血液透析患者の下肢末梢動脈疾患における 無侵襲検査法と臨床症状の関連性

神野 卓也¹ 澁谷 真弓¹ 西川 繁¹ 森本 麗子²
櫻井 円² 西口 和美² 鶴崎 清之³ 岸本 武利³
¹ 浅香山病院 ME 室 ² 浅香山病院看護部 ³ 浅香山病院透析センター

キーワード：血液透析，PAD，SPP，ABI

〈要旨〉

外来血液透析患者 112 名 224 肢の下肢末梢動脈疾患に対するスクリーニング検査として，SPP と ABI の検査精度を検討した。下肢血管造影検査と下肢血管動脈エコーから 63 肢が PAD と診断された。足底部，足背部，第 1 趾の SPP と ABI の検査精度を ROC 分析により算出した。各部位のカットオフ値は足底部 62 mmHg，足背部 51 mmHg，第 1 趾 40 mmHg，ABI 値は 0.92 であった。SPP では第 1 趾が足底部に比し，PAD に対する検査精度が優れ ABI の検査精度は第 1 趾と同等であった。PAD 63 肢において，算出されたカットオフ値① SPP 第 1 趾 40 mmHg 未満，② ABI 値 0.92 未満を基準とし，4 つのカテゴリーに分類した。基準より①②とも下回る場合が 39 例，①もしくは②で下回る場合が 22 例，①②とも上回る場合が 2 例であった。透析患者の PAD のスクリーニング検査は SPP と ABI を併用することが推奨される。

Relationship between non-invasive test results and clinical symptoms in hemodialysis patients with lower-limb peripheral arterial disease

Takuya Kamino¹, Mayumi Shibuya¹, Shigeru Nishikawa¹, Reiko Morimoto², Madoka Sakurai²,
Kazumi Nishiguchi², Kiyoshi Tsurusaki³, Taketoshi Kishimoto³

¹Department of Medical Engineering, Asakayama General Hospital;

²Department of Nursing, Asakayama General Hospital; ³Dialysis Center, Asakayama General Hospital

Keywords: hemodialysis, PAD, SPP, ABI

〈Abstract〉

We investigated the accuracy of skin perfusion pressure (SPP) and ankle brachial index (ABI) tests as screening tools for peripheral arterial disease (PAD) in 224 limbs from 112 hemodialysis patients. A diagnosis of PAD based on lower limb angiography and vascular arterial ultrasound was confirmed in 63 limbs. The screening accuracy of the ABI and the SPP of the first toe or the plantar or dorsal surface of the foot were compared using ROC (receiver operating characteristic) analysis. The SPP cut-off values calculated from the ROC analysis were 62 mmHg for the plantar surface of the foot, 51 mmHg for the dorsal surface of the foot, and 40 mmHg for the first toe, while the optimal ABI cut-off value was 0.92. The SPP of the first toe exhibited greater screening accuracy for PAD than the SPP of the plantar surface of the foot. The screening accuracy of the ABI was equivalent to that of the SPP of the first toe. The 63 limbs with PAD were classified into four categories based on the calculated cut-off values for (1) the SPP of the first toe (<40 mmHg) and (2) the ABI (<0.92). In 39 limbs, both (1) and (2) were lower than the relevant cut-off values. In 22 limbs, (1) or (2) was lower than the relevant cut-off value, and in 2 limbs both (1) and (2) exceeded the relevant cut-off values. Therefore, we recommend the usage of both SPP and ABI as screening tests for PAD in dialysis patients.

緒 言

透析患者の下肢末梢動脈疾患 (peripheral arterial disease: PAD) のスクリーニング検査として足関節上腕血圧比 (ankle brachial index: ABI) と皮膚灌流圧 (skin perfusion pressure: SPP) が用いられる。ABI は簡便かつ迅速に行え、PAD に対する標準的なスクリーニング法として用いられてきた¹⁾。しかし、透析患者では血管の高度石灰化により測定値が偽性高値を示し、PAD を検出できない場合がある²⁾。一方、SPP は血管の石灰化の影響を受けにくく、透析患者の PAD に対する検査精度が高いとの報告がある²⁾。また任意の部位の詳細な循環動態を把握することができる利点がある。スクリーニング検査での測定部位は足底部もしくは足背部が選択されることが多いが、専用のマンシメントを用いることにより、足趾の血流評価も可能である。しかし SPP は ABI に比し手技的に煩雑であり測定時間が長く、不随意運動を有する患者では正確な測定結果を得られない場合もある。それらの理由から透析中にスタッフが測定する際、繁忙な業務の時間的制約がある中で複数の部位で測定を行うことは難しい。そのため透析中に SPP を用い PAD のスクリーニングを行う場合、検査精度に優れた部位で評価することが求められる。本研究では、足底部、足背部、第 1 趾の SPP 測定を同時期に行い、各部位の PAD に対する検査精度について比較検討した。

I. 対 象

本研究は公益財団法人浅香山病院倫理委員会の承認を得たうえ (承認番号 16-10)、対象患者には研究の目的、意義を説明し同意を得て行った。対象は 2016 年 10 月から 2020 年 6 月までの期間に当院で透析を行った外来維持血液透析患者 118 例のうち、コレステロール塞栓症により足趾切断に至った 2 例、高度認知症 2 例および不随意運動により SPP 測定時の安静を保てなかった 2 例の計 6 例を除く 112 例 (男性 72 例) とした。年齢 68.1 ± 13.1 歳、透析歴 60.0 か月 (1~480 か月) であった。原疾患は糖尿病性腎症 39 例、慢性糸球体腎炎 14 例、腎硬化症 13 例、悪性高血圧症 12 例、膜性腎症 2 例、多発性嚢胞腎 3 例、IgA 腎症 2 例、その他 7 例、不明 20 例であった。

II. 方 法

1. SPP および ABI の測定方法

SPP 測定はレーザドプラによる血流測定を応用した PAD 4000 (米国: Vasamed 社) を使用した。本器は小型化によりベッドサイドで用いることができ、透析中の測定を行うことが可能である。PAD 4000 の皮膚灌流圧測定は自動的に操作され、圧力カフにより測定部位を加圧し血液灌流を止めた状態とした後、一定の速度でカフ圧を開放しながら、カフ圧および皮膚血液灌流を測定する。皮膚血液灌流が急激に増加する時点のカフ圧を、皮膚灌流圧として表示する。レーザの透過深度は皮膚表面から 1~2 mm 程度であり、皮膚レベルの微小循環測定に適しているとされる⁴⁾。測定環境は 22~26℃ の室温にして透析センターで行った。SPP 測定は透析中に行い透析開始から 2 時間経過以降に行った。測定部位は足背部、足底部ともに第 1、第 2 中足骨間、足趾は第 1 趾とし、右左の順で行った。ABI はフクダ電子社製 VaSera VS-1000 を用い、検査技師が測定した。測定は透析日、非透析日にかかわらず任意とした。

2. 検討項目

1) PAD の診断基準

①②のいずれかの基準に合致した場合に PAD と診断された。対象 224 肢において、①下肢血管造影検査で 50% 以上の有意狭窄が認められた場合、②下肢動脈血管エコー検査で流速波形を 4 段階に分け、PSV の比率 (peak systolic velocity ratio: PSVR = 狭窄部位直後 PSV / 狭窄前 PSV) 等から動脈狭窄の判断基準とした。血流波形が単層性、乱流を有する、PSVR が 2 以上など高度狭窄 (推定径狭窄率 50~99%) の所見を有する場合に PAD とした。

2) 患者背景

非 PAD 例と PAD 例に分類し各パラメータを比較した。PAD の有無において年齢、性別、透析期間、糖尿病の有無、冠動脈疾患既往歴の有無について比較検討した。

3) PAD の有無における SPP 値の比較

非 PAD (肢) と PAD (肢) の各部位における SPP 値を比較した。また足底、足背、第 1 趾の各部位における SPP 値の関係性について非 PAD (肢)、PAD (肢) に分類し比較した。

4) 各検査の PAD に対する検査精度の比較

SPP および ABI の検査精度は ROC 分析を用い算出

表 1 患者背景

	全例 n = 112	非 PAD 例 n = 75	PAD 例 n = 37	p
男性, n (%)	73 (65.2)	49 (65.3)	24 (64.9)	0.826
年齢 (歳)	68.1 ± 13.1	65.5 ± 14.0	73.5 ± 8.6	<0.01
透析期間 (月)	60 (1-480)	53 (1-480)	93 (4-421)	<0.05
糖尿病, n (%)	43 (38.4)	23 (30.1)	20 (54.1)	<0.05
冠動脈疾患有病率 (%)	27 (24.1)	7 (9.3)	20 (54.1)	<0.001

表 2 全肢, および PAD (肢) の有無における SPP 値, ABI 値の比較

		非 PAD (肢) n = 161	PAD (肢) n = 63	p
SPP (mmHg)	足底	73.4 ± 15.1	49.2 ± 21.7	<0.001
	足背	64.0 ± 15.5	40.3 ± 16.5	<0.001
	第 1 趾	68.6 ± 18.4	30.6 ± 20.2	<0.001
ABI		1.10 ± 0.13	0.80 ± 0.22	<0.001

した. ROC 曲線において AUC (Area Under the Curve) が最大となる地点のカットオフ値, 感度, 特異度を求めた. SPP は足底, 足背, 第 1 趾の各部位において検査精度の比較を行い, ABI についても検討した.

5) 各検査のカットオフ値に基づくカテゴリー分類と看護師によるフットチェックにおける観察項目との対比

4) で得られた SPP, ABI のそれぞれのカットオフ値を基準値とし 4 つのカテゴリーに分類した. カテゴリー①: SPP < 基準値, ABI < 基準値, カテゴリー②: SPP < 基準値, ABI ≥ 基準値, カテゴリー③: SPP ≥ 基準値, ABI < 基準値, カテゴリー④: SPP ≥ 基準値, ABI ≥ 基準値とした. ①~④のカテゴリーと看護師のフットチェックに示される項目を対比させ, その特徴を検討した.

3. 統計解析

統計解析は EZR ver.1.37 を用いた. 患者背景の PAD の有無における各項目の比較は, 年齢は 2 群間の平均値の比較, 性別, 糖尿病, 冠動脈疾患既往の有無については Fisher の正確確率検定, 透析期間は Mann-Whitney U 検定を用いた. PAD (肢) の有無における各部位の SPP 値の比較は 2 群間の平均値の比較を行い平均値 + SD で表した. 各部位の SPP 値の比較は非 PAD (肢), PAD (肢) それぞれについて分散分析を行った後, Tukey の多重比較を行った. 各検査のカットオフ値, 感度, 特異度は ROC 分析を用い算出した. ROC 分析から各測定部位および各検査の検査精度の比較を行った. 各統計学解析において危険率 5% 未満 ($p < 0.05$) を統計学的有意とした.

II. 結 果

1) 下肢血管造影検査は 8 例 16 肢に施行され 13 肢に治療対象の有意病変が認められた. 下肢動脈エコー検査では寝たきり, 検査を拒否した 4 例 8 肢が除外され, 56 肢が PAD と診断された. いずれかの条件を満たす 37 例 63 肢が PAD と診断された.

2) 患者背景を表 1 に示す. PAD の有無の比較では PAD 37 例において有意に年齢が高く, 透析期間が長かった. また糖尿病, 冠動脈疾患有病率が高く有意差を示した.

3) 非 PAD 161 (肢) と PAD 63 (肢) の各部位における SPP 値と ABI 値の比較を表 2 に示す. 足底部の SPP 値は非 PAD 73.4 ± 15.1 mmHg, PAD 49.2 ± 21.7 mmHg, 足背部では非 PAD 64.0 ± 15.5 mmHg, PAD 40.3 ± 16.5 mmHg, 第 1 趾では非 PAD 68.6 ± 18.4 mmHg, PAD 30.6 ± 20.2 mmHg, ABI 値では非 PAD 1.10 ± 0.13, PAD 0.80 ± 0.22 であり, それぞれの測定値で PAD が非 PAD に比し有意に低値を示した. また足底部, 足背部, 第 1 趾における SPP 値の関係を PAD の有無に分類し図 1 に示す. 非 PAD では足底部の SPP 値は足背部に比し有意に高値であり ($p < 0.001$), 第 1 趾に比しても有意に高値を示した ($p < 0.05$). また足背部と第 1 趾では, 第 1 趾が足背部に比し有意に高値を示した ($p < 0.05$). PAD では足底部の SPP 値が足背部に比し有意に高値であり ($p < 0.05$), 第 1 趾に比しても有意に高値を示した ($p < 0.001$). 第 1 趾の SPP 値は足背部に比し, 有意に低値を示した ($p < 0.05$).

4) SPP の各部位および ABI の検査精度について

図 1 非 PAD 161 肢, PAD 63 肢における測定部位の違いによる SPP 値の比較

表 3 各検査の PAD に対する検査精度

		カットオフ値	感度 (%)	特異度 (%)	AUC
SPP (mmHg)	足底	62	74.6	81.1	0.827
	足背	51	77.8	80.5	0.852
	第 1 趾	40	81.0	95.6	0.894
ABI 検査のカットオフ値					
		カットオフ値	感度 (%)	特異度 (%)	AUC
ABI		0.920	77.8	93.6	0.887

AUC: Area Under the Curve

ROC 分析で解析した結果を表 3 に示す。足底部ではカットオフ値: 62 mmHg, 感度: 74.6%, 特異度: 81.1%, AUC: 0.827 であった。足背部ではカットオフ値: 51 mmHg, 感度: 77.8%, 特異度 80.5%, AUC: 0.852 であった。第 1 趾ではカットオフ値: 40 mmHg, 感度 81.0%, 特異度 95.6%, AUC: 0.894 であった。ABI ではカットオフ値 0.920, 感度: 77.8%, 特異度: 93.6%, AUC は 0.894 であった。SPP の検査精度は第 1 趾が足底部に比し有意に高かった。第 1 趾は足背部と比し AUC は高値を示したが, 有意差は示さなかった (図 2)。SPP の測定部位の違いによる PAD の検査精度の比較では第 1 趾が最も優れていた。ABI は足背部 SPP および足底部 SPP の比較において, 有意差はないものの AUC は高値を示した (図 3)。

5) 結果 4) から得られた各検査のカットオフ値を 4 つのカテゴリーに分類した (表 4)。SPP の測定部位は検査精度が高かった第 1 趾を選択した。基準値は SPP 値 40 mmHg, ABI は 0.92 とした。カテゴリー① SPP < 40 mmHg, ABI < 0.92, 39 肢 (61.9%), カテゴリー

② SPP < 40 mmHg, ABI ≥ 0.92, 12 肢 (19.0%), カテゴリー③ SPP ≥ 40 mmHg, ABI < 0.92, 10 肢 (15.9%), カテゴリー④ SPP ≥ 40 mmHg, ABI ≥ 0.92, 2 肢 (3.2%) であった。Fontaine 分類では I, II 度の冷感, 痺れは各カテゴリーに広く分布した。III, IV を示す重症下肢虚血ではカテゴリー① III 度 9 肢 (23.1%), IV 度 2 肢 (5.1%), カテゴリー② III 度 2 肢 (16.7%) であり SPP が低値を示した場合にみられた。また皮膚色の変化も同様にカテゴリー① 17 肢 (43.6%), ② 2 肢 (16.7%) で SPP が低値を示した場合にみられた。動脈触知が不可であった症例はカテゴリー①③の ABI が基準値を下回る場合に多く存在した。

III. 考 察

末期腎不全は下肢末梢動脈疾患におけるリスク集団の一つとされる。さらに透析患者において糖尿病や透析期間の長期化, 高齢化は PAD の要因であり, 本研究においても PAD 例では非 PAD 例に比し年齢が高

図 2 SPP 第 1 趾と足底部, 足背部の PAD に対する検査精度の比較

図 3 ABI と SPP (足底部, 足背部) の PAD に対する検査精度の比較

表 4 PAD 63 肢の SPP 値, ABI 値のカテゴリー分類と看護師のフットチェックにおける観察所見の比較

CAT	検出条件		肢, n (%)	看護師のフットチェックによる観察所見 n (%)								
	SPP (mmHg)	ABI		Fontaine					皮膚色 変化 (+)	浮腫 (+)	動脈触知不可	
				I 冷感	I 痺れ	II	III	IV			後脛骨	足背
①	<40	<0.92	39 (61.9)	19 (48.7)	25 (64.1)	8 (20.5)	9 (23.1)	2 (5.1)	17 (43.6)	4 (10.3)	31 (79.5)	31 (79.5)
②	<40	≥0.92	12 (19.0)	5 (41.7)	6 (50.0)	0 (0.0)	2 (16.7)	0 (0.0)	2 (16.7)	2 (16.7)	4 (33.3)	2 (16.7)
③	≥40	<0.92	10 (15.9)	4 (40.0)	4 (40.0)	3 (30.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (10.0)	1 (10.0)	9 (90.0)	4 (40.0)
④	≥40	≥0.92	2 (3.2)	0 (0.0)	1 (50.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (50.0)	1 (50.0)

く, 糖尿病と冠動脈疾患の既往歴が有意に高いことが示された. PAD の増加に伴い大切断を余儀なくされる患者は増加の一途を辿り, 切断後の予後は極めて不良である⁵⁻⁹⁾. 特に糖尿病足病変では, 末梢血管の循環障害だけでなく末梢神経障害や感染症が関連し, 下

肢切断リスクは非糖尿病症例に比し高い. 透析患者の歩行機能を保ち日常生活動作 (activities of daily living: ADL) と生活の質 (quality of life: QOL) を維持するためには, PAD による足病変の早期発見と早期治療が重要となる.

PADの有無におけるSPP値の比較では、各部位においてPAD肢が非PAD肢に比し有意に低値を示した。また特徴的であったのは、図1に示すように非PAD肢では第1趾のSPP値が足背部に比し高値を示した一方、PAD肢では第1趾が足背部に比し低値を示した。すなわち透析患者のPADは、より末梢部で顕著に表れることが示された。PADでは下肢動脈の主要血管に有意な狭窄や閉塞が存在する場合、足底部や足背部への血流は比較的維持されるが、さらに遠位部の足趾領域では十分な末梢血流量が確保できない場合があることが考えられる。したがってPADでは足趾で末梢血流動態の評価を行うことが重要であることが示唆される。

PADに対する各部位の検査精度の比較では、部位の違いにより異なるカットオフ値が示された。これは各部位における血流分布状態の違いによるものと考えられ、それによりカットオフ値に違いが生じたと推察される。足底部でのカットオフ値は62 mmHgを示し、日本透析医学会「心血管合併症の評価と治療に関するガイドライン」¹⁰⁾に示されるカットオフ値50 mmHgより高値であった。足底部では他の部位に比し、解剖学的に栄養血管に富み血流量が多いためSPP値も高くなり、それに伴い足底部のカットオフ値も高値を示したと考えられる。一方、より末梢部での評価となる第1趾のカットオフ値は40 mmHgと他の測定部位より低かったが、PADに対する検査精度では、感度は81.0%、特異度は95.6%であり他の測定部位より優れていた。前述のとおり透析患者のPADは、足趾で末梢循環動態が著しく不良となるため、カットオフ値も低値を示したと推察される。したがって、SPPのカットオフ値は画一的にガイドラインに示す50 mmHgとすべきではなく、部位別に設定する必要があることが示された。本研究では足趾第1趾のPADの診断精度は足底部、足背部に比し優れていたことから、今後さらに症例数を増やし検査精度について検討を継続して行う必要があると思われる。一方、ABIのカットオフ値はガイドラインでは0.9とされ、本研究でも同等の結果であった。ABIは感度、特異度とも優れており、信頼性の高い客観的検査であることが示された。

本研究から算出された各検査のカットオフ値である第1趾のSPP値40 mmHg、ABI値0.92から、PAD 63肢を4つのカテゴリーに分類し、その特徴を検討した。PAD 63肢においてカテゴリー①のABI値とSPP値がともに基準値未満であった症例数は39肢であり、PADの約63%が該当した。カテゴリー②のSPP値が基準値未満、ABI値が基準値以上は12肢(19.0%)が

該当した。血管の高度石灰化によりABIは偽性高値を示したことが考えられる。このケースではABIの評価だけでは、PADを検出できない危険性があり、SPPによる下肢血流評価の有用性を示している。カテゴリー③のSPP値が基準値以上、ABI値が基準値未満では10肢(15.9%)が該当した。この場合、下肢動脈主要血管の狭窄や閉塞が慢性的に進行することにより、側副血行路が発達し下肢循環動態が維持されていたケースであると推察される。カテゴリー④はABI値とSPP値がいずれも基準値以上である場合で2肢(3.2%)であった。この場合、SPP値は40 mmHg以上を確保しており、下肢血流障害による重症化の進行リスクは低いと思われる。以上の4つのカテゴリーと看護師によるフットチェック項目を対比させた結果を表4に示す。フットチェック時の理学的観察所見では、Fontaine I度の痺れや冷感はいずれも各カテゴリーに広く分布した。PADでは糖尿病の合併率が高く、末梢神経障害を伴うことで冷感や痺れなどの症状が生じやすいことが考えられる。Fontaine II度の間歇性跛行はABI値が基準値未満を示すカテゴリー①③にみられ、後脛骨動脈や足背動脈の触知が不能な症例が多く存在した。間欠性跛行は筋床よりも近位部の動脈が閉塞し、運動により血流が増大することが抑えられて一過性の筋肉虚血が生じることによって引き起こされる¹¹⁾。そのためカテゴリー③では、普段SPP値が基準値以上にもかかわらず運動により、下肢筋力や周辺組織への虚血が生じ症状として表れたと推察される。Fontaine III、IV度の安静時疼痛や潰瘍、壊疽などの重症虚血肢、また虚血による皮膚色変化はカテゴリー①②に多く存在した。それらの症状はSPP値が強く関連することが示唆され、透析患者のADL、QOLには下肢末梢循環動態指標であるSPPが重要な指標になることを示している。

SPP値が40 mmHg未満の場合、疼痛や潰瘍を併発する場合が多く、ADLやQOLの低下とともに下肢切断のリスクも伴う。とくにSPP値が30 mmHg未満では、潰瘍治癒が期待できないことや¹²⁻¹⁵⁾、大切断後の経過が不良であり再切断を余儀なくされる場合も多いことが報告され¹⁶⁾、慎重な対応が求められる。

SPPはレーザーで血球の動きを捉えるといった測定原理から皮膚レベルの微小循環評価に適している。一方、ABIは足関節上腕血圧比であり、下肢動脈の狭窄、閉塞の程度を評価することができる^{17, 18)}。PADの早期発見には、普段からのフットチェックが重要であることは言うまでもない。それに加え性質の異なるSPPとABIを併用することにより、透析患者のPADを高い精度で検出できることが示された。さらに透析

患者の足がどのような状態にあるのかを推測することができ、喫緊の対応が必要なのか経過観察で良いのか、ケアや治療介入の判断指標になると思われる。

本研究の限界として、一施設での観察研究であるため症例数が十分でなかったことや、SPP の測定誤差だけでなく、下肢動脈血管エコー検査において複数の検査技師が施行したことが診断精度に影響をおよぼしたことも考えられる。また SPP 測定時には透析法や透析膜、測定時の血圧など交絡因子については考慮されていないなどの制限があり今後、症例数を増やし検討していく必要がある。

まとめ

透析患者の PAD に対する SPP によるスクリーニングは第 1 趾で評価し、カットオフ値を 40 mmHg とすることで優れた検査精度を得られることが示唆された。さらに PAD 検出の信頼性を上げるために SPP と ABI を併用することが望ましい。

利益相反：開示すべき事項なし。

文献

- 1) 木下千春, 井上賀元, 神田千秋, 永井源泰, 武下清隆, 田中義浩. 透析患者の ASO 実態調査—全国腎疾患管理談話会加盟施設へのアンケート結果から—。透析会誌 2010; 43: 177-82.
- 2) Okamoto K, Oka M, Maesato K, et al. Peripheral arterial occlusive disease is more prevalent in patients with hemodialysis. Comparison with the findings of multidetector-row computed tomography. Am J Kidney Dis 2006; 48: 269-76.
- 3) Gerhard-Herman M, Gardin JM, Jaff M, Roman M, Naqvi TZ. Guidelines for Noninvasive Vascular Laboratory Testing: A Report from the American Society of Echocardiography and the Society of Vascular Medicine and Biology. J Am Soc Echocardiogr 2006; 19: 955-72.
- 4) 重松邦弘, 小野塚温子: 皮膚組織灌流圧。脈管学 2005; 45: 294-8.
- 5) Eggers PW, Gohdes D, Pugh J. Nontraumatic lower extremity amputations in the Medicare end-stage disease population. Kidney Int 1999; 56: 1524-33.
- 6) O'Hare A, Johansen K. Lower-Extremity Peripheral arterial disease among patients with end-stage renal disease. J Am Soc Nephrol 2001; 12: 2838-47.
- 7) 金澤和貴, 吉村一郎, 竹山昭徳, 内藤正俊, 井上敏生. 虚血性壊死に対する下肢切断の治療成績の検討。整形外科と災害外科 2006; 55: 444-7.
- 8) 吉村洋一, 多田弘史, 宮本雅友, 本村吾朗, 増田陽平. 当院における下肢切断術後の生命予後。整形外科と災害外科 2008; 57: 47-9.
- 9) 富村奈津子, 川内義久, 吉野伸司, 鮫島浩司, 川添泰臣, 小宮節郎. 当院における下肢切断後の予後について。整形外科と災害外科 2013; 62: 38-41.
- 10) 社団法人日本透析医学会. 血液透析患者における心血管合併症の評価と治療に関するガイドライン。透析会誌 2011; 44: 412-8.
- 11) 日本脈管学会. 下肢アテローム硬化性閉塞性動脈疾患に対する診療ガイドライン 無症候性病変及び跛行例の管理。日本脈管学会雑誌 2015; 24 巻別冊.
- 12) Castronuovo JJ, 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.
- 13) 辻義彦, 北野育郎, 辻依子, 寺師浩人. 重症下肢虚血に対する血行再建術における皮膚灌流圧の意義。日血外会誌 2008; 17: 1-6.
- 14) 北野育郎, 辻義彦, 杉本幸司. 重症下肢虚血に対する血行再建術の治療成績—バイパス術と血管内治療の比較検討—。脈管学 2010; 50: 287-93.
- 15) 正木久男, 田淵篤, 柚木靖弘, 他. 重症虚血肢の集学的治療と治療戦略。日血外会誌 2011; 20: 905-11.
- 16) Adera HM, James K, Castronuovo JJ, Byrne M, Deshmukh R, Lohr J. Prediction of amputation would healing with skin perfusion pressure. J Vasc Surg 1995; 21: 823-9.
- 17) Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FGR, on behalf of the TASC II Working Group. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial disease (TASC II) 2007; 45 Issue 1 Supplement: 5-67.
- 18) Aboyans V, Criqui MH, Abraham P, et al. Measurement and Interpretation of the Ankle-Brachial Index: A Scientific Statement From the American Heart Association. Circulation 2012; 126: 2890-909.