

16. 当院における皮膚灌流圧検査（SPP）の実際

加古川東市民病院 臨床検査室 横山 千佳子 近藤 悦子 中間 恭代
 岩崎 亜由美 釜石 雅世 吉井 佳世
 河合 真由香 牧瀬 加南 坂本 みどり
 循環器内科 中村 浩彰

【要旨】

近年、高齢化に伴い糖尿病や維持透析患者が増加し、末梢動脈疾患（peripheral arterial disease、以下PAD）、さらに重症虚血肢（critical limb ischemia、以下CLI）の患者数は増加している。当院においても、形成外科が開設されたことにより、CLI や難治性潰瘍の診療に力をいれている。

皮膚灌流圧（skin perfusion pressure、以下SPP）は、レーザードプラ法を利用し、皮膚組織の灌流圧を測定する検査であり、皮膚レベルの微小循環の指標として近年普及してきている検査である。このSPPは、CLI の治療方針の決定において有用とされている。当院臨床検査室では、2012年8月よりSPP検査が導入された。

今回、当院において2012年8月～2015年7月、SPPを測定した232例について、足関節上腕血圧比（ankle brachial index、以下ABI）との関連や治療への有用性を検討し、報告する。

【皮膚灌流圧とは】

レーザードプラ法を利用し、患部においてどの程度の圧で微小循環が灌流しているか、皮膚組織の灌流圧を測定する検査である。皮膚レベルの微小循環の指標として近年普及してきている。レーザの透過深度は皮膚表面から1～2mm程度であり、測定対象は毛細血管レベルの血流である。まさに皮膚レベルの微小循環測定に適している¹⁾。

レーザー光がある組織に照射された場合、光子の光エネルギーはその領域内で動いている赤血球や動かない皮膚細胞によりさまざまに散乱される。動いている赤血球による光子の散乱はドプラシフトの影響を受ける。測定部位にレーザー光を照射し、散乱されたレーザー光について、信号処理アルゴリズムを用いて光信号を電気信号に変換し、測定部位内の皮膚灌流（血流量）として表示される。

この皮膚灌流を圧力カフによって測定部位を加圧して皮膚灌流を止めた状態としたあと、一定の速度でカ

フ圧を開放し、皮膚灌流が急激に増加する時点のカフ圧を、皮膚灌流圧とする。

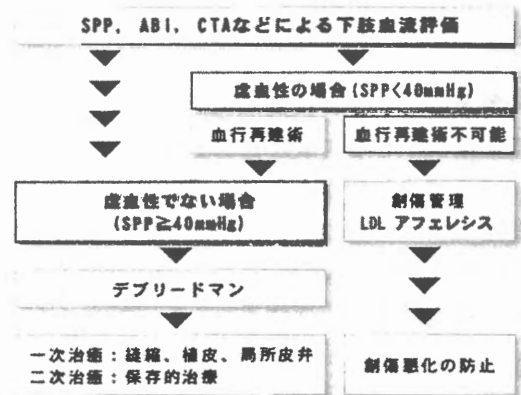


図1：重症虚血肢における治療のアルゴリズム

臨床的役割として、重症下肢虚血の評価、難治性潰瘍の血流評価、虚血性潰瘍の治癒予測、血行再建術のモニタリング、下肢切断レベルの判定などに用いられるが、SPPのみではなく、ABI、CTA、MRA、下肢動脈エコー、カテーテル創傷処置時の出血 など、他の要素とあわせて評価がおこなわれる。

重症虚血肢における治療のアルゴリズムを図1に示す。まず、SPPをはじめ、ABIやCTA、MRA、動脈エコーなどの検査で下肢血流の評価が行われる。虚血性の場合、血行再建術を実施し、再度血流評価が行われる。血流の回復が確認できたら、創傷治療へ進む。血行再建術が不可能の場合は、痛みコントロールや、悪化の防止などの創傷管理が行われる²⁾。

また、SPPは糖尿病あるいは維持透析症例に多く見受けられる血管の石灰化の影響を受けにくいとされており、ABIは血管の石灰化で高値（偽陰性）を示すことが知られている¹⁾。このため、糖尿病や透析症例のPADのスクリーニングとして、透析室などで実施している施設がある。

【測定方法】

当院ではカネカメディックス PAD3000を使用している。

1) 測定部位を選択する。スクリーニングの場合は、前脛骨動脈から足背動脈の評価として、足背部、第1・第2中足骨の間に、後脛骨動脈から足背動脈の評価として、足底部、中足骨裏の中央に、レーザーセンサをおく。また、指示があれば、創傷・壊死組織の中核側にレーザーセンサをおく。

2) 感染予防のため、測定部位にラップを巻く。

3) レーザーセンサを測定部位におき、測定部位に合わせたサイズの圧力カフをレーザーセンサの上に巻き、固定し、カフのチューブを測定機器本体と接続する。

4) 測定装置をスタートさせる。自動でカフを皮膚灌流が止まるまで加圧し、そのあと、一定の速度でカフ圧を解放していき、皮膚灌流が再開する時点のカフ圧を皮膚灌流圧として表示される。

圧力カフの加圧から解放、灌流圧の決定までの操作は測定機器が自動で行い、一回の測定は5分程度だが、レーザーセンサの固定やカフを巻く操作等をいれると、10分程度の時間を要する。

検査部位数 567か所

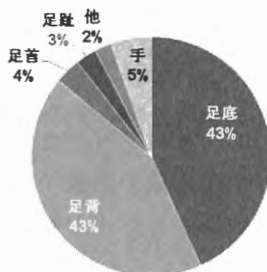


図2：SPP検査部位の分類

【結果】

2012年8月から2015年7月の3年間に行われたSPP検査について調査した。検査を受けた人数は男性78名・女性47名、計125名であり、検査時年齢は74±11歳、最小年齢は17歳で最高年齢は94歳だった。検査依頼件数は232件であり、症状は難治性創傷や皮膚の色調変化、疼痛、しびれ等の症状があり、血行障害の有無を確認する目的で依頼されることが多かった。血行再建術後の評価などもあり、一人の患者に何回も施行することがあった。実際に測定した部位の数はこのべ567か所であり、足底43%・足背43%とこの2か所ではほとんどを占めていた。他に足首・足趾、大腿部が続き、手を測定した例が5%であ

った。(図2)

SPPを受けた症例の内訳をみると(表1)、足を測定した症例のほとんどが末梢動脈疾患による重症虚血肢であった。他に、微小循環障害・Blue toe syndromeがつづき、その他、凍傷や熱傷、蜂窩織炎など、治りが遅いため、血行障害の有無の確認のために検査を受けた症例があった。手を測定した方のほとんどはレイノー症状だった。

表1：SPP検査を受けた患者の内訳

脚・足	手
PAD	97名
内CLI	88名
末梢循環障害	6名
Blue toe syndrome	5名
急性動脈閉塞	3名
その他	7名

PAD・CLI以外の方は、28名中25名でSPP正常、同時期におこなわれたABIも正常という検査結果を示し、血行障害は除外されていた。

CLI症例で、SPP検査を受けた直後に血行再建術がおこなわれた例を、同時期におこなわれたABIの値による分類と合わせて示す(表2)。SPPのカットオフ値は40mmHg、ABIのカットオフ値は0.9とした。

表2：SPP検査直後に血行再建術が行われた例

		SPP ≥ 40 27肢		SPP < 40 67肢		計
		ABI		ABI		
		≥ 0.9	< 0.9	≥ 0.9	< 0.9	
血行再建動脈	腸骨・大腿領域	0	4	3	21	28
	両領域	0	2	4	3	9
	下腿三分枝領域	16	5	26	10	57
計	16	11	33	34	94	

CLIの場合、腸骨・大腿動脈のみならず、膝より末梢の、下腿三分枝(前脛骨動脈・後脛骨動脈・腓骨動脈)の血行再建が多くおこなわれている。これは、創傷の治療において下腿三分枝は重要な動脈あることを示している。

SPP・ABIともに正常範囲のばあい、腸骨・大腿動脈の血行再建がおこなわれた例はゼロであった。

この測定結果は、腸骨・大腿動脈領域の高度狭窄や閉塞の可能性はかなり低いと推測できる結果と考えられた。

逆に、 $SPP < 40$ 、 $ABI < 0.9$ の場合、腸骨・大腿動脈の血行再建が多くおこなわれていた。この測定結果は、腸骨・大腿動脈領域の高度狭窄や閉塞の可能性が高いと推測できる結果と考えられた。

$SPP < 40$ 、 $ABI \geq 0.9$ と、 SPP のみ低下している場合、下腿三分枝の血行再建が多く行われていた。これは、足首にカフ圧をかけて測定する ABI ではとらえられない、足部の血流低下を反映していると考えられた。また、下腿三分枝だけでなく、腸骨・大腿動脈の血行再建が行われている例も見られた。これは、動脈硬化による血管壁の石灰化の影響をうけると、値が高くでてしまうといわれている ABI の偽陰性症例を、 SPP 検査で血行障害を拾えている可能性があると考えられた。

表3： SPP 検査直後に切断が行われた例

①	創部感染	7件	血行再建術を行う前に切断術施行
②	$SPP \geq 40$	14件	血行再建術後、血流良好と判断される ⇒ ABI 値は ≥ 0.9 または 0.8 前後に回復
	$SPP < 40$	9件	血行再建術時に血流を確認されている 創部処置時に出血を確認されている etc.

次に、 SPP 検査を受けたあとに、切断術を受けた例を示す(表3)。全30例中、前足部9例、足趾21例と、すべて小切断の症例であった。切断を選択する場合として、創部感染がある場合と、 ADL を保つために、早期回復を目指す場合とがあり、後者の場合には、創部の血行が良好であることが必要である。

創部感染の7件は、血行再建術を行う前に切断術を施行され、後に血行再建術が行われていた。

$SPP \geq 40$ で切断術がおこなわれた症例14件は、血行再建術後、 SPP は改善し、同時期に測定した ABI も 0.9 以上、またはそれに近い値を示し、血流が回復したと判断されていた。

$SPP < 40$ で切断術が施行された9件では、 SPP で血流の回復は確認できていないが、血行再建術時の造影で血流を確認できた場合や、創部処置時に良好な出血がみられることで血流を確認できた場合など、他の要素で血流を確認し、切断術が行われていた。

これまで見てきた結果を考えると、 CLI の血流評価の方法として有用ではあるものの、やはり SPP 測定だけで血流評価を行うのは難しく、また ABI を兼ね合わせても、やはりグレーゾーンが存在している。

あくまでも、血流評価を行うための要素のひとつと考えて測定されるものとする。

【考察】

SPP 検査は ABI と同様に非侵襲性の検査であるが、創傷をもつ方を検査することが多く、またその創傷の近辺にカフを巻き、加圧していくという手技で検査をするため、当然痛みが伴うことが多く、安静の保持が難しくなる。そうなる、アーチファクトのため、測定値を判断できなくなり、再検査を要することになると、さらに苦痛が増え、時間がかかってしまう。また、なんとか測定値をだしても、再現性に欠け、データがばらつくこととなる。さらに、1回の検査に複数の測定部位の依頼があると、さらに時間がかかってしまい、患者様の苦痛が増えていくという結果になる。

今後、患者様の検査に対するご理解・ご協力を得ること、痛み・苦痛を減らす方法を探すこと、検査時間を減らす方法を探すことを課題として、取り組んでいきたいと考える。

【まとめ】

今回、当院で実施した3年間・232件の皮膚灌流圧検査について考察した。

非侵襲的に行える検査として、下肢血流評価の1つの情報として有用であることが理解できた。また、同じ非侵襲的検査である ABI では評価しきれていない、足部の血流評価に有用であることが理解できた。

長い検査時間や痛みなど、被験者の苦痛をいかに減らし、より有用な測定結果を提供していけるかが今後の課題である。

【文献】

- 1) 重松邦弘・小野寺温子:皮膚組織灌流圧, 脈管学. Vol145, No5 : 294-298, 2005
- 2) Yamada T, Ohta T, et al. Clinical reliability and utility of skin perfusion pressure measurement in ischemic limbs—comparison with other noninvasive diagnostic methods. J Vasc Surg. 2008; 47: 318-23.

【Keyword】

末梢動脈疾患、重症虚血肢、足関節上腕血圧比、血流評価