

原著 Skin Perfusion Pressure を用いた虚血創に対する 外科的デブリードマンの適応に関する指標

昭和大学藤が丘病院形成外科
葛西 嘉亮* 角谷 徳芳
昭和大学藤が丘病院循環器内科
鈴木 洋

抄録：重症下肢虚血 (critical limb ischemia) に伴う壊死組織を外科的にデブリードマンすると、時として創縁の正常皮膚にまで壊死が広がることが指摘されており、安易な外科的デブリードマンには警鐘がならされている。しかし、どの程度の血流があれば、壊死を拡大させることなく外科的デブリードマンが可能かに関する客観的指標は、これまで示されていない。本研究の目的は、虚血創に対する外科的デブリードマンを施行した際、創縁の壊死拡大と皮膚灌流圧 skin perfusion pressure (以下 SPP) 値との関連を評価することである。2006年1月から2012年12月までの間、SPP 値が 40 mmHg 以下の虚血創に対して外科的デブリードマンを施行しえた患者を後方視的研究の対象とした。壊死の拡大の有無は、カルテ記載もしくは創部の写真をみて判断した。外科的デブリードマン後、創縁の壊死が広がった群 (necrosis group) と広がらなかった群 (non-necrosis group) に分けて ROC 曲線を作成し、cut-off point を求めた。48 症例 54 創部がこの研究の対象となり、その内訳は necrosis group は 17 症例 19 創部 (35.2%)、non-necrosis group は 31 症例 35 創部 (64.8%) であった。全症例の平均 SPP 値は 24.3 mmHg であり、necrosis group (20.0 ± 7.5 mmHg) と non-necrosis group (27.7 ± 6.3 mmHg) との間に有意差が認められた (p -value = 0.008)。また SPP 20 mmHg 以下では、感度 63%、特異度 85%、尤度比 4.5 となり、ROC 曲線で最も左上方に近づく値を取った。これにより虚血創に対する外科的デブリードマン施行後に、壊死が拡大する cut-off point は SPP 値 20 mmHg とするのが妥当と考えられた。すなわち、SPP 値 20 mmHg 以下で外科的デブリードマンを施行した際、健常皮膚にまで壊死が拡大する可能性が高いと考えられた。

キーワード：skin perfusion pressure, SPP, CLI, 重症下肢虚血, デブリードマン

足の末梢動脈疾患を抱えた患者は、現在、欧米とともに本邦でも増加傾向にある^{1,2)}。特に、安静時疼痛や潰瘍、壊疽を伴う場合は、重症下肢虚血と考えられ、治療に難渋する。創傷を治癒に向かわせるためには、壊死組織のデブリードマンは重要な治療の1つである。一方、重症下肢虚血に伴う虚血創に対する外科的デブリードマンは、健常皮膚にまで壊死を拡大させる危険性があることが指摘されている³⁾。現在、局所の血液灌流圧を評価する指標の1つに、SPP (skin perfusion pressure) がある。SPP 値が 40 mmHg 以上であれば高い創傷治癒が期待できる⁴⁾。しかし、SPP 値が 40 mmHg 以下であれば創傷治癒が困難である。その場合、下肢は血行再建が必要と

なるが、動脈硬化が強く血行再建が不可能な場合は、血流が乏しい条件のままでも局所の治療を継続しなければならない。これまで、SPP 値 40 mmHg 以下の虚血創において、外科的デブリードマンを施行した際、壊死の拡大をみる血液灌流圧を明確に示した研究はない。本研究はその値を探ることが目的である。

研究方法

この研究は、われわれの施設の臨床試験審査委員会にて承認を得た。われわれは 2006 年 1 月から 2012 年 12 月に昭和大学藤が丘病院を受診し、下肢末梢動脈疾患を疑い当院生理機能室で SPP 値を測定した 492 人 667 肢を後方視的研究の母集団とし、この

*責任著者

中から SPP 値 40 mmHg 以下の潰瘍もしくは壊疽を有し、外科的デブリードマンを施行した症例を研究対象とした。経過観察ができなかった症例、記載が不明瞭な症例は除外した。

SPP 値の測定には、LASERDOPP PV2000 (カネカメディックス) を使用した。これはレーザードプラーによって血流を観察する装置である。創部の中枢側に血圧カフを装着し、収縮期血圧より 20 mmHg 高くカフを膨らませ装着部の血流を停止させた後、カフを 10 mmHg ずつ緩め、50 mmHg に低下した後はさらに 5 mmHg ごとに緩め、血流が再開し、レーザードプラーの出力が増加した所を SPP 値として評価する。外科的デブリードマンはメスもしくは鋭匙で行い、対象として、切開する範囲が壊死組織と健常皮膚の境界部を超えない症例を選択した。デブリードマン後の創部は、すべての症例で軟膏もしくはクリームを使用して湿潤環境を維持するよう被覆した。

診療録を用い、2 週間以内に創部が壊死した症例を necrosis group、壊死しなかった症例を non-necrosis group とし、2 群間比較を行い、患者の年齢、糖尿病罹患率、透析導入率、SPP 値、アルブミン値、総リンパ球数を検討した。統計解析は Windows 版 JMP 11.0 を使用し、計量データに対しては Student's t test を、疾患罹患率に対しては chi square test を行った。同一患者で両足が研究対象になった患者では、どちらか一方が壊死していれば SPP 値以外の項目においては necrosis group に含めて検討した。また、necrosis group と non-necrosis group の間で適正な SPP 値の cut-off point を評価するために receiver operating characteristic (ROC) 曲線を使用した。

結 果

SPP 値 40 mmHg 以下で外科的デブリードマンを施行した患者は 59 症例 66 創部であった。経過観察できなかった 4 症例 4 創部および記載不明な 7 症例 8 創部は除外し、48 症例 54 創部を今回の研究に登録した。このうち necrosis group は 17 症例 19 創部 (35.2%) で、non-necrosis group は 31 症例 35 創部 (64.8%) であった。全対象患者の平均年齢は 75.7 歳で、男性 31 名、女性 17 名であった。necrosis group は平均年齢 73.5 歳で、男性 10 名、女性 7 名であり、non-necrosis group は平均年齢 76.9 歳で、男性 21 名、女性 10 名であった。壊死の部位は、necrosis group

では足部 (53%) に多く、non-necrosis group では足趾 (74.1%) に多く認めた (表 1)。糖尿病患者は、necrosis group で 15 症例 (88.2%)、non-necrosis group で 25 症例 (80.6%) に認めた。透析患者は、それぞれ 11 症例 (64.7%) および 13 症例 (41.9%) に認められ、有病率は chi square test により双方ともに有意差は認められなかった。SPP 値に関しては、necrosis group で 20.0 ± 7.5 mmHg、non-necrosis group で 27.7 ± 6.3 mmHg となり、これらの中で有意差を認めた ($p=0.008$)。栄養状態を示すアルブミン値および総リンパ球数に関しては、両群間で有意差はなかった (表 2)。また、40 mmHg 以下での各 SPP 値において感度、特異度を算出し ROC 曲線を描いたところ、SPP 値 20 mmHg が適正な cut-off point と示された。(感度 63%、特異度 86%、尤度比 4.5) (表 3, 図 1, 2)

考 察

足の末梢動脈疾患の中で、安静時疼痛や潰瘍、壊疽を伴うものは重症下肢虚血と考えられ、初期の治療でも 25% の患者で切断術が必要となり、治療後も高い死亡率が示されている²⁾。また大切断を行うことによってさらに死亡率も高くなる⁵⁾。患者の予後改善や日常活動動作を維持するためには救肢が望ましいが、血流の乏しい条件の下で、創傷を治癒に向かわせるためには繊細な創傷管理が必要である。創傷治癒を促進させるためには、外科的デブリードマンは重要な手段の 1 つである。ただし、重症下肢虚血に伴う虚血創に対して行う外科的デブリードマンには以下の点で警鐘がなされている。それは、虚血創に行うデブリードマンには、創縁の健全な皮膚にまで壊死が広がる可能性が存在することである。

表 1 両群における虚血創の部位

	necrosis group n = 19 創部	non-necrosis group n = 35 創部
足趾	6 創部 (32%)	26 創部 (74%)
足部	10 創部 (53%)	4 創部 (11%)
踵部	1 創部 (5%)	1 創部 (3%)
下腿部	1 創部 (5%)	3 創部 (9%)
大腿部	1 創部 (5%)	1 創部 (3%)

表 2 両群における解析データ

	necrosis group n = 19 創部 (17 症例)	non-necrosis group n = 35 創部 (31 症例)	p-value
年齢*	73.5 ± 9.8	76.9 ± 8.1	0.211
糖尿病患者**	15 (88.2%)	25 (80.6%)	0.694
透析患者**	11 (64.7%)	13 (41.9%)	0.131
総リンパ球数 (/μl)*	1197 ± 394	1308 ± 509	0.896
アルブミン値 (g/dl)*	3.0 ± 0.5	3.1 ± 0.7	0.610
SPP (mmHg)*	20.0 ± 7.5	27.9 ± 6.3	0.008

SPP: skin perfusion pressure

*Student's t-test **Chi-square test

表 3 各閾値における予測値

閾値 (SPP)	感度 (%)	特異度 (%)	陽性予測値 (%)	陰性予測値 (%)	尤度比
35 mmHg ≥	100	6	37	100	1.1
30 mmHg ≥	100	17	40	100	1.2
25 mmHg ≥	73	46	42	76	1.4
20 mmHg ≥	63	86	71	81	4.5
15 mmHg ≥	37	91	70	73	4.1

SPP: skin perfusion pressure

壊死を生じる原因は明確に示されていないが、デブリードマン後の創部乾燥を指摘する報告もある。しかし、デブリードマン後に創部の湿潤環境を維持しても壊死を生じることがある。重症下肢虚血をもつ患者には、血管内皮細胞障害や血液流動学的異常によって起こる微小灌流障害が認められ、プロスタサイクリン (PGI₂)、一酸化窒素 (NO)、エンドセリンなどの血管拡張因子の機能障害も壊死拡大に関連していると考えられる^{2,6-8)}。一般的には、血管バイパス術やステント挿入などで血行再建を行い、これら局所の環境を改善してから、デブリードマンを行うことが推奨されている^{2,3)}。しかし、動脈硬化が強くと、血行再建自体が困難な症例も存在する。そのような状態の患者においては、大切断を行う場合もあるが、同意が得られにくい症例や大切断後の高い死亡率も報告されている。虚血創に対する治療に関しては、局所の血行を評価し慎重に治療方針を選択しなければならない。血行を評価する方法には、ABI (ankle brachial index)、TcPO₂ (transcutaneous

oxygen pressure)、下肢動脈エコー、SPP などがある^{2,9-12)}。その中で、創部近傍の血液灌流圧を評価するものに TcPO₂ や SPP がある。われわれは、SPP の方が TcPO₂ より測定が簡便であり、測定値に局所の浮腫の影響も受けなため SPP を血液灌流圧評価の第一選択としている¹³⁾。下肢灌流圧が 40 mmHg 以下の創傷に対して、現在、局所にどの程度の血行があれば外科的デブリードマンが可能であるかについての指標はない。今回の研究では、SPP 値 20 mmHg 以下で外科的デブリードマンを施行した際、高率に創周囲に壊死が拡大する可能性が示された。necrosis group と non-necrosis group 間で年齢、糖尿病罹患率、透析導入率に有意差はなく、創傷治癒に密接に関連があるアルブミン値や総リンパ球数にも有意差はなかったことから、壊死した原因に局所血液灌流圧が深くかかわっていると考えられた¹⁴⁾。本研究より、SPP 値が 25 mmHg 以上の創傷であれば、外科的デブリードマンを施行しても、局所の創傷治癒を改善させることが可能であると考えられる。一方、

- 1997;20:1315-1318.
- 13) Caselli A, Latini V, Lapenna A, *et al.* Transcutaneous oxygen tension monitoring after successful revascularization in diabetic patients with ischaemic foot ulcers. *Diabet Med.* 2005; 22:460-465.
- 14) Zagoren AJ, Johnson DR, Amick N. Nutritional

assessment and intervention in the adult with a chronic wound. In Krasner DL, Rodeheaver GT, Sibbald RG, eds. *Chronic Wound Care: A Clinical Source Book for Healthcare Professionals. 4th ed.* Malvern PA: HMP Communications; 2007. pp127-136.

SKIN PERFUSION PRESSURE AS AN INDICATOR FOR SURGICAL DEBRIDEMENT OF ISCHEMIC WOUNDS

Yoshiaki KASAI and Noriyoshi SUMIYA

Department of Plastic Surgery, Showa University Fujigaoka Hospital

Hiroshi SUZUKI

Division of Cardiology, Department of Medicine, Showa University Fujigaoka Hospital

Abstract — Surgical debridement of necrotic tissue associated with critical limb ischemia has been noted to cause the spread of necrosis to normal skin at the wound margin, which makes practitioners hesitant to perform simple surgical debridement. However, there is no objective indicator for the level of blood flow that allows an ischemic wound to be safely debrided. The purpose of this study was to determine how the spread of necrosis at the wound margin is related to skin perfusion pressure (SPP) when an ischemic wound is surgically debrided. Here we retrospectively investigated 48 patients with 54 ischemic wounds and $SPP \leq 40$ mmHg who underwent surgical debridement between January 2006 and December 2012. Spread of necrosis was diagnosed based on notes in medical records or photographs of the wound. Patients were divided into two groups: a group where necrosis spread to the wound margin after surgical debridement (necrosis group; 17 patients with 19 ischemic wounds, 35.2%) and a group with no spread (non-necrosis group; 31 patients with 35 ischemic wounds, 64.8%). A receiver operating characteristic curve was produced, and cutoff points were calculated. The mean SPP was 24.3 mmHg; it differed significantly between the necrosis group and the non-necrosis group ($p=0.008$). At $SPP \leq 20$ mmHg, the sensitivity was 63%, the specificity was 85%, and the likelihood ratio was 4.5. These values approached the upper left corner of the ROC curve, indicating 20 mmHg as a valid cutoff point for using SPP to determine whether surgical debridement of an ischemic wound will cause necrosis to spread. Taken together, it is highly likely that the area of necrotic tissue will increase after surgical debridement if SPP is ≤ 20 mmHg.

Key words: skin perfusion pressure, SPP, critical limb ischemia, CLI, debridement

[受付：3月25日，受理：4月30日，2014]