

糖尿病性足病変に対するストラテジー：虚血肢評価の観点から

重松 邦広¹ 赤井 淳¹ 西山 綾子¹ 工藤 昌良¹ 伊佐治寿彦¹
 加賀谷英生¹ 鈴木 潤¹ 橋本 拓弥¹ 額賀さおり² 菅原 雅代²
 保科 克行¹ 木村 秀生¹ 岡本 宏之¹ 宮田 哲郎¹

要 旨：糖尿病性足病変(DF)の潰瘍・壊死近傍の皮膚灌流圧(SPP)を測定し、40 mmHg 以上の症例には保存的治療を、未満の症例には血行再建を行う方針で DF の治療を行った。40 mmHg 未満の保存的治療症例では治療開始後 3 カ月においても 88% の症例で改善傾向を認めず、大切断を 20% に認めた。一方血行再建症例では 88% 救肢でき、大切断に至った理由は感染コントロール不可であった。一方 40 mmHg 以上の保存的治療症例においては感染のコントロールできなかった 8% の症例で大切断に至った。DF 治療において、感染のコントロールと SPP を評価基準とした血行再建の治療戦略は有用である。
 (J Jpn Coll Angiol, 2010, 50: 697-702)

Key words: diabetic foot, skin perfusion pressure

はじめに

本邦においても急激な糖尿病罹患患者数の増加に伴い、糖尿病に伴う neuropathy, retinopathy, nephropathy を合併する患者数も増加してきている。それとともに足部の壊死・潰瘍・感染を呈する糖尿病性足病変(diabetic foot; DF)を呈する症例も急激に増加してきている。

DF はコントロール不良な糖尿病を基礎として神経障害や血行障害のいずれかを伴っているが、多くの場合その両者を伴っている。血行障害を伴わない病変においては感染巣のドレナージ、すなわち足趾切断も含めたデブリードメンによる感染巣の可及的な除去と抗生物質投与による感染コントロールにより治療にいたることがほとんどである。しかしながら虚血肢に対してこれらの外科的処置を施行した際に壊死が急激に進行して大切断に陥ることもあり、治療に難渋することも少なくない。このため、足部の血流の評価なしに糖尿病性足病変の治療を行うことは困難である。当科においては潰瘍・壊死部近傍の皮膚灌流圧(skin perfusion pressure; SPP)を測定することに

より、血流の機能的評価を行い、そのうえで治療方針を決定してきた。SPP 30~40 mmHg 以上であれば創傷治療が可能であると報告されており¹⁻³⁾、当科においては SPP 40 mmHg 未満の症例に対しては血行再建可能症例に対して血行再建を行ったうえでのデブリードメンまたは感染巣ドレナージを行い、SPP 40 mmHg 以上の症例に対しては感染コントロールを中心とした保存的治療を行う方針としてきた。今回当科における虚血肢評価に糖尿病性足病変に対する治療方針の妥当性を検討した。

対象および方法

2003~2007 年の 5 年間に東京大学血管外科を受診した足部潰瘍・壊死症例のうち治療前に潰瘍・壊死部近傍の SPP の測定された糖尿病合併症例 83 例 91 肢を対象とした。内訳は男性 66 例、女性 19 例であり、平均年齢は 67.4 歳(43~89 歳)であった。初療が大切断であった 10 肢を除く 81 肢においては、SPP 40 mmHg 未満の症例は 57 肢、40 mmHg 以上の症例は 24 肢であった。基本的に SPP 40 mmHg 未満の症例は血行再建を行う治療方針で臨んだが、全身状態不良や患者側の手術受け入れ拒否など

¹東京大学血管外科

²東京大学医学部附属病院中央検査部

2010 年 10 月 23 日受理

Table 1 Patients' background

	Amputation	Vascular revascularization	Conservative therapy	Total
No of case (limb)	10 (10)	32 (34)	41 (47)	83 (91)
Gender (M : F)	7 : 3	26 : 6	31 : 10	64 : 19
Age	75.9	67.9	68.2	67.4
Pt with ESRD	2 (20%)	16 (50%)	15 (37%)	33 (40%)
ABI (median)	0.3	0.43	0.9	
SPP (mean)	18	22.7	35	
ASO	10	31	37	78
Blue toe synd	0	1	3	4
Vasculitis	0	2	3	5
DM gangrene	0	0	4	4

により最終的には 57 肢中 31 肢に血行再建が行われた。また SPP 40 mmHg 以上であった 24 肢のうち 3 肢は血行再建が施行され、残る 21 肢に血行再建を施行しない保存的治療が選択された。最終的に血行再建群 32 例 34 肢、保存的治療群 41 例 47 肢となった。各群における治療後の潰瘍・壊死部の治癒について *retrospective* に検討を行った。

結 果

大切断群(10 例 10 肢)、血行再建群(32 例 34 肢)、保存的治療群(41 例 47 肢)における足関節上腕血圧比(ankle brachial pressure index; ABI)の中央値はそれぞれ 0.3, 0.43, 0.9 であり、SPP の平均は 18 mmHg, 23 mmHg, 35 mmHg であった。潰瘍・壊死の原因疾患は 88% で閉塞性動脈硬化症であったが、その他 blue toe syndrome と血管炎をそれぞれ 4 肢ずつ認めた。また足関節レベルにおいて後脛骨動脈や足背動脈を良好に触知する血流障害を認めない狭義の糖尿病性壊疽は保存群の 4 肢であった (Table 1)。

踵より中枢に及ぶような広範な壊死を認めた 10 例には初療として大切断が施行され、その内訳は膝上切断 7 例、膝下切断 3 例であった。10 例全例閉塞性動脈硬化症を併存しており、SPP 40 mmHg 未満であった。

血行再建は 34 肢に施行され、うち 31 肢は術前に測定された SPP が 40 mmHg 未満であった。術式の内訳(のべ肢数)は、腋窩両側大腿動脈バイパス 2、大腿(腸骨)大腿動脈交叉バイパス 7、大腿膝上膝窩動脈バイパス 6、大腿膝下膝窩動脈バイパス 2、下腿 3 分枝以下への distal

bypass 17、経皮的血管形成術(PTA 単独ならびにステント留置の両者含む)11 であった。血管内治療行った症例のうち鼠径靭帯以下の血行再建を併施した症例は 5 肢であった。鼠径靭帯以下の血行再建を 25 肢 74% に要した (Fig. 1)。SPP は血行再建により術前平均 23 mmHg(中央値 20 mmHg)から術後平均 45 mmHg(中央値 40 mmHg)に改善した。最終的に 4 肢が救肢できず膝上切断となったが、その 4 肢の内訳は感染のコントロールができずに救命目的に大切断せざるを得なかった 3 肢と、遠隔期に壊死が進行した 1 肢であり、2 肢は維持透析症例であった。

保存的治療は SPP 40 mmHg 以上の 21 肢と 40 mmHg 未満の 26 肢の計 47 肢に行われた。SPP 40 mmHg 未満の 26 肢の血行再建非施行の内訳は、心不全、悪性疾患、高度認知症、寝たきりなどの全身状態不良 17 例、手術拒否 4 例、バイパス不能 4 例、その他治癒希望 1 例であった。保存治療群の治療開始後 1 カ月・3 カ月時点での予後は、Table 2 に示されるが、SPP 40 mmHg 以上で 3 カ月後には 86% で改善が認められ (Fig. 2)、SPP 40 mmHg 未満では初診後 3 カ月の時点で 88% で不変もしくは悪化であった。最終的に遠隔期の追跡できる範囲内で 4 肢で膝上切断、1 肢で膝下切断となった。一方 SPP 40 mmHg 以上の 21 肢においては感染のコントロールできなかつた 1 肢において救肢できず、ガス壊疽から膝上切断となった。

考 察

閉塞性動脈硬化症の虚血評価は TASC II においても従来と同様に、まず ABI 測定により行うことが明記されている⁴⁾。しかしながら、糖尿病合併症例においてはメ



Figure 1 A 54-year-old male with diabetes was referred for the treatment of an ischemic foot ulcer. The ABI was 0.23, and the SPP at the ankle level was 20 mmHg. Preoperative angiography showed multi-segment lesions, external iliac artery stenosis, superficial femoral artery occlusion, and tibioperoneal trunk occlusion. He underwent iliac stenting and a femoro-posterior tibial bypass with a reversed saphenous vein. The foot ulcer had healed 1 month after surgery.

Table 2 Outcome of limbs at one and three months after treatment in patients of conservative therapy group

		Improved	No change or worse	Total
SPP \geq 40 mmHg	One month	11	10	21
	Three months	18 (86%)	3	
SPP <40 mmHg	One month	1	25 (96%)	26
	Three months	3	23 (88%)	
Total	One month	12	35	47
	Three months	21	26	

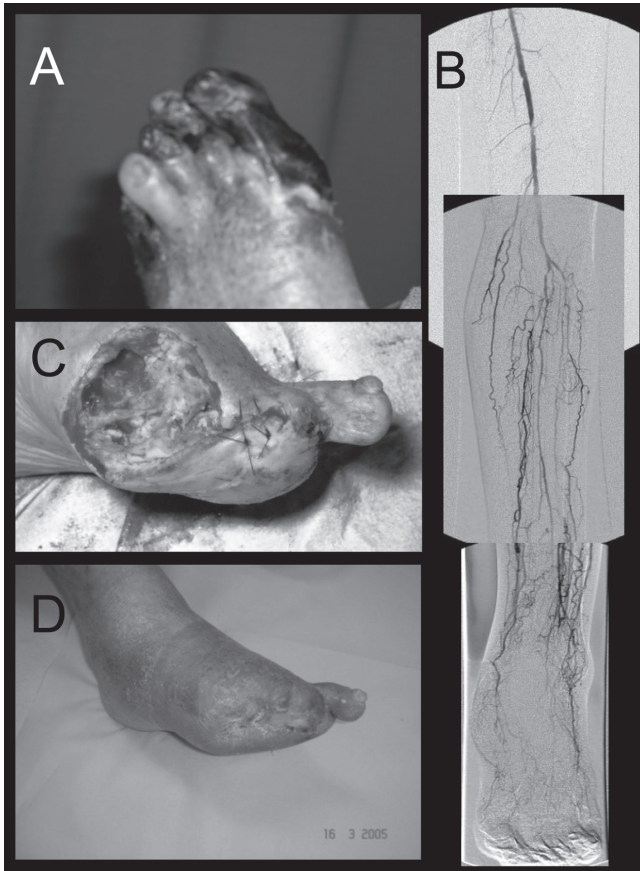


Figure 2 A 78-year-old male with diabetes was referred for the treatment of DF. The ABI was 0.32, and the SPP was 40 mmHg around the necrotic lesions.

A: Left foot gangrene.

B: Angiography showed good collateral circulation, especially below the knee level.

C: Debridement without vascular reconstruction was done because the SPP was 40 mmHg.

D: The wound after debridement was treated with conservative therapy with bFGF spray, and it had healed 6 months later.

ンケベルグ型の動脈硬化として知られる中膜の高度な石灰化により足関節レベルの血圧が異常高値を呈しABIが測定不能になる。足趾動脈の石灰化は下腿の主幹動脈の石灰化よりも高度ではないことが多く、ABI測定不能症例においては足趾血圧(toe pressure)⁴⁾や足趾上腕血圧比(toe brachial pressure index; TBI)を測定すること⁵⁾も勧められている。維持透析症例においても異所性の石灰化も伴い、糖尿病症例と同様の高度石灰化病変が認められ、ABIは測定不能であることが多い。しかしながらDFのように足部に潰瘍壊死がある症例では足趾血圧を測ること自体も困難で、臨床の現場でTBI測定が困難であることも少なくない。しかしDFの虚血の評価を行うことは治療に必須であり、その他の血流評価の方法として近年で用いられるようになってきた検査法がSPPと経皮酸素分圧(TCPO₂)である。TASC IIにおいても、重症虚血肢の検査項目のなかでこれらの無侵襲的な検査法について触れ

られている⁴⁾。しかしながらドプラ聴診器などと異なり、これらの測定機器は一般的なものとはいえず、今後これらの機器を備えたvascular laboratoryとこれらの検査に精通したCVT(clinical vascular technologist)両者の普及が必要である。

SPP測定に際し、測定部位にカフを巻く必要があるため、比較的ピンポイントで測定することのできるTCPO₂とは異なり、潰瘍や壊死の範囲によっては測定が困難になることもある。しかしながら測定自体はSPPのほうが短時間で測定することができ、疼痛が高度であるために安静にしていることの困難なことの多いCLI症例ではTCPO₂に比べて測定することが容易である。Tsaiらは虚血肢において足趾血圧とSPPが強い相関関係にあり、この相関関係は糖尿病の有無によらないと報告⁶⁾しており、今回の検討対象である糖尿病合併のCLIの機能検査としては良い評価法であることとなる。

一方、Castronuovoらは虚血性潰瘍が治癒可能なSPPについての検討を行い、SPP 30 mmHg以上であれば虚血肢潰瘍の治癒しようと報告している¹⁾。また浦部らは虚血性潰瘍症例の保存的治療による治癒の可能性について検討を行い、SPP 40 mmHg以上が肢の予後に影響する唯一の因子であることを報告している²⁾。今回の検討においては安全域を見込んでcut off値を30 mmHgではなく40 mmHgとしたが、DFを対象としてもSPP 40 mmHgをcut off値とすることで血行再建の必要性を検討することは妥当であると考えられた。これはYamadaの最近の報告にもおいてもSPP 40 mmHgをcut offとして虚血性潰瘍の治癒の予測とできることを報告³⁾しており、われわれの結果を支持するものと考えられる。

今回の検討において血行再建した34肢において30肢は救肢できたが、4肢は大切断(膝上切断)に至った。切断4肢では、血行再建後のグラフト開存状態であり、術後のSPPも40 mmHg以上と良好であるにもかかわらず感染のコントロールができずに切断に至った症例であった。また保存的治療群のなかでSPP 40 mmHg以上であった症例のうち感染のコントロールのできなかつた3肢において大切断に至った。このように、SPP 40 mmHg以上の保存的治療症例や血行再建後バイパスグラフト開存症例においても感染のコントロールができなかつた症例は大切断に至った。これらは虚血の観点からは十分創傷治癒に至ると考えられるにもかかわらず、大切断に至っており、DFの治療において大切断を回避するには虚血因子の除去のみならず、感染のコントロールが大きな役割を果たしていることが示された。

糖尿病と同様に易感染性と創傷治癒の不良である透析症例においても、血流改善にもかかわらず感染のコントロールができずに大切断になることが報告⁷⁾されており、今回のわれわれの検討においても血行再建群の大切断4肢のうち3肢は透析症例であり、保存的治療群のSPP 40 mmHg以上の症例の大切断3肢のうち1肢が透析症

例であったことから、とくに透析症例においては感染のコントロールが救肢には重要であると考えられる。

おわりに

糖尿病を背景因子に有する足部潰瘍・壊死病変に対する治療は、虚血の程度により血行再建の必要性が異なり、血行再建必要症例を評価するに当りSPP 40 mmHg未満がよいcut off値であった。このような症例の大切断を回避するためにはSPPを評価法として用いて必要症例に血行再建を行って虚血因子を排除するとともに、感染に対する十分な対策を行うことが重要である。

文 献

- 1) Castronuovo JJ Jr, Adera HM, Smiell JM et al: Skin perfusion pressure measurement is valuable in the diagnosis of critical limb ischemia. *J Vasc Surg*, 1997, **26**: 629–637.
- 2) Urabe G, Yamamoto K, Onozuka A et al: Skin perfusion pressure is useful tool for evaluating outcome of ischemic foot ulcers with conservervative therapy. *Ann Vasc Dis*, 2009, **2**: 21–26.
- 3) Yamada T, Ohta T, Ishibashi H 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**: 318–323.
- 4) Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA et al: Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *J Vasc Surg*, 2007, **45** (Suppl S): S5–67.
- 5) Brooks B, Dean R, Patel S et al: TBI or not TBI: that is the question. Is it better to measure toe pressure than ankle pressure in diabetic patients? *Diabet Med*, 2001, **18**: 528–532.
- 6) Tsai FW, Tulsyan N, Jones DN et al: Skin perfusion pressure of the foot is a good substitute for toe pressure in the assessment of limb ischemia. *J Vasc Surg*, 2000, **32**: 32–36.
- 7) Kimura H, Miyata T, Sato O et al: Infrainguinal arterial reconstruction for limb salvage in patients with end-stage renal disease. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2003, **25**: 29–34.

Strategy for Diabetic Foot: Importance of Evaluating Limb Ischemia

Kunihiro Shigematsu,¹ Atsushi Akai,¹ Ayako Nishiyama,¹ Masayoshi Kudo,¹ Toshihiko Isaji,¹
Hideo Kagaya,¹ Jun Suzuki,¹ Takuya Hashimoto,¹ Saori Nukaga,² Masayo Sugawara,²
Katsuyuki Hoshina,¹ Hideo Kimura,¹ Hiroyuki Okamoto,¹ and Tetsuro Miyata¹

¹Division of Vascular Surgery, Department of Surgery, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo, Tokyo, Japan

²Department of Laboratory, The University of Tokyo Hospital, Tokyo, Japan

Key words: diabetic foot, skin perfusion pressure

We examined the skin perfusion pressure (SPP) around ischemic ulcers in patients with diabetic foot (DF). When the SPP was under 40 mmHg, the DF was treated with vascular reconstruction with debridement of the infected tissue. When the SPP was over 40 mmHg, debridement without vascular reconstruction was done. In the vascular reconstruction group, 88% of the limbs with DF were salvaged, and the other 12% were amputated because of uncontrollable infection. In the non-reconstructive group with debridement alone, 88% of the limbs showed improvement of the ulcer as well as healing 3 months later, and 8% of them had been amputated. In the treatment of DF, infection control and a vascular reconstruction strategy based on the SPP measurement are useful and important. (J Jpn Coll Angiol, 2010, **50**: 697–702)