんくんMC-680, オムロンヘルスケア）を測定した。

右前手根部での橈骨動脈の拍動を確認し、超音波診断装置 (LOGIQ e, GEヘルスケア・ジャパン株式会社) 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阻害しないために、超音波診断装置のProbe (12L-RS Probe, GEヘルスケア・ジャパン株式会社) と皮膚表面との間には、Echo gelを十分に塗布し明瞭な画像が描出される部位でProbeを固定した (図1)。その後、Color Doppler 法にて橈骨動脈の血流を描出し、Pulse Doppler法を用いて自動計測された血流速度を10秒間隔で記録した (図2)。

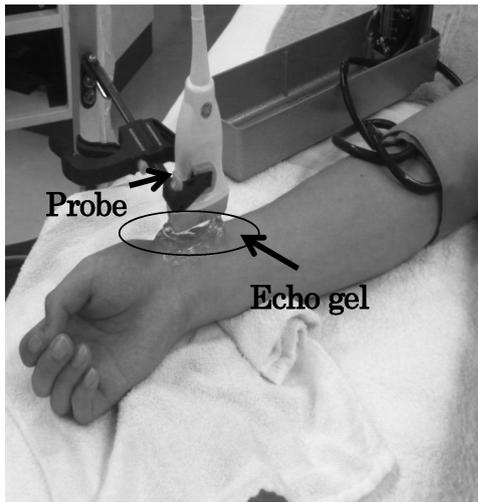


図1. 実験風景

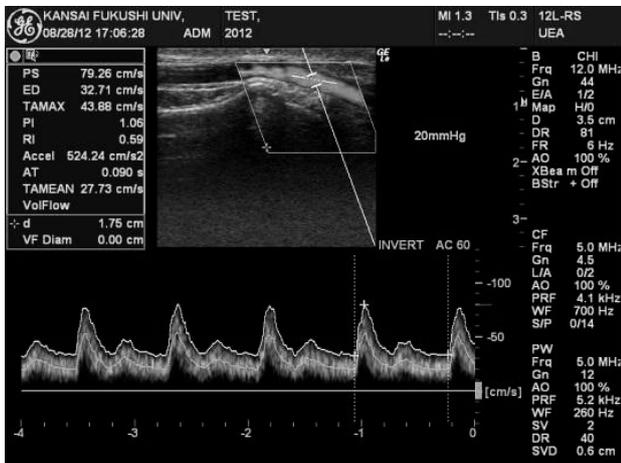


図2. 超音波画像と血流速度表示

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12cm)を巻き、20、40、60、80、100mmHg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秒間の血流速度も記録した。なお、加圧後に血流速度が確認されなくなった場合は、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。

3. 分析方法

実験データは、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。統計解析ソフトにはIBM SPSS Statistics 19を使用し、有意水準は $p < 0.05$ とした。データは平均値±標準偏差で示した。

IV. 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に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。本研究は、関西福祉大学看護学部倫理審査委員会での承認を得た。

V. 結果

研究に参加した対象者は10名(男性4名、女性6名)、年齢は 21.7 ± 0.7 歳、身長は 162.3 ± 7.0 cm、体重は 54.1 ± 7.4 kgであった。心血管系の異常を指摘されている対象者は含まれていなかった。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は 120.8 ± 10.6 mmHg、拡張期血圧は 70.5 ± 5.7 mmHg、脈拍は 71.4 ± 13.8 回/分であった。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、脈拍は 69.1 ± 13.0 回/分であり、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($p < 0.05$)が認められた。

超音波診断装置を用いて計測した橈骨動脈の血流速度では、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60mmHgでの橈骨動脈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は認められなかった(表2)。駆血圧が80mmHg以上になると、加圧後に血流速度が低下し、加圧解除まで、ほぼ一定であった(図3)。駆血圧が100mmHgの場合、他の駆血圧との間に、加圧10秒後、60秒後、120秒後の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、血流速度は加圧前まで回復した(表2)。さらに、駆血圧100mmHgでは、加圧後に血流速度が確認できず、加圧を解除した対象者が1名認められた。

VI. 考察

本研究では、超音波診断装置を用いて橈骨動脈の血流速度の評価を試みた。超音波診断装置は非侵襲的に⁴⁾客観的で正確なデータを連続的に得ることが可能であり、加圧に伴う橈骨動脈の血流速度の変化をリアルタイムに観察することが可能であった。また、血流情報のみでなく、血管径や皮下組織等も観察することが可能であり⁵⁾、看護学の研究方法として超音波を用いることの有用性も推察された。

今回の対象者は、平均年齢も21.7歳であり、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 ($p<0.05$)。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血流速度にも影響すると思われる。しかし、今回の血圧変動は拡張期のみであり、その差は約3mmHg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血流速度にも差が認められないため、対象者の実験前後の血圧変動が血流速度に影響を及ぼす可能性は少ないと考えられる。

米国CLSIのガイドラインでは血圧計マンシレットを用いた場合、駆血圧としては40mmHgを推奨しているが、その根拠は明確に示されていない¹⁾。一方、研究者らの先行研究では、駆血圧60mmHg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、60mmHgの方がより適切であることを示唆された³⁾。そして、60mmHgで加圧した場合も末梢血流の確保が重要であるため、本研究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、60mmHgの各駆血圧

間には血流速度に差が認められなかった。また、駆血圧が60mmHgまでは、加圧後の橈骨動脈の血流速度もほぼ一定で推移し、加圧前と比較しても有意な血流低下を認めなかった(表2)。しかし、駆血圧が80mmHg以上になると、加圧前と比較した場合、加圧後の血流速度に低下が認められ、駆血圧100mmHg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70mmHg前後であったことが影響していると考えられる。そのため、駆血圧100mmHgでは、血流速度の低下も著しく、血流が検出されなくなった対象者も1名認められた。したがって、本研究結果からも血圧計などのマンシレットを用いた場合の駆血圧としては60mmHgが適当であると考えられた。

また、加圧後の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る。しかし、加藤ら⁶⁾の報告では、臨床で働く看護師が駆血帯を締め際の駆血圧は、60-271mmHgと幅広く、200mmHgという高圧で装着する看護師も16名(22%)存在し、平均でも 145 ± 56.1 mmHgであった。また、加藤らは⁷⁾、臨床で使用されている駆血帯を用いた場合、ゴム管の駆血帯では約70-95mmHg、ベルト式の駆血帯では45-90mmHgが適当であると示している。一方、我々はマンシレットを用いた場合、60mmHgの駆血圧が適当であると考えており³⁾、この違いの要因としては、駆血帯の幅により駆血部位の深部に伝わる圧が異なる⁸⁾ことが報告されている。これは、Moor et al.⁹⁾やCrenshaw

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	p
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 ± S.D. *: $p<0.05$ (paired t-test)

表2. 駆血圧と加圧時間による血流変化 (n=10)

	加圧前	10秒後 #	60秒後 \$	120秒後 \$	180秒後 (加圧解除60秒後)
20 mmHg	76.0 ± 11.0	73.4 ± 15.7	80.1 ± 16.6	78.2 ± 14.9	76.3 ± 12.9
40 mmHg	74.2 ± 8.6	70.9 ± 10.5	72.4 ± 13.1	71.7 ± 13.9	77.9 ± 15.9
60 mmHg	73.6 ± 12.2	76.6 ± 12.8	74.8 ± 15.0	75.1 ± 14.8	74.3 ± 16.2
80 mmHg	74.3 ± 11.3	64.4 ± 18.4	67.5 ± 12.9	64.4 ± 12.9	78.0 ± 14.4
100 mmHg	74.5 ± 12.8	33.3 ± 19.9	34.5 ± 18.5	36.8 ± 20.5	73.6 ± 10.8

データは、Mean ± S.D.

* : $p<0.05$ (2要因の反復測定による分散分析. 各駆血圧での血流速度の比較. 多重比較: Bonferroni)

: $p<0.05$ 駆血圧20、40、60、80mmHgと100mmHgの間に有意差あり(加圧10秒後). \$: $p<0.05$ 駆血圧20mmHgと80、100mmHg, 駆血圧40mmHgと100mmHg, 駆血圧60mmHgと80、100mmHg, 駆血圧80mmHgと20、60、100mmHg, 駆血圧100mmHgと20、40、60、80mmHgの間に有意差あり(加圧60秒後と120秒後ともに). (2要因の反復測定による分散分析. 加圧時間での血流速度の比較. 多重比較: Bonferroni)

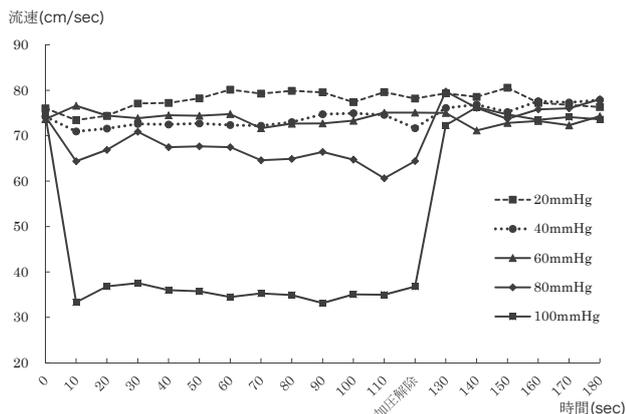


図3. 駆血圧の違いによる血流速度の推移 (n=10)

et al.¹⁰⁾ が阻血に関する研究で示したように、加圧の程度は、駆血帯の幅とも関係し、幅が狭いほど高圧を要するとした結果と同様であると考えられる。

いずれにせよ、過度な駆血は対象者に苦痛を与え³⁾、採血後の検査値にも影響するため¹¹⁻¹³⁾、適切な駆血方法を認識し、大学等の基礎教育の段階での教授が必要と考えられる。しかしながら、明確な駆血圧は示されていないため²⁾、看護技術を習得する学生も特別に意識することなく駆血帯を巻いていると推察できる。本研究で用いた駆血方法は、血圧計のマンシエツトであるため確実に適切な圧に設定することが可能であり、駆血方法の教育に活用することも可能と考えられる。しかし、現実には末梢静脈穿刺時の駆血でマンシエツトを使用することは少ないため²⁾、この点に関しては、森らの開発した目盛り付き駆血帯¹⁴⁾を用いることで、基礎教育の中でも実際の臨床に則した方法で適切な駆血法を教授できると考えられる。

今回、若年健常者10名を対象として、駆血圧と橈骨動脈の血流速度の関係を検証した結果、駆血圧が60mmHgまでの加圧では、橈骨動脈の最高血流速度は低下することなく、非加圧時の血流速度を維持できることがわかった。今後は、さらに対象者を拡大するとともに、年齢や疾患等との関係も明らかにしていきたいと考えている。また、本研究では、超音波診断装置を用いて橈骨動脈血流速度を計測したが、末梢血流を評価方法としては、Laser Doppler 血流計や指尖脈波計など多様な計測機器も活用可能なため、これらの機器を併用した検討も必要であると考えられる。そして、対象者からの駆血に対する主観的訴え（苦痛度や手のしびれ感）などを加えることにより、看護学としての適切な駆血法に関する根拠を示すことができると考えられる。

VII. 結論

加圧に伴う橈骨動脈の血流速度は早期に低下した。加圧が強くなると血流速度は著しく低下したが、駆血圧40と60mmHgでの血流速度に有意差は認められなかった。今後も対象者を増やし、末梢静脈穿刺時に適切な駆血圧について検討を継続して行うことが重要である。

謝辞

本研究の一部はJSPS科研費、若手研究 (B) (30611313) の助成を受けて実施した。

引用文献

- 1) Clinical and Laboratory Standards Institute.: Procedures for the Collection of Diagnostic Blood Specimens by Venipuncture; Approved standard-Sixth Edition, CLSI document H3-A6, pp4, CLSI, Wayne, PA, 2007.
- 2) 日本臨床検査標準協議会編：標準採血法ガイドライン JCCLS GP4-A1, pp33, 学術広告社, 東京, 2006.
- 3) Sasaki, S., Murakami, N., Matsumura, Y., Ichimura, M., Mori, M.: Relationship between Tourniquet Pressure and a Cross-Section Area of Superficial Vein of Forearm. *Acta Med Okayama*, 66(1), 67-71, 2012.
- 4) Ziskin, Marvin, C.: Clinical Implications of Ultrasound Bioeffects and Safety. *Japanese Journal of Medical Ultrasonics*. 22(12), 831-835, 1995.
- 5) 佐々木新介, 掛田崇寛, 森將晏: 非侵襲的手法を用いて生体情報を可視化し看護を科学する, 第11回日本看護技術学会学術集会講演抄録集, p54, 2012.
- 6) 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*, 33(4), 131-136, 2010.
- 7) 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*, 8(3), 10-15, 2009.
- 8) McLaren, AC., Rorabeck, CH.: The pressure distribution under tourniquets. *J Bone Joint Surg Am*. 67, 433-438, 1985.
- 9) Moore, MR., Garfin, SR., Hargens, AR.: Wide tourniquets eliminate blood flow at low inflation pressures. *The J Hand Surg*, 12A, 1006-1011, 1987.
- 10) Crenshaw, AG., Hargens, AR., Gershuni, DH., Rydevik, B.: Wide tourniquet cuffs more effective at lower inflation pressures. *Acta Orthop Scand*, 59, 447-451, 1988.

- 11) 浅井のどか, 島田祐二, 倉島祥子, 徳竹佐智夫, 丸山寛, 羽田悟:採血手技が生化学データに及ぼす影響について, 日赤検査, 42(1), 50-56, 2009.
- 12) Lippi, G., Salvagno, GL., Montagnana, M., Franchini, M., Guidi, GC.: Venous stasis and routine hematologic testing. Clin Lab Haematol, 28, 332-337, 2006.
- 13) Lippi, G., Salvagno, GL., Montagnana, M., Brocco, G., Guidi, GC.: Influence of short-term venous stasis on clinical chemistry testing. Clin Chem Lab Med, 43, 869-875, 2005.
- 14) 森將晏, 市村美香, 松村裕子, 村上尚己, 佐々木新介, 川崎美奈, 平野直美: 簡単に適切な強さで装置出来る静脈穿刺用駆血帯の開発, 岡山県立大学保健福祉学部紀要, 18(1), 29-33, 2011.