

鍼灸と末梢循環について ーとくに研究方法の変遷と研究結果についてー

† 松本 勅

明治鍼灸大学 加齢鍼灸学教室

要旨：「機能あるところ血流あり」で、機能と血流は密接な関係がある。鍼灸刺激による血流の変化が鍼灸の効果に大きく関与していると考えられるので、鍼灸刺激の末梢循環に及ぼす影響について解明することはきわめて重要であり、多くの研究が行われてきている。

末梢循環の変化は、血管の運動すなわち細動脈や毛細管前括約筋の収縮や拡張によって起こるが、生体の機能の面からは単に①刺激による血管拡張、収縮の動きだけでなく、②環境温の変化や血管内圧の変化に対応する血管の反応性の変化も重要と考えられる。研究方法は、生体で血流を絶対量で測定する装置がまだなかったころは、血流を反映する温度をサーミスター、熱電対、サーモグラフィー、熱流補償式深部温度計、指先容積脈波計等を用いて測定していたが、その後にレーザードップラー法、超音波ドップラー法、水素クリアランス法、容量プレチスモグラフィー、マイクロスフェア法などを用いて定量的に血流量を測定するようになった。

その結果、刺激局所や遠隔部の皮膚や筋血流の改善が実証されるようになり、さらに眼や内臓の血流改善も明らかになってきており、鍼灸の治効機序の解明の一助となっている。また、鍼灸刺激の冷え症者などに対する血管の反応性の改善効果も明らかになってきている。刺激局所の皮膚や筋の刺激直後からの血流増加は主に軸索反射によるが、同側遠隔部や反対側の血流量改善には中枢を介する機序が関与していることが明らかになってきている。

I. はじめに

著者が大学を終えた1970年代初めの頃は、鍼灸が生体にどのような変化を及ぼすのか、また、どのような作用機序で効果をもたらすのかはほとんど分かっておらず、したがって教育の中でも鍼灸の治効機序が説明されることはほとんどなかった。当初は盲学校の理療科教員になる予定であったが、鍼灸の作用、効果に関する不明な点が多い現状に気づき、そのまま教員になることに不安を覚えて大学に残って研究も行う道を選んだ。

研究について先ず考えたのは、「機能あるところ血流あり」で機能と血流は密接な関係があるので、鍼灸刺激による血流の変化が治療効果に大きく関係しているに違いないと考え、鍼灸の末梢循環への影響について研究したいと考えた。

末梢血流の変化は血管の運動すなわち細動脈や毛細管前括約筋などの収縮あるいは拡張によって起こるが、生体の機能の面からは単に「刺激による血管収縮・拡張の動き」だけでなく、環境温や血管内圧の変化などに対する血管の収縮・拡張反

応の起こり方、すなわち「反応性の変化」も重要と考えられる。例えば、冷え症や起立性の脳貧血（立ちくらみ）などは、血管の反応性に健常者との相違があると考えられる。

そこで、鍼灸による(1)血流の変化とともに(2)血管の反応性の変化についても調べることにした。その結果、鍼灸の影響の一端を明らかにすることができた。近年は多くの研究者により身体各部の末梢循環に及ぼす鍼灸の作用が徐々に明らかにされてきており、今では鍼灸刺激による末梢循環の変化が治療効果に関与していることが広く知られるようになった。

血流動態を観察する方法は、当初は絶対量で測定できる簡便な定量的測定法がなく、温度などの定性的な測定法が用いられ、その後次第に種々の定量的測定法が用いられるようになってきた。鍼灸と末梢循環に関する研究報告はきわめて多いが、これまで総説などの形で研究結果をまとめた報告は少ない¹⁻³⁾。

本稿ではまず、(1)鍼灸刺激の身体各部の血流

Key Words : 鍼灸 acupuncture and moxibustion, 皮膚血流 skin blood flow, 筋血流 muscle blood flow, 神経血流 nerve blood flow, 内臓血流 visceral blood flow

† 連絡先：〒629-0392 京都府南丹市日吉町保野田ヒノ谷6 明治鍼灸大学 加齢鍼灸学教室
Tel: 0771-72-1181 Fax: 0771-72-0326

に及ぼす影響の研究結果について、変遷を続ける研究方法別の観点からまとめ、さらに、(2)血管の反応性に対する鍼灸の影響について概説することとした。

II. 血流の測定方法と測定部位について

身体各部の血流の定量的測定法としてはいくつも報告があるが、定性的方法としても温度を指標にした報告や骨髄圧等を指標とした報告もみられる。主な測定方法と測定部位を表1に示す。

III. 鍼灸刺激の身体各部の血流に及ぼす影響について

1. 定性的測定法としての皮膚温、深部温の測定による研究（サーモグラフィー、サーミスター、熱電対、熱流補償型深部温度計等）

末梢循環の研究方法は、当初は生体で血流量を簡単に絶対量で測定する装置はまだなかったので、定性的に血流を反映する温度を測定する方法が多く用いられてきた。

皮膚温および深部温の計測による研究報告はきわめて多数あり、鍼灸刺激局所の皮膚温上昇（主に軸索反射が関与）や遠隔部刺激による皮膚温上昇あるいは一過性の皮膚温下降後の上昇がみられた、すなわち血流が増加・改善したとの報告が多い。また深部温に関しても、熱流補償型深部温度計で測定した皮下約1 cmまでの手掌深部温や足

底深部温が、手部や足部の施灸や刺鍼あるいは頸肩部や腰仙部の鍼刺激で上昇する（血流が増加する）との報告が多い。ここでの詳細な紹介は省略し、非接触、非侵襲的な方法であるサーモグラフィーの研究の一部について紹介する。

1) サーモグラフィーによる冷えの部位の温度の観察

当初は、サーモグラフィーの画像はカラーではなく白黒画像であり、高温ほど白く写るようになっていた。著者ら⁴⁾は、まずサーモグラフィーにより冷え症の者の下肢の温度分布を観察し、足部の温度が下腿に比して実際に低いこと、すなわち血流が少ないことを明らかにし、さらに鍼灸治療による冷え感の改善にともない足部の温度が上昇して下腿との温度差が減少することを客観的に明らかにした。図1に健常者と自覚的冷え症者の治療前後の下肢後面のサーモ像を示す。57名の下腿後面中央部と足底中央の皮膚温の比較では、足底が下腿よりも1℃以上低い者は、健常者では20名中3名（15%）のみで少なく、また治療による冷えの消退例では10名中0名であったが、自覚的冷え症者では27名中23名（85%）にみられ、実際に低温を呈している者が多いことが実証された。

また、サーミスターによる皮膚温測定と熱流補償型深部温度計による皮下1 cm深部温測定の結果においても、健常者では下腿腓腹部と足底中央

表1 主な測定方法と測定部位

測定方法		主な測定部位
①定性的測定法としての温度測定	皮膚温	体幹、顔面、四肢
	深部温	手掌、足底、下腿、腰部、肩甲上部
②定性的測定としての指尖容積脈波		ヒトの示指先、足第2指先、第3指先
③定性的測定としての骨髄圧		ウサギの大腿骨
④レーザードップラー法		ヒトの皮膚・中指先・胃粘膜、ラットの膝蓋腱、アキレス腱、坐骨神経
⑤近赤外分光法		ヒトの肩上部の筋
⑥レーザースペックル法		ヒトの眼底脈絡膜
⑦容量プレチスモグラフィ		ヒトの下腿・足部・足指
⑧吸入式水素クリアランス法		ウサギの胃壁・眼底脈絡膜、サルの眼底脈絡膜
⑨電解式水素クリアランス法		ウサギの前脛骨筋・坐骨神経
⑩放射性マイクロスフェア法		ラットの下腿・足部の骨格筋
⑪カラードマイクロスフェア法		ラットの骨格筋・内臓・脳
⑫超音波ドップラー法		ヒトの前腕橈側皮静脈
⑬超音波カラードップラー法		ヒトの網膜
⑭ポジトロンCT		ヒトの脳
⑮RI 測定法		肝臓

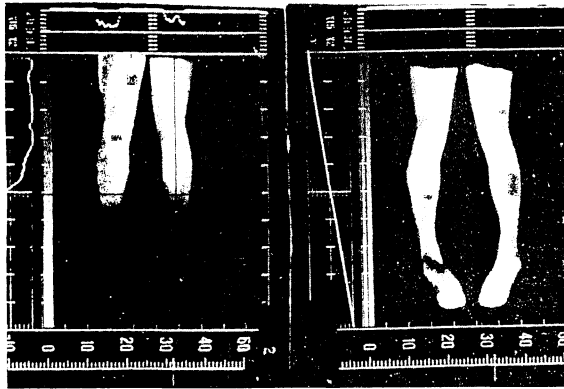


図1 下肢冷え症者の鍼灸治療前後のサーモグラム

30歳男性。測定条件：中心温度32℃，温度幅2℃。
左図：治療前（1976年11月29日），右図：治療後（同年12月17日）。

同条件で測定しているが，治療前に低温のために写っていなかった足部が，治療後に下腿と等温になり写っているのがわかる。

（松本ら，文献4より引用）

の温度差は僅かであるが，自覚的冷え症者では皮膚温，深部温共に足底が平均2℃以上の低温を呈している者が多いことが明らかになった⁵⁾。

2) サーマグラフィーによる疼痛部位の温度分布の観察

著者ら⁶⁾は，慢性あるいは急性の疼痛部位の温度をサーモグラフィーにより観察した。非炎症性の慢性あるいは急性疼痛の部位は低温を呈し，炎症性の疼痛部位は高温を呈しているが，鍼治療による疼痛の改善とともに温度も改善する（血流が改善する）ことが明らかになった。

また，サーモグラフィーにより低温を認めた頸腕症候群患者の手背皮膚温と手掌深部温をサーミスターおよび深部温度計によって測定した結果，患側の手部の皮膚温と深部温が共に低温を呈していること，および頸部の鍼治療による症状の改善とともに手部の温度の改善が観察されたことから，頸部への鍼刺激によっても手部の血流改善が起こることが明らかになった⁷⁾。

3) 鍼灸刺激による温度変化のサーモグラフィーによる観察

鍼灸刺激による血流の変化をサーモグラフィーによって温度変化として捉えようとした研究報告も多い。西條⁸⁾は，サーモグラフィーによって全身の皮膚温分布をしらべ，体調によって出現する経穴の反応部位がポイント状の高温部に一致して

いる場合が多いことや，上肢や下肢への鍼や灸刺激によって上・下肢の血流が増加すること等を報告している。田中ら⁹⁾は，サーモグラフィーによって手背と指背の皮膚温を測定し，手三里穴への透熱灸（中切艾3壮）によって，一次性的温度低下（血管収縮）の後に二次性的温度上昇（血管拡張）が起こる例が多いが，温灸では二次性の反応が起こる例が少ないことを明らかにした。手三里，合谷その他の部位への刺激による同様の結果の報告は他の研究者からも多くなされている。

2. 指尖容積脈波計を用いた研究

1) 示指血流に及ぼす手三里穴施灸の影響

田中ら⁹⁾は，サーモグラフィーの測定とともに反射式指尖容積脈波計によってヒト示指先の容積脈波を測定し，手三里穴への透熱灸（中切艾3壮，N=15）によって一次性的脈派高の減少（血管収縮）の後に二次性的脈派高の増大（血管拡張）が起こる例が多いが，温灸（N=10）では二次性血管反応が起こる例が少ないことを明らかにした。また，矢野ら¹⁰⁾は，ヒト足三里穴と三陰交穴への20分間置鍼，鍼通電，あるいは表面電極通電などによって，示指と足第3指の容積脈波が拡張傾向を示したことを報告している。著者ら¹¹⁾は，ヒト後仙骨孔部の次髎穴への30分間置鍼（N=13）により，置鍼開始後から足第2指の脈派高が増大し，血流の増加が認められたことを報告している。

手三里，合谷その他の部位への刺激による同様の結果の報告は他の研究者からも多くなされており，前腕，手部などへの鍼灸刺激時には一次性的血管収縮ののちに二次性的血管拡張すなわち血流増加が起こることは定説となってきた。

3. 定性的測定法としての骨髓圧測定を用いた研究

1) ウサギ大腿骨骨髓血流に及ぼす鼠径部鍼刺激の影響

著者ら¹²⁾は，麻酔下ウサギの大腿骨骨髓の循環と関連が深い骨髓圧を測定し，鍼刺激と痛刺激（鉗子によるpinching）の影響を比較検討した。鼠径部の痛刺激では，同側と反対側の刺激も共に1分以内に回復する骨髓圧のわずかな変化を示した。大腿外側あるいは後側の痛刺激でも小さな変化を示すのみであった。一方，鼠径部の深部への鍼の刺入では著明な低下を起こした。低下の数分後上昇に転じたが，刺激前値に復するもの，刺激

前値まで復さないもの、刺激前値より高い圧まで上昇するものの3タイプに分けられた。骨髄圧の著明な変化と鍼の到達組織の関係を明らかにするため、皮膚を切開して大腿神経、大腿動脈および大腿骨栄養動脈を別々に刺激した結果、大腿神経への刺激と痛刺激によっても低下とその後の上昇がみられたが、大腿骨栄養動脈への刺激と痛刺激によって最も著明な低下が得られ、再現性も認められた。反対側栄養動脈刺激による変化も軽度みられた。

このことから、鍼刺激は骨髄の血流を一過性に減少させたのちに増加させる場合があり、これが、骨髄圧の上昇が関与していると言われている五十肩や関節炎の際の夜間痛に対する鍼の鎮痛作用に寄与していることが示唆された。

4. レーザードップラー血流計を用いた研究

1) 刺激鍼、施灸部位近傍のヒト皮膚血流に及ぼす鍼灸刺激の影響

皮膚に刺激すると刺入部位に出現する皮膚の発赤（フレアー現象）はよく見られる反応であるが²⁾、著者ら¹⁾が、鍼の刺入部位から1 cmの部位の皮膚血流をレーザードップラー血流計によって測定した結果でも、刺激直後から血流増加が起こることが観察された。

また、田和ら¹³⁾は、ヒト下腿の上巨虚への5壮と7壮施灸時の、施灸部位から2 cm近傍の皮膚血流の変化をレーザードップラー血流計によって調べ（N=9）、施灸後に皮膚血流量が増加すること、その増加の大きさは5壮よりも7壮の方が大きいことを報告している。また、同時に近赤外線分光計によって測定した深部血流量は減少傾向を示した。

2) ヒト中指先端部血流に及ぼす合谷—手三里鍼通電の影響

百合野ら¹⁴⁾は、神経疾患および心血管疾患を有さない26名の中指先端部毛細血管血流量をレーザードップラー血流計によって測定し、約1.4Hz、15分間の合谷—手三里鍼通電によって一過性の減少とその後の刺激前値を越える増加が起こること、および同時に一回心臓拍出量の増加がみられるが、その大きさは3.5%修飾ゼラチン溶液の10分間急速輸液時の増加に類似していることを明らかにした。また深部温度計によって両側で測定した手掌深部温度も同様の変化を示し、手掌深部温は両側

に増加反応が認められた。さらに、当実験では同時に前腕橈側皮静脈血流量を超音波ドップラー血流計によって測定しており、橈側皮静脈血流の同様の反応が観察された。

3) ヒト足部の血流に及ぼす次髁穴鍼通電刺激の影響

甲田ら¹⁵⁾は、Berger病患者の足背の第1、2中足骨間の皮膚血流量をレーザードップラー血流計を用いて測定し、次髁穴への20分間鍼通電刺激によって足背血流量が刺激後に増加すること、5回の反復実験で再現性が認められ、刺激終了30分後にはコントロール値に比して平均0.74ml/min/100g、率では平均45%の増加がみられたことを報告している。

著者ら¹⁶⁾は、これに先立ち、ヒト14名の次髁穴への30分間置鍼により、置鍼開始10~20分後から足部の皮膚温および深部温が上昇し、血流の増加が示されたことを報告しており、甲田らの実験結果は後仙骨孔の次髁穴への鍼刺激が下肢血流を改善することを追試により実証したものである。

4) ラットの皮膚、僧帽筋、腎臓の血流に及ぼす足部及び前下腿部鍼通電刺激の影響

野口ら¹⁶⁾は、麻酔下でラットの膝蓋骨部と足蹠の皮膚、僧帽筋および腎臓の血流量をレーザードップラー血流計を用いて測定し、足蹠部および前脛骨筋への鍼通電刺激の影響を検討した。足蹠部（背側第2、3中足骨間）への、鍼電極間隔5mmでパルス幅0.5ms矩形波、20Hz、30秒間の鍼通電刺激（N=6）では、Ⅱ群線維が興奮する強度の0.5mAの通電では反応は認められないが、Ⅲ群線維も興奮する強度の2mAでは皮膚血流量の増加がみられ、さらに、Ⅳ群線維も併せて興奮する強度の5mAと10mAでは刺激強度依存性の大きな血流増加がみられた（N=6）。前脛骨筋部の鍼通電刺激では、強度は同様に2mA以上で皮膚血流量の反応がみられたが、反応の方向は増加反応と減少反応の2種類がみられた。これらの反応は反対側刺激でも認められた。一方、僧帽筋の血流量への影響は10mAの鍼通電でしるべ、足蹠への刺激では増加を示したが、前脛骨筋部への刺激では皮膚血流の場合と同様に増加反応と減少反応の2種類がみられた（N=6）。

これらの血流の反応は、非選択性 α 受容体遮断薬のフェントラミン投与によって消失した。ナ

ロキソン投与の影響はみられなかった。また、腎臓血流量の測定により、皮膚や筋の血流量の増加時には腎臓血流量の減少が認められ、減少時には腎臓血流量の増加が認められた。

以上の結果から、足底や前脛骨筋への鍼通電刺激による皮膚や筋の血流増加は、 α 受容体を介した内臓血流の反射性変化に伴う血圧依存性の受動的反応であることが明らかになった。

5) ラットの大腿二頭筋の血流に及ぼす足部鍼通電刺激の影響

野口ら¹⁷⁾は、麻酔下でラットの大腿二頭筋の血流量をレーザードップラー血流計を用いて測定し、足趾部(背側第2,3中足骨間)へ、鍼電極間隔5mmでパルス幅0.5ms矩形波、20Hz、30秒間の鍼通電刺激(N=9)を行ったところ、II群線維が興奮する強度の0.5mAおよびIII群線維が興奮する強度の1mAでは大腿二頭筋血流量は変化を示さないが、III群線維が十分に興奮する強度の1.5mAでは筋血流量の増加がみられ、さらに、IV群線維も併せて興奮する強度の2.5mA以上では刺激強度依存性に血流増加が大きくなることを明らかにした。反応は反対側の足趾への刺激でもほぼ同様の反応が認められた。総頸動脈も上昇を示し筋血流量と同様の経時的変化を示し、また腰部交感神経切断で反応が消失した等の結果から、筋血流増加反応は内臓血管の α 受容体を介する昇圧反応に伴う受動的な反応であり、観察された筋血流の増加は、同時に起こる筋交感神経 α 受容体を介する筋血流減少反応による血流減少を血圧上昇による血流増加が打ち消したためと推測している。

6) ラットの膝蓋腱血流に及ぼす腱部鍼通電刺激の影響

井上ら¹⁸⁾は、ラット(N=16)の膝蓋腱の血流量をレーザードップラー血流計を用いて測定し、膝蓋腱部へのパルス幅500 μ s矩形波、10V、10Hz、30秒間の鍼通電刺激(合計58刺激)では、刺激中に腱血流量の減少が58刺激のすべてでみられ、刺激後には増加が55例(94.8%)でみられた。刺激中の腱血流量の減少の大きさは平均42%であり、刺激後の増加の大きさは平均19%で、増加は刺激終了後平均255秒までみられた。増加は血圧(総頸動脈圧)の変化に同期した反応ではなかった(図2)。ムスカリン様受容体遮断薬のアトロピン投与により刺激後の血流増加反応が消失し、フェン

トラミン投与により刺激中から血流増加がみられた等の結果から、刺激中の血流減少は腱組織内の血管に分布している交感神経の興奮による可能性があり、刺激後の血流増加反応はコリン作動性神経を介した反応の可能性があるとしている。

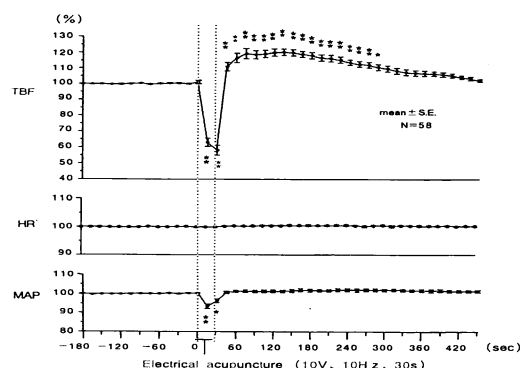


図2 ラット膝蓋腱血流の鍼通電刺激による変化

膝蓋腱への鍼通電刺激(58刺激)によって、腱血流量(TBF)の減少後の増加がみられたが、脈拍(HR)は著変がなく、平均動脈血圧(MAP)は通電中に一旦低下し、その後に元に復したが有意な増加は示さなかったことから、血流増加は血圧の変化に対応した受動的反応ではないことがわかる。

(井上ら、文献18より引用)

7) ラットのアキレス腱血流に及ぼす腱部鍼通電刺激の影響

井上ら¹⁹⁾は、ラット(N=16)のアキレス腱の血流量をレーザードップラー血流計を用いて測定し、アキレス腱部へのパルス幅500 μ s矩形波、10V、10Hz、30秒間の鍼通電刺激(合計53刺激)によって、刺激中に腱血流量の有意な増加が起これ、刺激終了時には平均31%増加した。刺激後も増加が続き、ピークの大きさは平均37%で、増加は刺激終了後平均165秒までみられた。血圧(総頸動脈圧)の変化に同期した反応ではなかった。アトロピン投与により刺激後の血流増加反応が消失して逆に減少傾向を示し、フェントラミン投与により刺激中から血流増加がみられた等の結果から、刺激中、刺激後の血流増加反応はコリン作動性神経を介した反応の可能性があるとしている。

8) ラットの坐骨神経幹の血流に及ぼす腰部、足底鍼通電刺激の影響

矢野ら²⁰⁾は、ラットの坐骨神経の血流量をレーザードップラー血流計を用いて測定し、同側腰部(L6脊椎近傍)へのパルス幅500 μ s矩形波、1mA、

5Hzまたは20Hz、30秒間の鍼通電刺激(N=5)あるいは反対側足底への1Hzまたは5Hzでの30秒間の鍼通電刺激(N=5)では血流量および血圧の変化をほとんど示さなかったが、反対側足底への20Hzまたは100Hzでの30秒間の鍼通電刺激(N=5)では全例に血流量および血圧の一過性の有意な増加がみられ、また、尾部への30秒間のピンセットによるピンチ刺激(N=5)でも全例に血流量および血圧の一過性の有意な増加がみられたが、これらの増加反応は非選択性 α 受容体遮断薬のフェントラミン投与によって消失した。この結果から、足底への高頻度鍼通電刺激や尾部のピンチ刺激による坐骨神経の血流増加は、 α 受容体を介した交感神経反応によっており、血管収縮による血流減少を血圧上昇による血流増加が上回ったためと推測している。

9) ラットの坐骨神経幹の血流に及ぼす腰部鍼刺激と坐骨神経電気刺激の影響

井上ら²¹⁾は、ラットの坐骨神経の血流量をレーザードップラー血流計を用いて測定し、腰部(L6脊椎近傍)鍼刺激(N=13)では血流量の一定の方向への有意な変化を示さなかったが、約半数においては血圧の変化に同期した反応であったこと、および、坐骨神経の電気刺激(N=3)では同側で血圧の変化はみられずに血流量のみが増加を示したことから、鍼の刺激部位や方法によっては血圧の変化を伴わない坐骨神経の血管拡張性の反応を生ずる可能性があることが示唆されたとしている。

10) ヒト胃粘膜血流に及ぼす足三里鍼刺激の影響

石崎ら²²⁾は、ヒトの胃の幽門部小彎側の粘膜血流をレーザードップラー血流計を用いて足三里穴鍼刺激の2分前から刺激開始8分後まで測定し、鍼刺激直後から粘膜血流が増加することを確認している。著者らは、後述のように水素クリアランス法を用いた動物実験によって、家兔の胃壁血流が足三里相当部位への鍼および灸刺激によって増加することを観察している。これらの結果から、胃と関係が深いとされる胃経上の足三里穴への鍼刺激が胃の血流増加作用(血管拡張作用)を有しており、胃機能に実際に影響を及ぼしていることが示された。

5. 近赤外分光法を用いた研究

1) 肩上部筋血流に及ぼす筋部雀啄刺激の影響

坂井ら²³⁾は、近赤外分光法を用いて肩上部の筋のStO₂,totalHb量を天髎穴付近で測定したところ、凝りが強く、他覚的にも筋部が硬い者の筋部ではStO₂およびtotal Hb量が低値を示していたが、鍼を測定プローブの下方に刺入して1Hzで1分間の雀啄刺激を行った結果(N=10)、StO₂は刺激開始後に上昇傾向を示したものの有意ではなかったが、total Hbは直後から有意な上昇を示し、刺激後3分まで上昇が持続した。

6. レーザースペックル法を用いた研究

1) ヒト眼底脈絡膜血流に及ぼす頸肩部鍼刺激の影響

安野ら²⁴⁾は、レーザースペックル法を用いて、血流量と高い相関性を示す眼底脈絡膜のNB値をヒトで測定し(N=11)、天柱一風池、肩井一曲垣の1Hz、15分間の鍼通電により同側の眼底脈絡膜のNB値が増加したことを報告している。

7. ストレンゲージプレチスモグラフィを用いた研究

1) ヒト足部および足第1指血流に及ぼす太衝穴施灸の影響

著者ら^{1,25)}は、ストレンゲージプレチスモグラフィによって足部および足第1指血流を測定し(N=4)、太衝穴への反米粒大・3壮施灸によって施灸部位の近傍の皮膚血流の増加だけでなく、足部全体と指全体の血流が有意に増加することを観察した。

2) ヒト下腿血流に及ぼす下腿三頭筋鍼刺激の影響

著者ら²⁶⁾は、ヒトの下腿中央の高さでストレンゲージプレチスモグラフィにより血流量を測定し(N=12)、下腿三頭筋部6ヶ所への鍼刺激(雀啄)を行ったところ、下腿血流量の増加がみられた。皮膚温は有意な変化を示さなかったことから、血流量の増加は主に筋血流量の増加によるものと推測された。

8. 吸入式水素クリアランス法を用いた研究

1) ウサギの胃壁血流に及ぼす足三里相当部位鍼灸刺激の影響

著者らは、ラットを用いた胃潰瘍に対する鍼の効果の研究²⁷⁻²⁹⁾において、拘束水浴ストレス負荷によって生ずるストレス潰瘍に対する足三里相当

部位への鍼刺激の予防および治療効果がみられたが、効果に胃壁血流の関与が考えられるため、胃壁血流の測定を行って鍼灸の影響について検討した。鍼刺激に関してはラット胃粘膜下層血流（吸入式水素クリアランス法、 $N=4$ ）が電極埋め込み10日以後の無麻酔下での足三里相当部位への深度1～2mmの15分間置鍼により増加傾向を示したとの報告³⁰⁾はあったが、効果の有意性を証明した報告はみられなかったため、著者ら³¹⁾はウサギ胃前壁血流を水素クリアランス法により測定し、足三里穴相当部位に置鍼した鍼刺激群（ $N=11$ ）で刺激直後から胃壁血流量の有意な増加がみられ、最終測定の刺激40分後まで増加状態が持続していることを明らかにした（図3）。また、この増加反応は足三里穴相当部位への施灸（半米粒大の有痕灸3壮）によっても同様に認められた³²⁾。前述のように石崎ら²²⁾のヒトの胃の幽門部小彎側の粘膜血流のレーザー血流計による測定実験でも、足三里穴への鍼刺激による粘膜血流量の増加が観察されている。

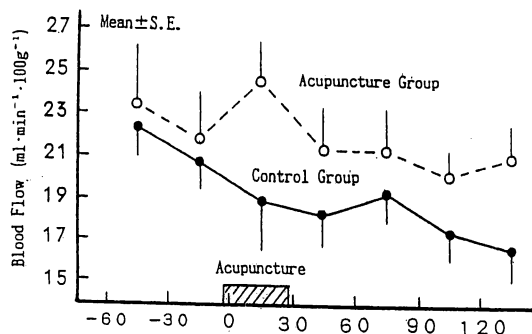


図3 ウサギ胃壁血流量の鍼刺激による変化

胃前壁血流量（吸入式水素クリアランス法による）が、対照群（●）では時間の経過（麻酔の覚醒）とともに減少したが、2回目測定後の鍼刺激群（○）では血流増加がみとめられた（ $N=11$ ）。

（松本ら、文献31より引用）

2) ウサギの眼の脈絡膜血流に及ぼす鍼通電刺激の影響

江口³⁴⁾は、ウサギの眼の脈絡膜血流量を水素クリアランス法によって測定し（ $N=16$ ）、翳風-中谷眼点への100Hzの変形矩形波、2Vまたは5Vでの5分間鍼通電により、脈絡膜血流量が刺激終了直後に一過性に減少するが、その後増加して5分後および10分後には有意な増加を示し、その後約60分後にかけて元に復すること、一過性の減少とその後の増加反応は強刺激である5Vの鍼通電で顕著であることを明らかにした。

3) サルの眼の脈絡膜血流に及ぼす鍼通電刺激の影響

江口³⁴⁾は、サルの眼の脈絡膜血流量を水素クリアランス法によって測定し（ $N=16$ ）、翳風-中谷眼点、翳風-合谷、翳風-晴明の100Hzの変形矩形波、5分間鍼通電により脈絡膜血流量が増加し、約20分以降に降り始めて約60分後にかけて元に復すること、増加反応はことに翳風-中谷眼点の鍼通電で顕著であること、翳風-光明の鍼通電ではほとんど変化を示さないことを明らかにした（図4）。

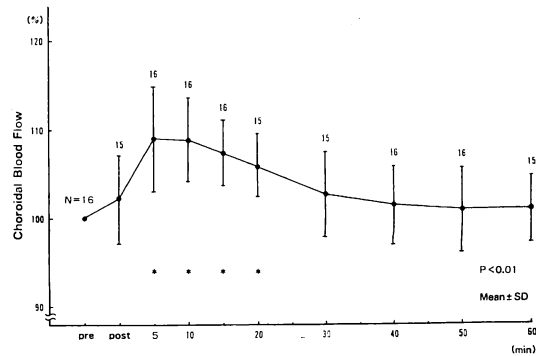


図4 サル脈絡膜血流の鍼通電刺激による変化

翳風-中谷眼点への鍼通電刺激による脈絡膜血流量（吸入式水素クリアランス法による）の変化率の変動を示す。刺激による有意な増加が認められた（ $N=16$ ）。（江口ら、文献34より引用）

9. 電解式水素クリアランス法を用いた鍼灸の血流への影響の研究

1) ウサギの前脛骨筋血流に及ぼす筋への鍼刺激の影響

鶴ら³⁵⁾は、麻酔下でウサギの前脛骨筋血流を、電解式水素クリアランス法により測定し、前脛骨筋の約中央に雀啄術を行った刺激群（ $N=12$ ）において、刺激後に動脈圧は変化しなかったが血流量の有意な増加が認められ、さらに、坐骨神経切除群でも鍼刺激後の血流増加が起こったことから、鍼刺激後に起こる筋血流の増加は主に軸索反射による血管拡張により生じたものと推測している（図5）。

筋の軸索反射の関与に関しては、伊藤³⁶⁾は、家兎前脛骨筋腱末端をプッシュプルゲージに連結して等尺性単収縮張力を測定し、筋直接電気刺激負荷（1, 10, 20, 30, 50Hz）による張力減少が、30Hzの電気刺激負荷後の10分間置鍼（ $N=12$ ）によって有意に軽減し、かつ回復が促進され、さら

にその効果は上位神経を切断しても出現したので、その作用には軸索反射等の末梢機序による血管拡張が関与していることが示唆されたとしている。

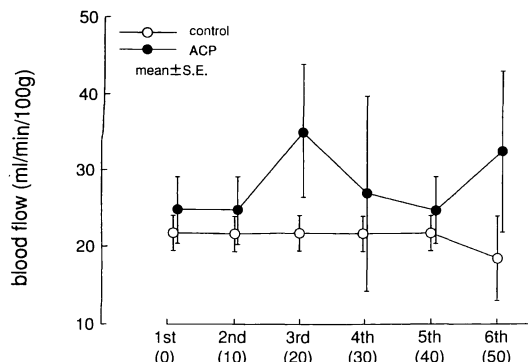


図5 ウサギ坐骨神経切断群の前脛骨筋血流の筋への鍼刺激による変化

無刺激対照群と2回測定後の前脛骨筋への鍼刺激の筋血流量（電解式水素クリアランス法による）の推移を示す。坐骨神経を切断しても、対照群（○）では変動がみられないのに対して、鍼刺激群（●）では血流増加が認められた（N=3）。

（鶴ら、文献35より引用）

2) ウサギの坐骨神経幹内の血流に及ぼす鍼刺激の影響

植木は³⁷⁾、麻酔下家兎の坐骨神経幹内の血流量を電解式組織血流計を用いて15分間隔で測定し、L7, S1棘突起間の外方約1cmへの雀啄刺激後15分間置鍼（N=13）によって、総頸動脈圧は顕著な変化を示さずに神経血流が刺激中から測定終了時の刺激30分後まで持続的な有意な増加を示した。

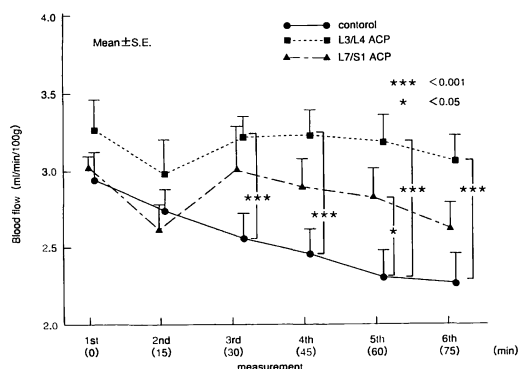


図6 ウサギ坐骨神経血流の腰部鍼刺激による変化

無刺激対照群と2回測定後の腰部傍脊柱部への鍼刺激時（15分間置鍼）の坐骨神経血流（電解式水素クリアランス法による）の推移を示す。対照群（●，N=10）では変動がみられないのに対して、L3, L4棘突起間の傍ら（■，N=11）およびL7, S1棘突起間の傍ら（▲，N=8）への鍼刺激群では血流増加が認められた。（山口ら、文献38より引用）

ことを報告している。

3) ウサギの坐骨神経幹血流に及ぼす腰部鍼刺激の影響

山口ら³⁸⁾は、麻酔下家兎の坐骨神経幹内の血流量を電解式組織血流計を用いて15分間隔で測定し、第3, 4腰椎棘突起の間の外方約1cmへの雀啄刺激後15分間置鍼（N=11）によって、総頸動脈圧は変化を示さないが鍼刺激後に血流の有意な増加が起り、また、L7, S1棘突起間の外方約1cmへの雀啄刺激後15分間置鍼（N=8）によっても同様の血流増加が起こったことを報告している（図6）。

10. 放射性マイクロスフェア法を用いた研究

1) 虚血-再灌流負荷ラットの下腿、足部骨格筋血流量に及ぼす筋部鍼刺激の影響

新原³⁹⁾は、麻酔下ラットの下腿、足部の骨格筋血流量を放射性マイクロスフェア法によって測定し、鍼を刺入した腓腹筋と足底筋の筋血流量が鍼刺激後に増加することを明らかにし（N=8）、また、血流の増加が刺激した筋のみにみられたことから、血流増加は軸索反射によるものと推測している。

2) ラット阻血下肢筋血流量に及ぼす前脛骨筋鍼刺激の影響

小田⁴⁰⁾は、麻酔下ラットの下肢筋血流量を放射性マイクロスフェア法によって測定し、大腿動脈切断による阻血下肢の筋血流が、前脛骨筋への5時間ずつ5日間の置鍼（N=8）では有意な変化を示さないが、鍼通電5時間・5日間（N=7）、1時間×5回・5日間（N=6）、15分間×5回・5日間（N=6）の3刺激方法においては前脛骨筋と長母指伸筋の血流量が増加を示したこと、15分間×5回・5日間の鍼通電刺激では筋萎縮が有意に少ないこと、さらに、反復刺激によるこの血流量増加には刺激によって産生されたVEGF（Vascular Endothelial Growth Factor）による血管拡張が関与していることを明らかにした。

11. カラーマイクロスフェア法を用いた研究

1) ラットの各種臓器の血流量に及ぼす咬筋鍼刺激の影響

鶴⁴¹⁾は、麻酔下ラットの各種臓器の血流量をカラーマイクロスフェア法によって測定し、左咬

筋への30分間鍼刺激 (N=10) によって、筋、腎臓、胃、脳、脾臓の血流量の増加が起こり、咬筋の血流量増加は刺激側で大きかった。また、血流量の増加が筋以外にも起こったことから、軸索反射による血管拡張以外の中枢を介する血管拡張が起こることが分かった。合谷穴相当部位への30分間鍼刺激では有意な変化がみられなかった。

12. 超音波ドップラー血流計を用いた研究

1) 前腕橈側皮静脈血流量に及ぼす合谷-手三里鍼通電の影響

百合野ら¹⁴⁾は、4. 2) でも述べたように、神経疾患および心血管疾患を有する26名のレーザードップラー血流計による中指先端血流量の測定とともに、前腕橈側皮静脈血流量を超音波ドップラー血流計によって測定し、約1.4Hz、15分間の合谷-手三里鍼通電による皮静脈血流量の一過性の減少とその後の刺激前値を越える増加が起こること、および同時に一回心臓拍出量の増加がみられるが、その大きさは3.5%修飾ゼラチン溶液の10分間急速輸液時の増加に類似していることを明らかにした。

13. 超音波カラードップラー法による研究

1) ヒト網膜血流量に及ぼす光明穴鍼刺激の影響

水上ら⁴²⁾は、ヒト網膜血流速を超音波カラードップラー診断装置によって測定し、光明穴への15分間置鍼 (N=39) により血流速の増加すなわち血流量の増加が認められたことを報告している。

2) ヒト網膜血流量に及ぼす光明穴、外丘穴、陽輔穴、非経穴鍼刺激の影響

水上ら⁴³⁾は、ヒト網膜血流速を超音波カラードップラー診断装置によって測定し、光明穴 (N=28) および外丘穴 (N=20)、陽輔穴 (N=21)、非経穴 (N=20) への15分間置鍼による変化を調べ、光明穴刺激のみによって血流速の増加すなわち血流量の増加が認められたことから、光明穴の非特異性が示唆されたとしている。

14. ポジトロンCTを用いた研究

1) ヒト脳血流量に及ぼす上肢、下肢、後頸部鍼通電刺激の影響

森ら⁴⁴⁾は、ヒト脳波をEEGトポグラフィ法により、脳血流量をポジトロンCTによって測定し (N=30)、合谷-手三里、足三里-三陰交、左右完

骨の2Hz、10-20分間の鍼通電によって脳神経細胞が賦活され、それはとくに前頭葉から側頭葉にかけて顕著であること、および同時に脳血流量の増加が認められたことを報告している。

15. RI測定法を用いた研究

1) ヒト肝臓血流量に及ぼす鍼通電刺激の影響

矢野ら⁴⁵⁾は、肝臓血流量をRIを用いて測定し、肝臓と関連するデルマトーム上の期門穴と肝兪穴への灸刺激あるいは鍼通電では肝臓血流量の有意な減少を示し、デルマトーム外の中府穴と肺兪穴への灸刺激では逆に増加を示したが、太衝穴への灸刺激では一定の傾向を示さなかったことを報告している。

IV. 鍼灸刺激の血管の反応性に及ぼす影響について

1. 寒冷血管反応について

手足を氷水中に浸漬するなど、きびしい寒冷に暴露すると、皮膚温の急激な低下 (血管収縮) と二次的な上昇 (血管拡張) の反応、すなわち寒冷血管反応が起こる。この反応は、冷却による凍傷などの障害に対する身体の防衛反応であり、吉村ら⁴⁶⁻⁵⁰⁾は、氷水に浸漬後の上昇発現までの時間、上昇発現温度および浸漬中平均皮膚温を点数化して、合計点を抗凍傷指数とし、耐寒性の指標として提唱している。冷刺激で起こるレーノー現象はこの反応が低下している者に起こると考えられる。飯田⁵¹⁾は、アドレナリンとピロカルピン試験によって、凍傷抵抗性強者は迷走神経緊張者に多く、凍傷抵抗性弱者は交感神経緊張者に多いことを明らかにしている。

2. 足指および手指寒冷血管反応の比較

著者ら⁵²⁾は、冷え感を足に訴える者が多いことから、寒冷刺激に対する足指の反応の特性を明らかにするため、男性25名の左足の第一指と左手の示指の同時の氷水浸漬時の寒冷血管反応を測定し、比較検討した。同室温 (25~26℃) にもかかわらず、浸漬前皮膚温は示指で4.5℃、足第一指で9℃の個体差があり、示指と足第一指との皮膚温の比較では足第一指が有意な低値を示した。浸漬後の足第一指の皮膚温下降の時定数は示指の1.8倍で有意に大きく、上昇発現時間は有意に長く、浸漬中平均皮膚温は有意に低い値を示した。浸漬前皮膚温が等しいグループ間の比較においても手

足の反応には有意な差が認められた。以上の結果から、足指の寒冷血管反応は手指に比して弱いことが分かった。

また、同時に測定した足底と手掌の深部温では、足底の浸漬前の深部温が手掌に比して有意に低く、浸漬中は共に有意な下降を示した。浸漬終了20分後に手掌深部温は速やかに回復を示したが、足底深部温は測定終了までには回復せず、上昇反応が遅いことが分かった。足指と手指の反応の差異には、両部位の体積差（足指が手指の約2.2倍）に基づく組織熱容量の相違等の関与が示唆された。

3. 自覚的冷え症者と健常者の冷却時の温度変化（寒冷血管反応）の相違

著者ら⁵³⁾は、自覚的冷え感の有無と足指の冷却時の寒冷血管反応の関係を明らかにするため、男女25名の左第一趾の氷水に浸漬時の「寒冷血管反応」を測定し、比較検討した。同室温（25～26℃）にもかかわらず、自覚的冷え症者の浸漬前皮膚温は健常者群に比し平均3.3℃有意に低く、浸漬後の上昇発現時間が有意に長く、上昇発現温度および浸漬中平均皮膚温は有意に低い値を示し、また浸漬終了後の回復も小さく、寒冷血管反応が減弱していることが分かった。浸漬前皮膚温が同レベルのもの同士の比較においても自覚的冷え症者の上昇発現温度および浸漬中平均皮膚温は有意な低値を示し、算出された抗凍傷指数は冷え症者で有意に小さかった。以上により、自覚的冷え症者では寒冷血管反応が低下しており、冷却負荷時の温度下降が大きく、上昇反応が起りにくいことが明らかとなり、交感神経緊張状態にあることが示唆された。

4. 自覚的冷え症者の冷却時の寒冷血管反応の鍼灸治療による変化

著者ら⁵⁴⁾は、自覚的冷え症者の左足第一指の寒冷血管反応を調べ、さらに太衝穴への半米粒大、3壮、2週間施灸の影響を調べた（N=10）。その結果、冷え症者の寒冷血管反応は減弱しており、抗凍傷指数が低値を示し、耐寒性が劣っていた。冷え症者では、氷水浸漬前の足第一指皮膚温及び足底皮下1cmの深部温がすでに低く、冷え症者の低温は足部の血流量が健常者に比して少ないためと思われた。次に、施灸によって冷え症の寒冷血管反応が有意な亢進を示した（図7）。寒冷血管反応の亢進例では、浸漬前皮膚温が施灸前より

も高値を示しており、施灸による血流量の改善が、寒冷血管反応の亢進をもたらしたものと考えられた。一方、健常者に対する施灸では、逆に寒冷血管反応の低下例も多く見られ、施灸がこれらの生体にとっては不必要な侵害刺激として作用する可能性が示唆された。このことは、治療としての適切な刺激量の決定の重要性を示すものであろう。

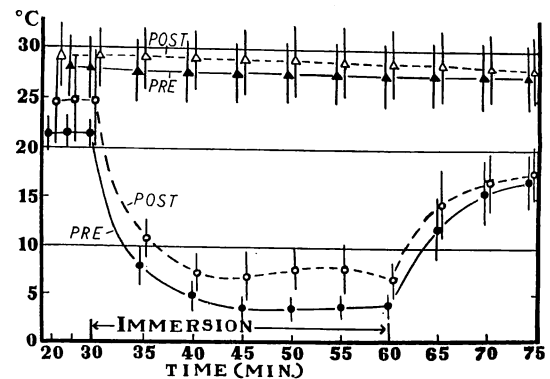


図7 冷え症者の太衝穴灸刺激による寒冷血管反応の変化

左足第1指を氷水に浸漬時の左1指先皮膚温の太衝穴灸刺激（半米粒大3壮、2週間）の刺激前（●）と刺激後（○）および左足底深部温の刺激前（▲）と刺激後（△）の変化を示す（N=10）。刺激前は浸漬中に指の温度上昇が見られなかったが、刺激後には、浸漬前にすでに温度の上昇がみられ、浸漬後の上昇反応も出現し、寒冷血管反応の改善が認められた。（松本ら、文献54より引用）

5. 弱い冷却時の血管の反応性の変化について

1) 足浴後の皮膚温、深部温の下降状態の相違と鍼刺激の影響について

著者ら⁵⁵⁾は、温浴によって温められた下肢が、温浴後に環境温（室温）によって冷却される状態の健常者と自覚的冷え症者の相違を検討するため、足首以下を42℃の湯に20分間入れ、出してから1分後、30分後、60分後の5カ所の皮膚温変化を、普通の者がほとんど寒さを感じない室温24℃と、ほとんどが寒さを感じる室温18℃の2通りの室温においてしらべた。室温24℃では、図8のように健常者（N=9）では30分間は皮膚温下降がほとんどみられず、60分後に1℃以下の下降を示すのみであったが、冷え症者（N=10）では30分後にも1℃以上の下降がみられ、60分後にはさらに大きく下降し、とくに足底と第1趾先では3℃以上の下降を示した。室温18℃では、図9のように健常者でも30分後は少し下降がみられ、60分後にはさらに下降を示したが、冷え症者では30分後に既に大きな下降を示し、60分後にはさらに下降した。この

ように、健常者では最初の30分間の下降は小さく、温度が保持されているが、冷え症者では早期から足の先から冷え始めることが分かった。そこで温度の下降カーブをみてみると、図10のように、室温18℃での冷え症者の第1趾先の皮膚温は、足浴終了直後から急激に降して下に凸の指数関数的下降カーブを描くのに対して、健常者は最初の10分間はほとんど下降せず、その後の下降もゆるやかで上に凸のカーブを描いており、両者の温度保持に相違がみられた。

次に深部温をみると、室温24℃では冷え症者の足部で僅かに下降が大きい、室温18℃では冷え症者の足部の下降が顕著であり、また下腿の下降も大きいことが分かった。

このように、加温後温度下降が冷え症者で著しく、それが皮膚温のみでなく深部温にもみられたことから、室温による冷却時の血管収縮が深部の血管にまでも強く起こっていることが示唆された。

冷え症者5例に対し、足三里穴、三陰交穴、太衝穴、次髎穴への10分間置鍼を隔日に3週間行った結果、2例に自覚的改善がみられ、足浴後の温度下降にも改善が認められた。図11に1例を示す。

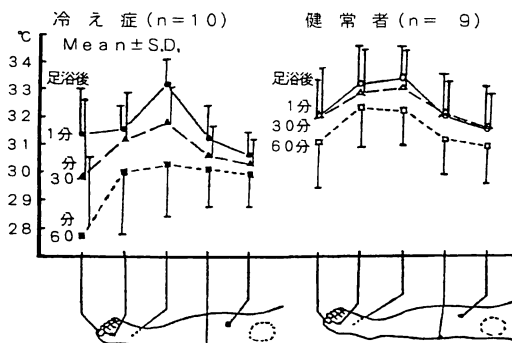


図8 室温24℃における足浴後の部位別皮膚温変化

健常者と冷え症者の足浴後1分、30分、60分の皮膚温を示す。

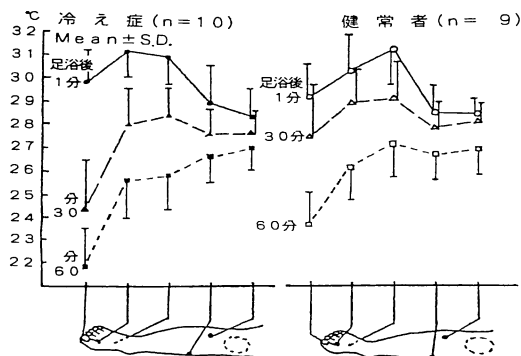


図9 室温18℃における足浴後の部位別皮膚温変化

健常者と冷え症者の足浴後1分、30分、60分の皮膚温を示す。

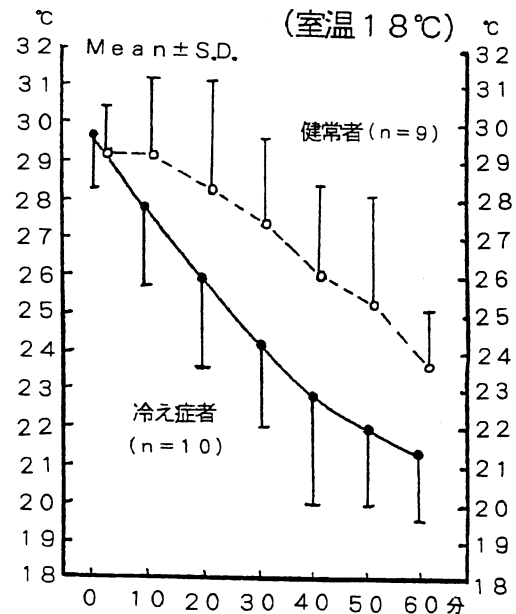


図10 室温18℃における足浴後の左第一趾先皮膚温変化

冷え症者では足浴の直後から指数関数的に低下するのに対し、健常者ではしばらく皮膚温が保持された後に低下する上に凸の変化パターンを示した。

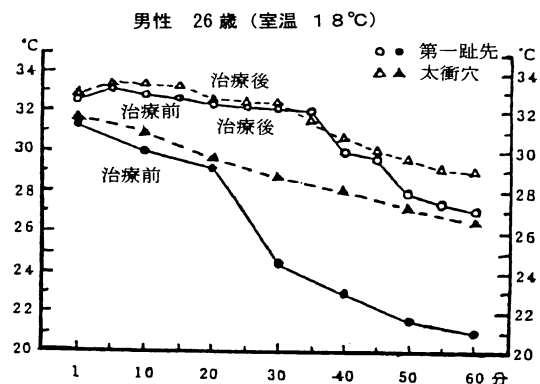


図11 治療前後における足浴後皮膚温変動の改善例

足三里、三陰交、太衝、次髎穴への10分間置鍼、隔日、3週間の治療前後における、室温18℃での左第一趾先と太衝穴部の皮膚温変動を示す。治療後に皮膚温の下降が遅く、ゆるやかになっている。

2) 室温下降時の手部皮膚温の下降状態の相違と鍼刺激の影響について

頸腕症候群などで片方の手の冷えを訴える者に対して、皮膚温を測定しながら室温を下降させると、患側皮膚温の著しい低下がみられる。著者ら⁶⁾は、頸腕症候群患者の患側頸肩部への鍼刺激によって、手の温度が上昇するとともに室温下降時の皮膚温低下が軽減することを観察した。

V. おわりに

鍼灸と末梢循環に関する研究報告はきわめて多く、研究方法も定性的および定量的な多くの種類があるので、今回は末梢循環の測定方法別の観点から主な結果を紹介した。測定対象も全身の種々の組織・器官にわたっている。刺激局所や遠隔部の皮膚や筋、さらには内臓、感覚器などの血流の改善が実証されるようになり、鍼灸の作用および治効機序の解明の一助となっている。また、鍼灸刺激の冷え症者などに対する血管の反応性の改善効果も明らかになってきている。刺激局所の皮膚や筋の刺激直後からの血流増加は主に軸索反射によるが、同側遠隔部や反対側の血流量改善には中枢を介する機序が関与していることが明らかになってきている。

血流は機能と深く関係しているので、鍼灸の血流への影響とその作用機序の解明は重要である。今後ますます解明が進むことを期待したい。

本論文の要旨は、第26回明治東洋医学院学術集談会において発表した。

参考文献

- 1) 松本 勲, 兵頭正義: (総説) Acupuncture (ハリ) と血流. 循環制御 (4): 469-480, 1985.
- 2) 鍋田智之, 古田高征, 北小路博司ら: 局所血流動態の変化. 丹澤章八, 尾崎昭弘編: 鍼灸最前線, 医道の日本社, 東京, 32-33, 1997.
- 3) 野口栄太郎, 小林 聡, 大沢秀雄ら: ミニ・レビュー 鍼通電刺激による皮膚および筋血流反応の神経性機序. 自律神経, 37(6): 624-627, 2000.
- 4) 松本 勲: 鍼治療で取り扱った下肢冷え症例のサーモグラフィ所見. 東洋医学とペインクリニック, 8(4): 9-14, 1978.
- 5) 松本 勲, 森本安男, 川井正久ら: 鍼刺激の下肢深部温および皮膚温に及ぼす影響 (第一報). 自律神経雑誌, 26(3, 4): 97-101, 1980.
- 6) 松本 勲: 鍼灸治療で取り扱った疼痛症例のサーモグラフィ所見. 東洋医学とペインクリニック, 8(2): 1-8, 1978.
- 7) 松本 勲: 頸肩部鍼刺激の上部血液循環に及ぼす影響. 東洋医学とペインクリニック, 10(3): 121-125, 1980.
- 8) 西條一止: 皮膚温分布と経絡, 経穴現象. 日温気物医誌, 39(3, 4): 1-96, 1978.
- 9) 田中淳子, 矢野 忠, 丸山彰貞ら: 末梢循環動態からみた灸刺激の効果について. 明治鍼灸医学 2: 15-23, 1986.
- 10) 矢野 忠, 森 和, 芹沢勝助: 東洋医学の基礎的研究 (第4報) 体表刺激が内蔵血行に及ぼす影響について. 日温気物医誌, 42(1, 2): 49, 1978.
- 11) 松本 勲, 篠原昭二: 次髎穴刺激の下肢血液循環に及ぼす影響. 全日本鍼灸学会雑誌, 31(2): 163-169, 1981.
- 12) 松本 勲, 日下義章: 鼠径部鍼刺激の大腿骨骨髓圧に及ぼす影響. 全日本鍼灸学会雑誌, 33(2): 147-153, 1983.
- 13) 田和宗徳, 北小路博司, 坂井友実ら: 施灸の周辺部の表層と深部組織における血流動態への影響. - 5 壯施灸と 7 壯施灸の比較 -. 全日本鍼灸学会雑誌, 55(4): 538-548, 2005.
- 14) 百合野公庸, 徳富康男, 田山文隆ら: 末梢静脈循環動態におよぼすハリ通電効果の無侵襲的研究. 全日本鍼灸学会雑誌, 36(3): 172-177, 1986.
- 15) 甲田久士, 岩 昌宏, 工藤大作ら: 次髎穴鍼通電刺激の下肢末梢血流量に及ぼす影響. 一次髎穴刺激と他の経穴刺激との比較 -. 全日本鍼灸学会雑誌, 39(4): 391-399, 1989.
- 16) 野口栄太郎, 小林 聡, 大沢秀雄ら: 鍼通電刺激によるラット皮膚血流の変化とその神経性機序 - 筋・腎血流との比較 -. 自律神経, 37(3): 440-448, 2000.
- 17) 野口栄太郎, 小林 聡, 大沢秀雄ら: 鍼通電刺激によるラット骨格筋血流増加反応の神経性調節機構. 自律神経, 36(1): 56-64, 1999.
- 18) 井上基浩, 片山憲史, 矢野 忠ら: ラットの膝蓋腱血流に及ぼす膝蓋腱部鍼通電刺激と大腿神経電気刺激の影響. 体力科学, 50(1): 119-128, 2001.
- 19) 井上基浩, 片山憲史, 北條達也ら: アキレス腱血流に及ぼす鍼通電刺激の影響 - ラットのアキレス腱刺激による -. 明治鍼灸医学, 32: 15-23, 2003.
- 20) 矢野 忠, 石崎直人, 福田文彦: 神経血流に及ぼす鍼通電刺激の影響について. 日温気物医誌, 62(3): 141-147, 1998.
- 21) 井上基浩, 勝見泰和, 川喜田健司ら: 坐骨神経幹の循環動態に及ぼす腰部鍼刺激と坐骨神経電気刺激の影響. 全日本鍼灸学会雑誌, 48(2): 130-140, 1998.
- 22) 石崎直人, 山村義治ら: 胃粘膜血流に及ぼす鍼刺激の効果. 明治鍼灸医学, 11: 1-9, 1993.
- 23) 坂井友実, 安野富美子: 鍼刺激がヒトの筋血流に及ぼす影響について. 自律神経, 40(2): 144-149, 2003.
- 24) 安野富美子, 会川義寛, 坂井友実ら: 日温気物医誌, 67(4): 225-236, 2004.
- 25) 西牧紀子, 山田伸之, 池内隆治ら: 太衝穴施灸による下肢末梢循環の変化. - 皮膚温・深部温を指標として -. 明治鍼灸医学, 創刊号: 41-48, 1986.
- 26) 松本 勲, 篠原昭二, 池内隆治ら: 鍼刺激によるヒト下腿筋血流の改善. 明治鍼灸医学, 6: 83-87, 1990.
- 27) 本郷孝博, 松本勲: 水浴ラットのストレス潰瘍発生に対する鍼刺激の予防効果. 自律神経雑誌, 27(4): 400-404, 1981.
- 28) 本郷孝博, 松本勲, 篠原昭二: 酢酸・焼灼潰瘍 (ラット) に対する鍼刺激の治療効果. 全日本鍼灸学会雑誌, 31(3): 232-237, 1982.
- 29) 松本勲, 篠原昭二: 水浴ラットのストレス潰瘍発

- 生に対する鍼刺激の予防効果 (第2報). 全日本鍼灸学会雑誌, ; 32(4) : 271-275, 1983.
- 30) 本郷孝博：水素クリアランス法による血流量測定
の鍼灸医学への応用 (第1報), 一胃粘膜下層血
流量に及ぼす足三里穴鍼刺激の影響一. 日本東洋
医学雑誌, 34(2) : 31-36, 1983.
- 31) 松本 勲, 池内隆治：家兎胃壁血流に対する鍼刺
激の効果. 一後肢下腿前側鍼刺激の影響一. 明治
鍼灸医学, 12 : 5-12, 1993.
- 32) 松本 勲, 池内隆治：家兎胃壁血流に対する灸刺
激の効果. 一後肢下腿前側灸刺激の影響一. 全日
本鍼灸学会雑誌, 44(2) : 170-175, 1994.
- 33) 江口晃二：針通電刺激の脈絡膜循環に及ぼす影響
第1報 成熟ウサギにおける脈絡膜血流量の変化.
日本眼科紀要, 37(9) : 1382-1387, 1986.
- 34) 江口晃二：針通電刺激の脈絡膜循環に及ぼす影響
第2報 サル眼における脈絡膜血流量の変化. 日
本眼科紀要, 38(11) : 1717-1724, 1987.
- 35) 鶴浩幸, 松本 勲：家兎前脛骨筋の血流に及ぼす
鍼刺激の影響. 全日本鍼灸学会雑誌, 49(1) : 6-14,
1999.
- 36) 伊藤譲, 松本 勲, 川喜田健司：家兎前脛骨筋の
筋張力に及ぼす置鍼の影響. 全日本鍼灸学会雑誌,
46(4) : 12-19, 1996.
- 37) 植木正人：家兎坐骨神経幹内の循環動態に及ぼす
鍼刺激の影響. 明治鍼灸医学, 14 : 79-88, 1994.
- 38) 山口大輔, 松本 勲：家兎腰部鍼刺激が坐骨神経
幹の血流に及ぼす影響. 全日本鍼灸学会雑誌, 47
(3) : 165-172, 1997.
- 39) 新原寿志：虚血一再灌流ラット骨格筋の血流量と
エネルギー代謝の変化および鍼刺激によるそれら
への影響. 明治鍼灸医学, 23 : 41-54, 1998.
- 40) 小田 剛, 今井賢治, 新原寿志ら：ラット阻血下
肢筋血流量に及ぼす鍼刺激の影響. 全日本鍼灸学
会雑誌, 54(2) : 163-178, 2004.
- 41) 鶴 浩幸：鍼刺激が麻酔下ラットの各種臓器血流
に与える影響. 明治鍼灸医学, 25 : 21-36, 1999.
- 42) 水上まゆみ, 矢野 忠, 山田 潤：光明穴鍼刺激
の眼循環動態に及ぼす影響. 日温気物医誌, 68(4)
: 231-240, 2005.
- 43) 水上まゆみ, 矢野 忠, 山田 潤：下腿外側鍼刺
激の眼循環動態に及ぼす影響. 一外丘穴, 光明穴,
陽輔穴, 非経穴の比較検討一. 日温気物医誌, 69
(3) : 201-212, 2006.
- 44) 森 和, 矢野 忠：EEGトポグラム, ポジト
ロンCTからみた鍼の効果. 日温気物医誌, 53(2)
: 101-108, 1990.
- 45) 矢野 忠, 森 和, 芹沢勝助ら：東洋医学の基礎
的研究. 一体表刺激が内蔵血行に及ぼす影響につ
いて一. 理療の科学, 5(1) : 12-20, 1977.
- 46) Yoshimura, H. and Iida, T.: Studies on the
reactivity of skin vessels to extreme cold.
Part I. A point test on the resistance against
frostbite. Jap. J. Physiol. 1 : 147-159, 1950.
- 47) Yoshimura, H. and Iida, T.: Studies on the
reactivity of skin vessels to extreme cold.
Part II. Factors governing the individual
difference of the reactivity or the resistance
against frostbite. Jap. J. Physiol. 2 : 177-185,
1952.
- 48) Yoshimura, H. and Iida, T.: Studies on the
reactivity of skin vessels to extreme cold.
Part III. Effects of diet on the reactivity of
skin vessels to cold. Jap. J. Physiol. 2 : 310-
315, 1952.
- 49) 平井喜七郎, 井上太郎, 吉村寿人：寒冷血管反応
による局所耐寒性測定法に関する吟味ならびに海
女の寒冷血管反応. 日本生理学雑誌, 30 : 12-21,
1968.
- 50) 中村 正：寒冷血管反応による局所耐寒性の評価
法の新しい試み. 長崎医学雑誌, 47(2) : 180-189,
1972.
- 51) 飯田敏行：寒冷血管反応に関する研究 (第1報)
寒冷血管反応の生理的意義について. 日本生理学
雑誌, 11 : 73-78, 1949.
- 52) 松本 勲, 寺沢宗典, 田和宗徳ら：足趾および手
指寒冷血管反応の比較. 日本生気象学会雑誌, 27
(1) : 17-25, 1990.
- 53) 松本 勲, 寺沢宗典, 田和宗徳ら：自覚的冷え感
の有無による足指寒冷血管反応の差異. 自律神経,
27(1) : 86-92, 1990.
- 54) 松本 勲, 森本安夫, 高島文一, 井上 章：太衝
穴灸刺激の耐寒性に及ぼす影響 一寒冷家感反応
を指標として一. 自律神経雑誌, 27(4) : 394-399,
1981.
- 55) 松本 勲, 森本安夫, 川井正久ら：鍼刺激の下肢
深部温および皮膚温に及ぼす影響 (第1報). 自
律神経雑誌, 26(3, 4) : 97-101, 1980.

Influence of Acupuncture and Moxibustion on Peripheral Circulation

†MATSUMOTO Tadasu

Department of Geriatric Acupuncture and Moxibustion, Meiji University of Oriental Medicine

Abstract

There are many reports investigating the influence of acupuncture, electrical acupuncture and moxibustion on peripheral circulation. To estimate changes in peripheral circulation, indices comprised superficial temperature, deep tissue temperature and blood flow to various organs (skin, muscle, tendon, stomach, kidney, small intestine, liver, lung, heart, spleen, brain, eye, and others) were adopted. Temperature was observed using a thermistor, thermocouple, thermography, and other devices. Blood flow was measured using plethysmography, laser-Doppler flowmetry, color-Doppler imaging, strain gauge plethysmography, ultrasonic flowmetry, hydrogen clearance, radio labeled microspheres, colored microspheres, electroencephalographic (EEG) topography and other methods.

As a result, it was demonstrated that any stimulation induced blood flow improvement not only in the regional area but also in remote areas. However, blood flow to the fingers and toes rapidly decreased for several minutes just after the start of acupuncture or moxibustion and then increased above the baseline. Moreover, after the increment in blood flow induced by stimulation, the hunting reaction after immersion into ice water or exposure to cold air was improved.

† To whom correspondence should be addressed.

Meiji University of Oriental Medicine, Hiyoshi-cho, Nantanshi, Kyoto 629-0392, Japan