

糖尿病性足病変の診断と治療：形成外科の立場から

二ノ宮 邦 稔 梅 田 剛

東京慈恵会医科大学附属第三病院形成外科

DIAGNOSIS AND TREATMENT OF DIABETIC FOOT LESIONS : FROM THE VIEWPOINT OF PLASTIC AND RECONSTRUCTIVE SURGEONS

Kunitoshi NINOMIYA and Go UMEDA

Department of Plastic and Reconstructive Surgery, The Jikei Daisan Hospital

Leg and foot are known as regions with relatively poor blood circulation.

Diabetic foot lesions have complex causes and are sometimes difficult to treat. So recovery from diabetic foot lesions is thought to be very difficult.

Amputation below or above knee is occasionally necessary.

The main etiologies of diabetic foot lesions are divided into four categories, peripheral arterial disease (PAD), peripheral neuropathy (PN), neuro-ischemia and infection.

These wounds constitute combinations of four lesions. Wound treatment must be conducted according to proper assessment of diabetic foot lesion.

Severe PAD with ulcers in the lower extremities is associated with an increased risk of limb amputation. The TASC Guidelines emphasize the importance of revascularization during the treatment of diabetic foot with severe PAD. If ischemia is detected, immediate vascular reconstruction should be indicated.

Treatment of diabetic foot lesions requires collaboration among multiple specialties.

We, as plastic and reconstructive surgeons, should demonstrate leadership using our expert knowledge and skill in relation to wound treatment.

(Tokyo Jikeikai Medical Journal 2017;132:1-11)

Key words : diabetic foot, peripheral arterial disease, peripheral neuropathy, neuro-ischemia, Team STEPS

I. 緒 言

糖尿病患者の下肢病変では、易感染性、末梢神経障害、微小循環障害、末梢動脈疾患などの複数の因子が関与するため、その病態は複雑で治療に難渋する症例も多い。

糖尿病の治療は、内科的治療や合併症の一つである糖尿病性網膜症の治療に焦点が当てられているのが現状である。平成17年9月19日に行われた日本医師会市民フォーラムでは糖尿病についての正しい知識が発症の予見・早期治療や合併症の予防に役立つとして内科、眼科を中心に討論が行われたが、足病変については討論が行われていな

い (Fig. 1)。

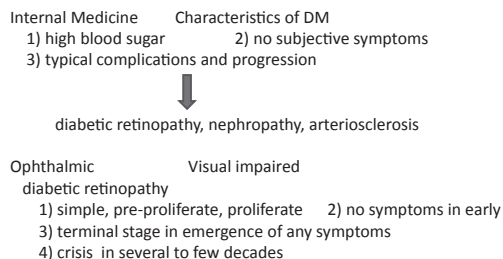
最近になり血管外科治療の進歩^{1)~6)}により糖尿病性足病変の血流障害も飛躍的に改善してきてはいるものの、いまだに趾の切断にとどまらず下腿切断、大腿切断にいたる症例も少なくない。

足病変の主要因である虚血と神経障害に対して適切な鑑別と評価を行い、それぞれの病型に応じて必要な治療を計画しなければ創傷治癒は得られないと考える。

そこで、糖尿病性足病変に対しわれわれが行っている診断と治療法について若干の文献的考察を加え報告する。

Make to reduce ! Increasing Diabetes Mellitus

Correct knowledge for DM is prognosticated the crisis and prevented for the complications.



Conference for Promoting the DM

- 1) Promotion of family doctors and disease diagnosis cooperation
- 2) Promotion of visits recommended and enhancement of leaderships
- 3) Improve the treatment outcomes

Fig.1. A lecture open to the public in the Japan Medical (2005/09/19, Tokyo).

II. 糖尿病の予後と死因

近年、糖尿病の内科的治療が進歩し、生命的予後が改善されている。しかし、Sanchez⁷⁾によれば糖尿病患者の疾患に関する知識の有無と心血管危険因子のコントロール、すなわち最終的なアウトカムの改善との間にほとんど関連がない。糖尿病患者の主要死因は、心血管疾患であり、急性冠症候群 (Acute Coronary Syndromes : ACS) の発症リスクは一般人口の2倍に達する。患者教育だけでは不十分で、糖尿病の知識が増えるだけでは、コレステロール値や体重管理、死亡率の改善につながらないとし、糖尿病の教育は重要ではあるが、糖尿病患者の主要死因である心血管疾患で死亡するリスクを減らすためには他に取組まなければならない医療供給の問題があるとしている。

III. 形成外科医が接する糖尿病患者

糖尿病性網膜症、白内障に罹患すると物が見えにくいことによる生活行動範囲の縮小がみられる。糖尿病性腎症では、患者は不治の病ととらえ、自立できないと考えて、生活意欲の減退がみられる。一方、形成外科医が接する糖尿病患者は、初期では病態の理解の欠如により外科的治療の対象ではないと考えているようである。末期の患者は、五体満足でありたいと考え、切断につながりかねない治療に対する意欲の欠如がみられる。形成外

科医は、創傷だけを治療していればよいという限りではない。心臓の検査は行われているのか、足・下腿の浮腫はあるのか、足の色は、足の爪の状態はどうか、爪はうまく切れているのか、足の裏に胼胝はないか、靴はどの様なものをはいているのかなどきめ細やかに観察することが重要と考える。

IV. 糖尿病性足病変の現状

世界保健機構によれば糖尿病性足病変の定義⁸⁾は、神経学的異常といろいろな程度の末梢血管障害を伴った下肢の感染、潰瘍形成、そして・または深部組織の破壊としている。米国では、糖尿病患者の25%が生涯に足潰瘍を合併し⁹⁾、年間2%の糖尿病患者に足病変が発症し、その15%以上が下肢の切断に移行すると言われている¹⁰⁾。糖尿病患者の合併症に関するわが国の統計では、心筋梗塞2.1%、狭心症4.7%、脳梗塞5.7%、足潰瘍あるいは壊疽2%、下肢切断はわずか0.6%と報告されている¹¹⁾。日本透析医学会の資料では、足病変の患者は2000年では1.6%であったが、2005年には2.6%に増加している¹²⁾。

厚生労働省による国民健康・栄養調査によれば、2010年では糖尿病患者は約950万人である。1996年Kuzuyaらは¹¹⁾、糖尿病患者の2%が足病変に罹患しており、その0.6%が下肢切断に至ると報告している。すなわち950万人の糖尿病患者の2%・10.2万人が足病変に罹患しており、さらに0.6%・3.2万人が下肢切断に至っていると考える。米国のNational Health and Nutrition Examinationの調査では、米国民の50%が糖尿病とも報告¹³⁾され、わが国においても足病変に罹患する割合は増加する一方と考えている。

V. 糖尿病患者の運動療法と足病変の運動療法

糖尿病の運動療法の目的は、合併症や併発症の予防で、食事療法と共におこなわなければならない。運動療法は、散歩・ジョギング・ラジオ体操・自転車・水泳などの全身の筋肉を使った有酸素運動である。運動療法の指導は、糖尿病の予防と治療の内容であり、糖尿病性足病変の運動療法とは

異なると考えている。われわれが考える糖尿病性足病変の運動療法の目的を列举すると、1) 関節運動範囲の維持・関節変形の予防、2) 筋力の維持・関節運動能の維持と変形予防、3) 血行の維持・改善と浮腫の予防、4) 褥瘡の予防などである。また患者への教育として1) 糖尿病性足病変の病態、原因、症状、合併症、予後の理解、2) 生活環境として精神的、肉体的なサポート、3) 自動運動、自己管理の必要性、4) 補装具などがあげられる。具体的には、股関節や膝関節などの大関節は介助運動が主体であり、リハビリテーション科、医療装具技師、介護士、家族などの協力のもとに行う必要がある。また、足関節、足趾関節などは、自動運動が主体であり足首で挨拶、趾でジャンケンができるように指導している。管理下での運動療法、在宅運動療法、有酸素運動として30分/日、3回/週の散歩などを推奨している。フットケアの指導として皮膚・爪のケア、足・趾の保温、靴の選択、清潔の維持、危険因子の管理として禁煙の指導などを行っている。

VI. 糖尿病性足病変の創傷を構成する病因

糖尿病性足病変の創傷を構成する病因は、大きく4つに分けられる。

1. 閉塞性動脈硬化症による虚血 (Peripheral Arterial disease: 以下 PAD)
2. 糖尿病性神経障害による末梢神経障害 (Peripheral Neuropathy : 以下 PN)
3. 両者の混合型
4. 感染症

糖尿病性足病変における創傷治癒阻害の原因は、これらの複合病態であるため適切な評価がなされないと適切な治療は行えない。

1. PAD

臨床症状としては、典型的な虚血性潰瘍では、有痛性で足趾末梢から乾性壊疽が生じる。皮膚温は低下し、皮膚の性状は平滑であり光沢がある (Fig. 2)。皮膚温の測定、足背動脈・後脛骨動脈の拍動の触知の有無、下肢血圧と上肢血圧の比 (Ankle Brachial Pressure Index: 以下 ABPI) の測定、皮膚灌流圧の測定などの検査を行う必要がある。

2. PN

自律神経障害、運動神経障害、知覚神経障害に分けられる。

- 1) 自律神経障害 (動静脈シャント機能不全による皮膚血流の低下)

足底、足趾の皮膚真皮層の網状層や皮下には本来多くの動静脈シャントがあり、体温の調整を担っている。そのため自律神経障害により細動脈から細静脈への血流の増加がみられ、皮膚の血流障害と代謝障害が引き起こされる (Fig. 3)¹⁰⁾。

- 2) 自律神経障害による骨・関節の破壊

足底・足趾の動静脈シャントの機能不全により血流の分布が変化し、皮下と骨の血流増加が起こる。そのことにより骨の代謝障害から骨吸収が促進されると考えられる。高血糖による骨・関節代謝障害も加わり、Charcot足と呼ばれる骨・関節の破壊が引き起こされると同時に加重部に潰瘍形成が生じやすくなる (Fig. 4)。

- 3) 自律神経障害によるエクリン汗腺機能の低下

自律神経障害が引き起こされると汗腺機能が障害される。その結果として、汗腺からの上皮化が障害され、皮膚の乾燥状態、亀裂などが生じる (Fig. 5)¹⁴⁾。

- 4) 運動神経障害による足内筋麻痺

運動神経障害によって特に虫様筋や骨間筋などの足内筋の麻痺が起こる¹⁴⁾。この麻痺により、足趾の変形が起こり、hammer toe変形やclaw toe変

	ischemic ulcer	neuropathic ulcer
Skin temperature	cold	warm
Hypertrophy	-	+
Skin condition	dry	wet
Skin	smooth · gloss	callosity · rhagades
Pain	+	-
Infection	+ / -	+
Toe deformity	rare	many
Sensory disturbance	-	+

Fig. 2. Clinical findings of ischemic and neuropathic ulcer.

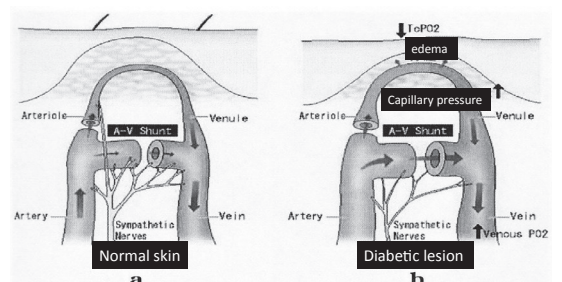
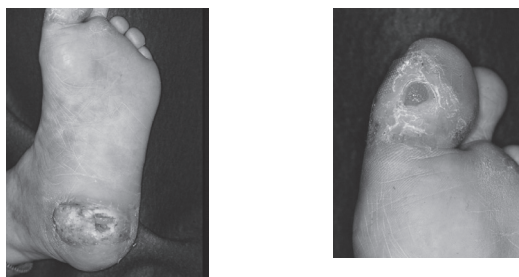
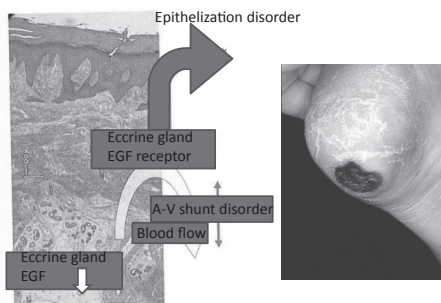


Fig. 3. A-V shunt disorder according to autonomic disturbance¹⁰⁾.



a. Ulcer on the heel
b. Ulcer on the great toe
Fig.4. Ulcer on the weight-bearing region.



a. Histological finding of the planter region (HE stain)
b. Ulcer on the heel
Fig.5. Histological finding of planter region and ulcer on the heel¹⁴⁾.



Fig.6. Ulcer and deformity on the foot and toe.
a. Ulcer on the lateral side on the 5th MTPj
b. Toe deformity



Fig.7. Ulcer and callosity on the heel

形と呼ばれる変形が起こると考える。その結果、足背に胼胝や潰瘍形成が生じやすくなる (Fig. 6)。

5) 知覚神経障害

知覚神経障害により足底には、胼胝が生じ易くなる。その結果として、潰瘍形成も生じ易くなると考える (Fig. 7)。

6) 高血糖による表皮角化細胞増殖障害

Terashi など¹⁵⁾によれば高血糖により表皮角化細胞の増殖が抑制されると報告している。そのため血糖値の正常化は創傷治癒を促進する重要な因子と考えられる。

臨床症状としては、疼痛は少なく、防御的知覚の脱出、皮膚の性状は胼胝形成や亀裂がみられることが多く、足趾の変形などがみられる (Fig. 2)。

3. 感染症の合併

PAD 合併例では、重篤な感染症が起こることは少ないが、血行再建術で血行が改善されると感染症を誘発しやすくなるので注意を要する。

VII. 下腿難治性潰瘍の診断

下腿に生じる難治性潰瘍には糖尿病性ばかりでなく悪性腫瘍、膠原病、動脈性、静脈性など様々な病因があり、適切な診断のもとに治療を行うことが重要と考える (Fig. 8)。

1. DM presence or not
2. Infection presence or not
 - Phlegmone
 - Osteomyelitis
 - Necrotizing fasciitis
3. Compartment syndrome
4. Tumors (Malignancy) biopsy
5. Collagen diseases
 - RA
 - SLE
 - SSc
6. Venous disorder Venogram, Doppler examination
Trendelenburg test, Perthes test etc.
7. Arterial disorder
 - 1) Exploration of artery (dorsal pedis and posterior tibia artery)
Examination of ABPI
 - 0.3- ulcer, pain in rest
 - 0.7-0.4 intermittent claudication
 - 1.0-0.8 numbness, cold
 - 2) Thermography
- 3) Skin perfusion pressure
under 30mmHg revascularization
- 4) Assessment of PAD
angiography
MR-A, CT-A

Fig.8. Diagnosis of the foot and lower extremity lesions

1. 糖尿病の有無

基礎疾患として糖尿病の罹患の有無は重要である。

2. 感染の有無

感染を併発すると下肢の切断にとどまらず、急速に拡大し敗血症に至る可能性がある。とくに糖尿病患者では、神経障害や虚血により局所の熱感や疼痛などの自覚症状に乏しくまた、白血球の増加や赤沈の亢進もみられない症例もあるため、CRPの上昇を捉えることが重要である。蜂窩織炎、骨髄炎、壊死性筋膜炎などを起していないかにも注意が必要である。

3. Compartment syndrome の有無

4. 悪性腫瘍の有無（場合により生検術の施行）

扁平上皮癌などの悪性腫瘍を念頭に置き、場合によっては生検術の施行が必要である。

5. 膠原病の有無

関節リウマチ（RA）、全身性エリテマトーデス（SLE）、全身強皮症（SSc）などの膠原病も皮膚潰瘍を呈することがあるため注意を要する。膠原病による皮膚潰瘍は、末梢循環障害が関与しており、臨床的には骨・関節・筋症状をともなっており細小動静脈の血管病変も共通してみられる¹⁶⁾。その原因として血管炎、血管障害、血液異常が挙げられる。膠原病性血管炎は壊死性血管炎であり、血管壁のフィブリノイド変性と核破壊性好中球浸潤がみられる。血管炎を呈する代表的疾患は、結節性多発動脈炎、関節リウマチなどであり、血行障害が中心となる疾患が全身性強皮症である¹⁷⁾。

6. 静脈性病変の有無

慢性静脈不全症（chronic venous insufficiency: CVI）は最も頻度が高い病態の一つで、下肢静脈瘤を含めると一般人口の40-50%が罹患し、5%が静脈性潰瘍などの状態を呈すると言われている¹⁸⁾。Trendelenburg test、Perthes testなどの生理学的検査や静脈造影撮影などを行い静脈不全の診断を行うことが重要である。

7. 動脈性病変の有無

動脈閉塞に起因する下肢皮膚潰瘍は、近年食生活の欧米化に伴い増加傾向にある。この潰瘍はその発生機序が虚血に起因するため難治性であることが多く、治療に難渋するためその評価は重要である。

1) 動脈の触知（足背動脈、後脛骨動脈）

2) ABPIの測定は、動脈閉塞の一つの目安となるため、大循環の閉塞・狭窄を評価する（Fig. 9）。

0.3以下	潰瘍、安静時疼痛
0.4-0.7	間歇性跛行
0.8-1.0	しびれ、冷感

3) サーモグラフィー

4) 皮膚灌流圧測定（Skin perfusion pressure : SPP）（Fig. 10）

創傷治癒に必要な微小循環動態を把握するためには、皮膚灌流圧を測定する。Castronuovoらは、SPPの数値による創傷を検討し、SPPが40mmHg以上であればほぼ100%の治癒率が得られるが、30mmHg以下では治癒率が急速に減少すると報告している¹⁹⁾（Fig. 11）²⁰⁾。

5) 経皮的酸素分圧（Transcutaneous oxygen tension : TcpO₂）

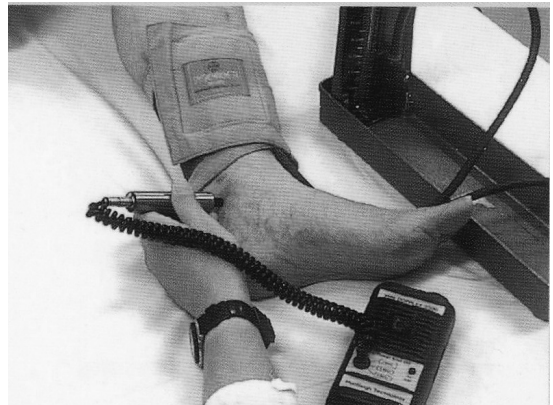


Fig.9. Mesurement of ankle brachial pressure index (ABPI) and clinical findings.

ABPI	Clinical findings
1.0-0.8	numbness, cold extremity
0.7-0.4	intermittent claudication
0.3-	ulcer, gangrene

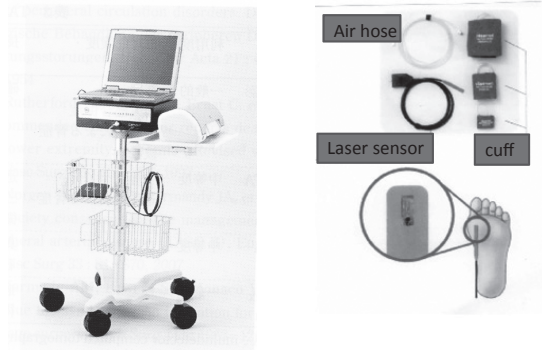


Fig.10. Instrument of Skin perfusion pressure (SPP).

毛細血管網から遊離した酸素分子は真皮から角質層を経て皮膚表面に達する。経皮的酸素分圧は、皮膚組織から拡散する酸素分子を測定するもの

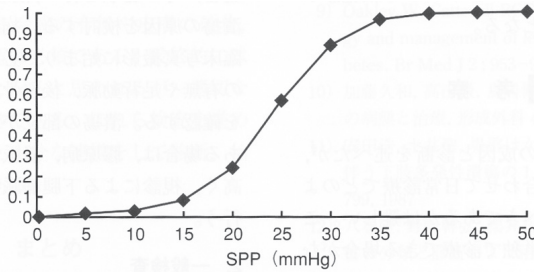


Fig.11. Cure rate of wound care in using SPP²⁰⁾.

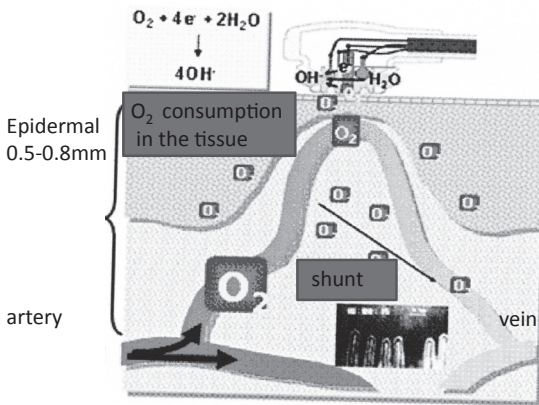


Fig.12. Principle of Transcutaneous Oxygen Tension : TcPO2.

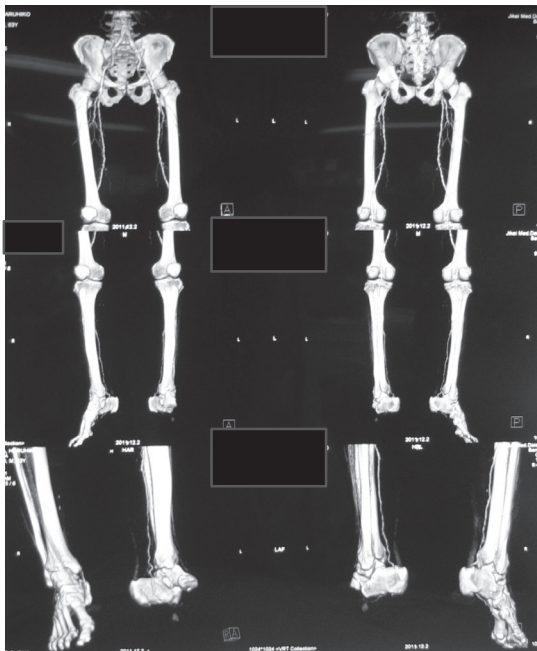


Fig.13. CT angiography(CTA) is shown.

で、安静時での測定が10 mmHg以下で、酸素吸入後も10 mmHg以下であれば壊死に陥り、切断の可能性が高いと考えられている(Fig. 12)²¹⁾²²⁾.

6) PADの評価

動脈閉塞が疑われる場合、CT angiography (CTA), MR angiography (MRA) (Fig. 13) などの検査を行う。閉塞・狭窄病変を認める場合や、動脈硬化による高度の石灰化病変で評価が困難な場合は、血管造影検査を行い、血流の再評価および血管内治療、バイパス術の適応を検討する。

VIII. 目的と対象

糖尿病患者の下肢病変では、易感染性、末梢神経障害、微小循環障害、末梢動脈疾患などの複数の因子が関与するため、その病態は複雑で治療に難渋する症例も多い。そこで1995年1月1日から2015年8月31日までの20年間で、東京慈恵会医科大学附属病院形成外科と東京慈恵会医科大学附属第三病院形成外科(当科)で糖尿病性足病変の治療を行った症例を検討した。

IX. 結 果

症例は170例であった。男性116例で、初診年齢は30歳-91歳(平均61.4歳)で、女性は54例で、初診時年齢は33歳-89歳(平均66.9歳)であった。罹患部位は、母趾が20趾、第2趾が15趾、第3趾が24趾、第4趾が21趾、第5趾が20趾、足背が34例、足底が43例、踵部が25例、下腿が27肢であった (Fig. 14)。

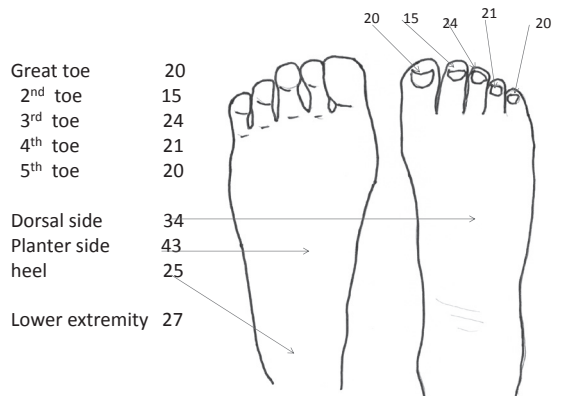


Fig.14. Foot and toe lesions.

治療方法は、大腿切断が16例（男9例，女7例），下腿切断が52例（男41例，女11例），中足骨切断が32例（男24例，女8例），趾切断が98例（男80例，女18例）であった。植皮術が25例（男15例，女10例），局所皮弁9例（男6例，女3例），遊離皮弁11例（男9例，女2例）であった。保存療法のみで治療を行ったのは39例（男21例，女18例）であった。手術回数は1－5回（平均2.5回）であった（Fig. 15）。

X. 症 例

代表的症例を供覧する。

症例1：53歳，女性

左足底部潰瘍に対しポケットの切除，角化部の切除などのデブリードマンを行い，人工真皮で被覆した。術後2週間でヒト型組換え塩基性繊維芽細胞増殖因子（bFGF）製剤（フィブラスト®スプレー、科研製薬社製、日本）を使用した。術後2ヵ月で上皮化が得られた。足関節，趾の自動運動，清潔の保持を指導し，非荷重装具を作成した。術後現

1995.1.1～2015.8.31

	male	116 cases	femal	54 cases
A-K amputation	9		7	
B-K amputation	41		11	
Metatarsal amputation	24		8	
Toe amputation	80		18	
Skin graft	15		10	
Local flap	6		3	
Free flap	9		2	
Conservative	21		18	

The number of operatims : 1-5 times (Mean 2.5 times)

Fig.15. The cases of diabetic foot lesions on the Department of Plastic and Reconstructive Surgery, The Jikei Hospital and The Jikei Daisan Hospital.

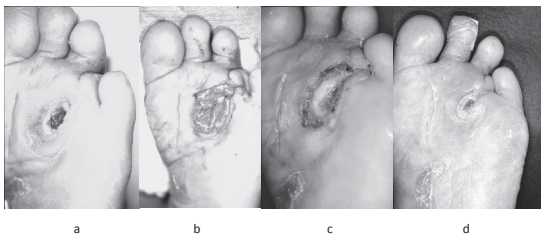


Fig.16. 53 years old, female type II DM.
 a. Ulcer formation and callosity on the left planter side.
 b. Artificial dermis was grafted after debridement of the wound.
 c. One month after operation, active ROM excise was started.
 d. Two months after operation, ulcer was decreased in size.

在まで再発をみない（Fig. 16）。

症例2：76歳，男性

糖尿病の罹病期間は25年で，併発症として糖尿病性網膜症，糖尿病性腎症，高血圧，脳血管障害等を見る。両母趾，右2趾，両5趾の壊疽に対し，趾切断術を行った。術後5年，潰瘍形成等もなく経過良好である（Fig. 17）。

症例3：46歳，女性

糖尿病の罹病期間は10年で，併発症として糖尿病性網膜症，糖尿病性腎症，高血圧をみる。左踵部を中心に壊疽をみるため，デブリードマンを行い遊離肩甲皮弁による再建術を行った。術後MRSAの感染を合併し，3回のデブリードマンを

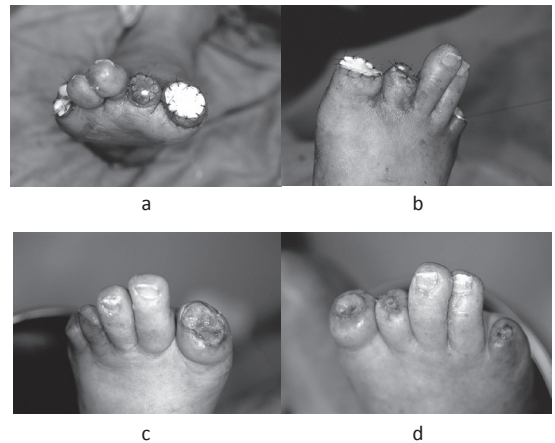


Fig.17. 76 years old man . I type DM, complication is chronic renal failure and acute coronary infarction.
 a. Artificial dermis was grafted after debridement of the wound.
 b. Frontal view
 c. One month after operation is appeared.
 d. Ulcer size was decreased.

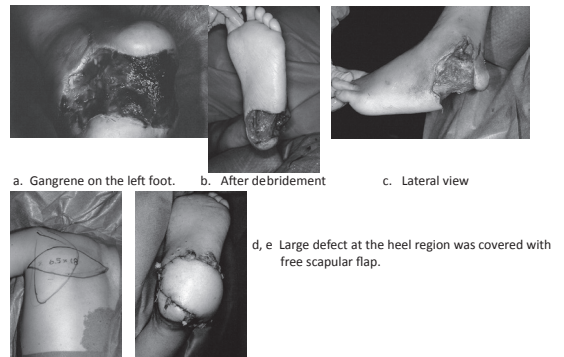


Fig.18. 46 years old, II type DM. Complications were retinopathy, renal failure and hypertension. After operation, MRSA infection was occurred and debridement was performed three times. Two years after first operation, B-K amputation was done.

行ったが感染のコントロールがつかず初回手術後2年で下腿切断術を行った (Fig. 18). その後の経過は良好で、潰瘍形成等をみない。

症例4: 64歳, 男性

右足部壊疽に対し、腫部温存目的でChopart関節での切断術を行った。感染がないことを確認し術後2週間、前大腿外側皮弁で被覆した。吻合血管の血栓形成により遊離皮弁は壊死に陥り2回目の手術から1ヵ月後、下腿切断術を余儀なくされた (Fig. 19). その後の経過は良好で、義足で歩行している。

XI. 考 察

糖尿病性足病変の治療では、創傷治癒を阻害する主要因である神経障害とPADに起因する虚血を的確に判断しそれぞれの病型に応じた治療を行う必要がある。創傷治癒に必要な血流が確保されなければ、いかなる局所療法を行っても治癒する



Fig. 19. Fig.19. 64 years old man. II type DM. Complications were retinopathy and renal failure.
a. Gangrene on the right foot.
b. Lesion was extended dorsal and planter side.
c. Chopar amputation was done.
d. Reconstruction was done using local flap.

Two weeks after amputation, reconstruction was done using free anterolateral thigh flap. However free flap was necrosis due to arterial thrombosis. One month after second operation, B-k amputation was done.

見込みはない。そのため、血行障害に起因する糖尿病性足病変の患者では、的確な診断のもと血行再建術が優先され、血管外科と綿密な連携のもとに治療を行う必要がある。

Asao²³⁾ は、東京慈恵会医科大学附属第三病院の整形外科と形成外科で1993年から1998年に行われた下肢切断術を受けた42名の糖尿病患者の詳細な報告をしている。それによれば、有意な死亡予測因子は脳卒中の既往で、死亡リスクは4.6倍、透析患者および脳卒中の既往のある患者では再切断術のリスクが有意に高いと報告している。われわれの症例では、治療経過中に170例中14例(男性9例, 女性5例)の死亡例をみた。透析を受けている患者および脳卒中、心疾患の既往のある患者は14例中9例であり、諸家が述べているようにハイリスク患者と考える。

1. 糖尿病性足病変のプロトコールと治療

糖尿病性足病変の治療としては、保存療法と外科療法がある。保存療法として大事なことは、局所を愛しむ気持ちを持ち治す心を持って行うことと考えている。外科療法として大事なことは、一つの趾を失うことは、患者本人にとっては精神的苦痛や不安を伴うため、常に心の支えとなること

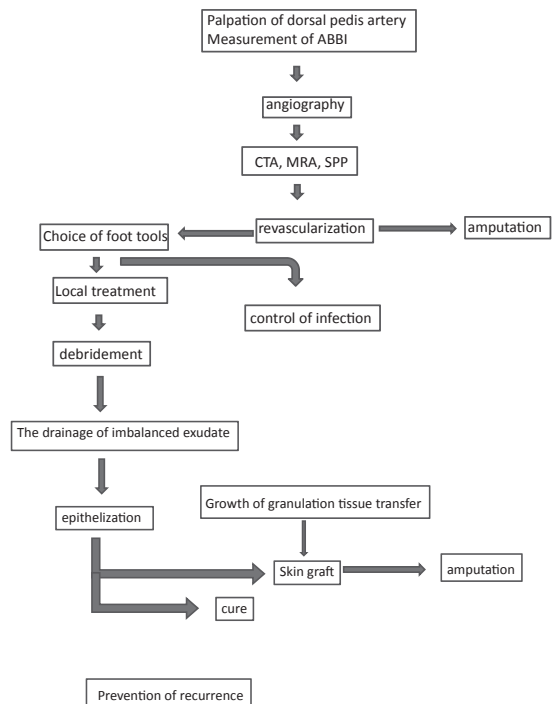


Fig. 20. Protocol for the treatment of diabetic foot lesions.

が重要と考えている。

われわれが行っている糖尿病性足病変の治療の
 プロトコルを示す (Fig. 20)。末梢神経障害の
 評価は、Wound Healing Societyのガイドラインに
 沿って²⁴⁾²⁵⁾ Semmes-Weinstein (SW) testを行い知
 覚障害の有無を確認する。血管障害の評価は、触
 診や超音波ドップラー検査、ABPIの測定などを
 まず行い、大血管の閉塞・狭窄を評価する。動脈
 閉塞が疑われるようであれば、CTA,MRAなどの
 検査で精査する。血管外科の医師へ依頼し血行再
 建術の適応について検討する。血行再建術の適応
 がなければ切断術などの術式を検討する。履物の
 適切な選択を行うと同時に局所の処置を行い、軟
 膏等で改善が見られなければ外科的デブリードマン
 行う。必要であれば感染予防として抗生物質の
 投与を行う。ポピドンヨード・シュガー (ユーパ
 スタ[®]、興和創薬社製、日本など) 等で浸出液の
 コントロールを行い、プロスタグランジン製剤(プ
 ロスタンジン[®]、小野薬品社製、日本) などを用
 い上皮化の促進、ヒト型組換え塩基性繊維芽細胞
 増殖因子 (bFGF) 製剤 (フィブラスト[®] スプレー、
 科研製薬社製、日本) などを用い肉芽形成促進を
 行う。場合によっては植皮術などにより被覆し創
 傷の治癒をはかる。

糖尿病性足病変に伴う潰瘍の分類 (Wagner分
 類) を示す (Fig. 21)²⁶⁾。

当科では、Wagner分類に沿って進展度に応じ
 た治療を行っている。Wagner分類1度では、潰瘍
 部に感染があれば原因菌を同定し、頻度の高いグ
 ラム陽性菌に対し第一世代セファム系、広域ペニ
 シリンの投与を行う。分類2度では、潰瘍部に壊
 死組織が認められれば、デブリードマンを行う。
 潰瘍部に感染があれば、除去組織を含め培養検査
 を行い菌の同定を行う。3度では、感染が骨髄に
 まで波及すると病変は急速に悪化するため、深い
 潰瘍が認められる場合には潰瘍が骨まで達してい
 ないかを確認することが重要である。潰瘍の底に

Grade 0	Intact skin, although there may be multiple foot deformities and hyperkeratotic areas.
Grade 1	Superficial ulcer in the skin only.
Grade 2	A deeper ulcer that involves tendon, bone, ligaments, or joints.
Grade 3	A still deeper lesion that progresses to a deep abscess or osteomyelitis.
Grade 4	Gangrene of some portion of the toes or forefoot.
Grade 5	Gangrene of the whole foot.

Fig.21. Classification of lesions (Wagner)²⁶⁾.

骨が見える場合には骨髄炎を合併しているとみな
 し、治療を行う。骨髄炎、発熱などの全身症状が
 ある場合には、β-ラクタマーゼ/ペニシリン合
 剤、第2世代あるいは第3世代セファム/塩酸クリ
 ダマイシン、塩酸クリダマイシン+アミノグリコ
 シド系抗生物質、カルバペナム系抗生物質の検討
 を行うが、われわれは感染制御部と十分に検討し
 決定している。4および5度では、下肢切断等の
 手術を考慮する必要がある。

2009年陰圧閉鎖療法 Negative Pressure Wound
 Therapy (以下NPWT) が保険適応となった。それ
 以前から創部に吸引圧をかけて治す治療法が形成
 外科を中心に行われていたが、その効果は絶大で、
 保険認可以前から全国の施設で同様の装置を手作
 りしていた。創面の乾燥を防ぎ、湿潤環境で行う
 閉鎖療法に、浸出液のドレナージを行う陰圧療法
 を組み合わせた治療法である。その作用機序は、1.
 創部の収縮、2. 創部の安静・環境整備、3. 過剰な
 浸出液の除去、4. 細胞、組織に対する物理的刺激
 により①創部の容積の減少、血流上昇、②感染・
 汚染の減少、③創環境の改善・促進などにつなが
 るとされている (Fig. 22)。NPWTにより、いま

This treatment is accelerated wound healing process through the delivery of subatmospheric Pressure within a closed environment.

1. Wound contraction
2. Rest and correction of environment
3. Drain of imbalanced exudate
4. Growth of granulation tissue
5. Control infection
6. Physical stimulation of tissue
7. Adhesion of undermining of the wound edge
8. Reduction of excessive edema

Fig.22. Vacuum-assisted closure (VAC therapy) ⇒ Negative Pressure Wound Therapy (NPWT).

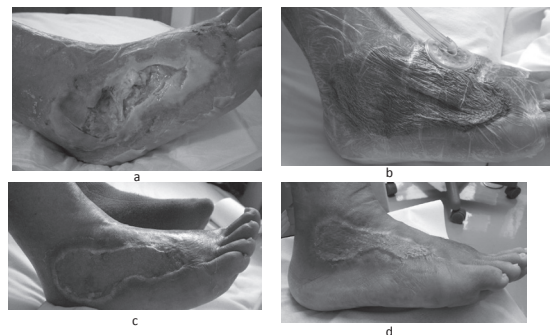


Fig.23.

- a. DM gangrene on the right foot.
- b. Negative Pressure Wound Therapy (NPWT) is applied after debridement.
- c. Growth of granulation tissue is excellent 4 weeks after surgery,
- d. Skin was grafted over the well granulated tissue.

まで切断術に至った症例も一部の症例では下肢の救済が可能になった (Fig. 23)。

2. 切断レベルの決定

下肢切断部位には、股関節離断、大腿切断、膝関節離断、下腿切断、サイム切断があり、足関節より末梢では、ショパール関節離断、リスフラン関節離断、中足骨切断、趾切断がある。その決定は、1) 切断端部位の血流の良し悪し、2) 患者の全身状態の程度、3) 患者のADLなどにより判断される。血管外科の医師、内科（糖尿病・代謝・内分泌内科、循環器内科、腎臓高血圧内科など）の医師との連携のもと術式の選択を行うことが重要である。しかし、われわれは、可能な限り肢・趾の温存を行うことを基本的な方針としている。

3. チーム医療

近年、チーム医療の重要性が強調されている。医療が複数の医療従事者による協働によって支えられているものである以上、チーム力を高めることは必要不可欠な要素である。“チームSTEPS (Team Strategies and Tools Enhance Performance and Patient Safety)”なる医療の質・患者安全向上のためのチーム・システムが米国で開発された。さまざまな職種で構成される患者ケアチームが、①メンタルモデルの共有（状況、過程、目的を認識しチーム間で共有）、②チーム構成（医療チームの構成、メンバー、リーダーなどの運営の基礎）、③リーダーシップ、④状況モニタリング（周囲や自己の状況の解析・評価）、⑤相互支援、⑥コミュニケーションなどによりチームとしてより安全で、有益な知識・考え方、成果が得られるエビデンスに基づいた戦略である。糖尿病性足病変の治

療に当たっては、全身管理、血行再建、創傷治療の集学的治療が不可欠であり、各診療科の綿密な連携が重要である。形成外科のみでなく、糖尿病・代謝・内分泌内科、腎臓・高血圧内科、循環器内科、総合診療部、皮膚科、整形外科、血管外科、放射線科、リハビリテーション科、感染対策チーム、技師装具士、創傷看護師を含めた看護師など多くの医療従事者が関わりを持つため今後さらにチームSTEPSが重要と考えられる (Fig. 24)

具体的には、下肢に病変がある場合、患者は形成外科や皮膚科を受診することが多い。そこで、創傷の状態を的確に判断するとともに、患者の全身状態、背景を考慮して治療方針の決定や関連各科への連携を考える必要がある。そのため治療戦略を組み立てるチーム医療が必要である。創傷が治癒した後は、再発予防のためにフットケアの専門家や技師装具士、理学療法士などと共にフォローアップを行う。

2015年4月、東京慈恵会医科大学附属第三病院にはフットケア外来が開設（週2回、月曜日・金曜日）された。定期的な足の診察、患者・家族へのフットケア教育、足に適合した履物の指導や作成などを行っている。足病変の早期発見、術前後のフォローアップに重要な役割を演じている。しかし、フットケア教育により患者の知識や行動の変化は期待できるが、足潰瘍の発生率への抑制効果に関しては否定的な報告もあり、更なる有効なフットケア教育方法の検討が必要と考える²⁷⁾²⁸⁾。

現在、東京慈恵会医科大学病院附属病院には創傷センターないし創傷ケアチームがなく、このような疾患を横断的・集学的に治療を行うにはチーム医療が必要不可欠であり早期の設立が望まれる。

XII. ま と め

糖尿病性足病変の病態と診断方法、われわれの治療方針について報告した。的確な病態の把握と障害部位の診断が重要であり、救趾、救肢を目的に様々な治療法を行っている。

本論文の要旨は、第132回成医会総会（2015年10月9日、於東京）において報告した内容に加筆したものである。

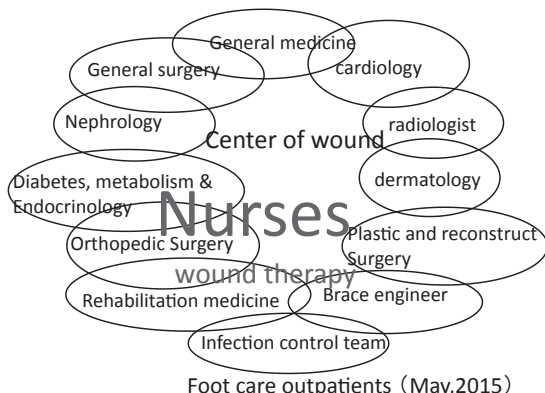


Fig.24. Multi-disciplinary team approach.

稿を終えるにあたり本報告において多大なご協力、ご指導をいただいた東京慈恵会医科大学・形成外科学講座・前主任教授内田満先生ならびに、御高閲を頂いた東京慈恵会医科大学・形成外科学講座・主任教授宮脇剛司先生に心から感謝致します。

著者の利益相反 (conflict of interest : COI) 開示 :

本論文の研究内容に関連して特に申告なし

文 献

- 1) Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FG, et al. Inter society consensus for the management of peripheral artery disease (TASC II). J Vasc Surg. 2007; 45 (Supple S): S5-67..
- 2) Second European Consensus Document on chronic critical leg ischemia. Circulation. 1991; 84 (4 Supple): IV 1-26.
- 3) Sabeti S, Schillinger M, Amighi J, Sherif C, Mlekusch W, Ahmadi R, et al. Primary patency of femoropopliteal arteries treated with nitinol venous stainless steel self-expanding stents: propensity score-adjusted analysis. Radiology. 2004; 232: 516-21.
- 4) Schillinger M1, Sabeti S, Loewe C, Dick P, Amighi J, Mlekusch W, et al. Balloon angioplasty versus implantation of nitinol stents in the superficial femoral artery. N Engl J Med. 2006; 354: 1879-888.
- 5) Dorros G, Lewin RF, Jamnadas P, Mathiak LM. Below the knee angioplasty: tibioperoneal vessels, the acute outcome. Cathet Cardiovasc Diagn. 1990; 19: 170-8.
- 6) 横井宏佳. 虚血肢に対する血管内治療. 形成外科. 2010; 53: 1331-38.
- 7) Carlos S. Diabetes-related knowledge, atherosclerotic risk factor control, and outcomes in acute coronary syndromes. Am J Cardiol. 2005; 95: 1290-5.
- 8) Keen H, Jarrett RJ. The WHO multinational study of vascular disease in diabetes: 2. Macrovascular disease prevalence. Diabetes Care. 1979; 2: 187-95.
- 9) Levin ME. Pathogenesis and general management of foot lesions in the diabetic patient. In: Bowker JH, Pfeifer MA, editors. Levin and O'Neal's the diabetic foot. 6th ed. St. Louis: Mosby; 2001. p.219-60.
- 10) 寺師浩人. 第3章 糖尿病性足病変 (1) 糖尿病足病変の病態. 市岡滋, 寺師浩人 編著. 足の創傷をいかに治すか. 東京: 克誠堂出版; 2009. p.58-71.
- 11) Kuzuya T1, Akanuma Y, Akazawa Y, Uehata T. Prevalence of chronic complication in Japanese diabetic patients. Diabetes Res Clin Pract. 1994; 24 Suppl: S159-64.
- 12) わが国の慢性透析療法の現状 (2005年12月31日現在) . 日透析医学会誌. 2007; 40: 1-30.
- 13) 寺師浩人. VII. デブリードメントまたは形成外科的アプローチ. 横井良明, 河原田修身編. 重症虚血肢の診断と治療. 東京: メディアルファ社; 2007. p.137-46.
- 14) 寺師浩人. 糖尿病性足潰瘍 (with / without PAD) の治療. 創傷. 2010; 1: 12.
- 15) Terashi H, Izumi K, Deveci M, Rhodes LM, Marcelo CL. High glucose inhibits human epidermal keratinocytes proliferation for cellular studies on diabetes mellitus. Int. Wound J. 2005; 2: 298-304.
- 16) 竹原和彦. 膠原病の概念. 宮地良樹, 竹原和彦 編. 膠原病-診断と治療の最新ポイント. 東京: 診断と治療社; 1997. p.2-3.
- 17) 橋本博史. 皮膚潰瘍. 東京: 医事出版社; 1996. p.41-54.
- 18) Callam MJ. Epidemiology of varicose veins. Br J Surg. 1994; 81: 167-73.
- 19) Castronuovo JJ Jr, Adera HM, Smiell JM, Price RM. Skin perfusion pressure measurement is valuable in the diagnosis of critical limb ischemia. J Vasc Surg. 1997; 26: 629-37.
- 20) Tsuji Y, Hiroto T, Kitano I, Tahara S, Sugiyama D. Importance of skin perfusion pressure in treatment of critical limb ischemia. Wounds. 2008; 20: 95-100.
- 21) 井上芳徳, 岩井武尚. 経皮的酸素分圧. 脈管学. 2005; 45: 299-304.
- 22) 上野宏樹. 下肢経皮的酸素分圧に影響を及ぼす責任血管と臨床因子の検討. 阪市医誌. 2008; 57: 21-28..
- 23) Asao K, Matushima M, Marumo K, Uchida M, Shimizu H. Prognosis after lower extremity amputation in patients with diabetes. Jikeikai Med J. 2003; 50: 131-40.
- 24) Steed DL, Attinger C, Colaizzi T, Crossland M, Franz M, Harkless L, et al. Guidelines for the treatment of diabetic ulcers. Wound Rep Reg. 2006; 14: 680-92.
- 25) Apelqvist J1, Bakker K, van Houtum WH, Nabuurs-Franssen MH, Schaper NC. International consensus and practical guidelines on the management and the prevention of the diabetic foot. International Working Group on the Diabetic Foot. Diabetes Metab Res Rev. 2000; 16 Suppl 1: S84-92.
- 26) Wagner FW Jr. Orthopedic rehabilitation of the dysvascular lower limb. Orthop Clin North Am. 1978; 9: 325-50.
- 27) Singh N, Armstrong DG, Lipsky BA. Preventing foot ulcers in patients with diabetes. JAMA. 2005; 293: 217-28.
- 28) Lincoln NB, Radford KA, Game FL, Jeffcoate WJ. Education for secondary prevention of foot ulcers in people with diabetes: a randomised controlled trial. Diabetologia. 2008; 51: 1954-61.