

自動血圧脈波測定装置による膝下動脈病変の評価

後藤 光¹ 木村 豊¹ 小川 優¹ 山田裕美子¹ 天木 幹博² 中村 文隆^{1,2}

要 旨：自動血圧脈波測定装置を用いて、膝下動脈病変検出能を超音波所見と対比検討した。ROC 解析より一肢以上の膝下動脈病変検出のカットオフ値は% MAP $\geq$ 43%, UT $\geq$ 160 msec となった。% MAP $\geq$ 43%で感度, 特異度, 陽性的中率, 陰性的中率は 83.3%, 90.0%, 55.6%, 94.4%となり, 単独膝下動脈病変においても, 自動血圧脈波測定装置は有用であると考えられた。

(J Jpn Coll Angiol, 2011, 51: 223–227)

Key words: arteriosclerosis obliterans (ASO), ultrasound (US), ankle brachial pressure index (ABI), %mean artery pressure (%MAP), upstroke time (UT)

はじめに

自動血圧脈波測定装置の急速な普及に伴い、足関節上腕血圧比(ankle brachial pressure index; ABI)検査, 脈波速度(pulse wave velocity; PWV)測定に代表される血圧脈波検査が広く一般化してきた。これまで ABI 検査は閉塞性動脈硬化症(arteriosclerosis obliterans; ASO)により下肢血流障害を生じ間欠性跛行の出現した患者に対して、血管の高度狭窄や閉塞の有無を判定するために行われることが多かったが、近年人間ドックなどの健康診断においては全身の動脈硬化症の評価項目として広く用いられている。現在用いられている ABI の判定基準は ABI が 0.90 以下または 1.30 以上を異常とする米国心臓病協会の基準¹⁾が広く用いられているが、この基準は高度動脈狭窄または閉塞に進展した動脈硬化症を判定するための基準値であり、健診などで間欠性跛行等の症状が出現する以前の軽症膝下動脈病変を検出するには、その目的に合致しないと考えられる。

REACHregistry²⁾では、粥状硬化性病変が存在する症例において、心筋梗塞、脳卒中、血管死のリスクが 1 年で 4.7%, 3 年で 12.0%と高率であったと報告されているが、リスクファクターを 3 つ以上有するだけの症例でも 1 年で 2.3%, 3 年で 6.0%のイベントが発生されており、

粥状硬化性病変は臓器ごとに扱うのではなく、全身病として扱うべきと考える。従来は全身の粥状硬化性病変の進行を頸動脈エコー検査にてスクリーニングを行っていたが、超音波検査は検査者の技量に依存する難点がある。

そこで今回 PVR 波形を用いて全身の粥状硬化性病変評価目的に、軽症膝下動脈病変スクリーニングの有用性を検討した。

対象と方法

当院生理機能検査室にて 2006 年 6 月から 2009 年 1 月までに血圧脈波検査および下肢動脈超音波検査を施行した患者のうち、総大腿動脈および膝窩動脈のバルスドプラ波形において Acceleration time $\leq$ 120 msec かつ、平井ら³⁾の波形分類が D-I 型であることにより総腸骨動脈から膝窩動脈領域に有意狭窄を認めない 98 例 135 肢を対象とした。なお患者からはオプトアウト方式により研究に対する同意を得た。

血圧脈波検査は検査前 15 分間の安静ののち、オムロンコーリン社製 formPWV/ABI(BP-203RPE II)を用いて上下肢血圧および容積脈波記録(pulse volume recording; PVR)から得られる指標である % mean artery pressure(% MAP), upstroke time(UT)を測定した。下肢動脈超音波

¹ 帝京大学ちば総合医療センター検査部

² 帝京大学ちば総合医療センター内科

2010 年 6 月 3 日受付

2011 年 4 月 26 日受理

Table 1 Comparison of patient characteristics and measurement of parameters

	Normal (n=105)	SVD (n=15)	DVD (n=15)	p-value
Age (years) *	64.5±11.6	68.6±8.5	66.5±7.6	n.s.
Men (%)	75.2%	80.0%	93.3%	n.s.
HL (%)	28.6%	13.3%	26.7%	n.s.
DM (%)	49.5%	80.0%	93.3% [†]	<0.001
CAD (%)	58.1%	73.3%	73.3%	n.s.
HT (%)	54.3%	66.7%	46.7%	n.s.
HD (%)	10.5%	26.7%	60.0% [†]	<0.001
ABI *	1.09±0.14	1.01±0.21	0.91±0.17 [†]	<0.001
%MAP (%) *	38.7±4.5	43.7±5.8 [†]	46.7±3.5 ^{††}	<0.001
UT (msec) *	149.6±32.8	188.9±43.4 [†]	186.6±29.1 ^{††}	<0.001

* mean±SD. SVD, single vessel disease; DVD, double vessel disease; ABI, ankle brachial pressure index; %MAP, % mean artery pressure; UT, upstroke time

[†]p<0.05 vs normal, ^{††}p<0.01 vs normal

HL, hyperlipidemia; DM, diabetes mellitus; CAD, coronary artery disease; HT, hypertension; HD, hemodialysis

検査は東芝メディカル社製 Aplio50 または Xario を用いて、7.5 MHz 高周波リニアプローブ(PLT-704AT)および3.75 MHz コンベックスプローブ(PVT-375BT)を使用し検査を行った。

超音波検査の評価内容は前脛骨動脈(anterior tibial artery; ATA), 後脛骨動脈(posterior tibial artery; PTA)にB-mode 上にて径狭窄率 50%以上の有意狭窄, またはパルスドプラ波形がD-II 型以上の変化を認めた場合を狭窄あり, カラーシグナルの消失, およびパルスドプラ波形にて血流波形を確認できない場合を閉塞と判定した。超音波検査において ATA, PTA ともに狭窄も閉塞も認めなかった肢を正常群とし, ATA, PTA どちらかに狭窄または閉塞を認めた肢を一枝病変群, ATA, PTA 両方に狭窄または閉塞を認めた肢を二枝病変群と分類した。なお今回の検討においては, 描出困難例が多数認められた腓骨動脈は評価対象としなかった。

各数値は平均値±標準偏差および度数で表した。各群間差の比較は一元配置分散分析を用い, post- hoc 解析には Games-Howell 法(さらに連続変数以外の項目は Bonferroni 補正)を使用した。ABI, % MAP, UT における病変有無のカットオフ値は, Receiver operating characteristic curve(ROC 曲線)を作製し, ROC 曲線と左上隅との距離が最短となる点をカットオフ値とした。統計解析は統計解析ソフト SPSS Ver.15 for windows(SPSS Japan Inc.)を用い, 危険率 5%未満をもって統計学的有意と判定した。

結 果

各群の ABI, % MAP, UT の値を **Table 1** に示す。ABI は正常群に比べ, 二枝病変群(p=0.004)で有意な低下が認められたが, 一枝病変群(p=0.182)とでは有意差を認めなかった。% MAP では正常群と比べ一枝病変群(p=0.014), 二枝病変群(p<0.001)とも有意差を認めた。UT も % MAP と同様に正常群と比べ一枝病変群(p=0.010), 二枝病変群(p=0.001)で有意差を認めた。

次に一枝および二枝病変検出の有用性を検証するため % MAP, UT において ROC 曲線を用いて解析を行ったところ, ROC 下面積(AUC)は % MAP で 0.847±0.046, UT では 0.796±0.045 となり, % MAP の方が良好な結果となった(**Fig. 1**)。ROC 曲線から求めた一枝以上の病変検出におけるカットオフ値は % MAP≥43, UT≥160 msec となった。それぞれのカットオフ値での感度, 特異度, 陽性的中率, 陰性的中率を **Table 2** に示す。

考 察

生活習慣の欧米化に伴い, 冠動脈疾患, 脳血管疾患, そして末梢動脈疾患などの動脈硬化性疾患の増加が近年認められている。動脈硬化性病変は軽症から重症への連続病変であり, 各個人における動脈硬化を評価し, 必要な場合には適切な介入を行うことにより重症な動脈硬化性疾患の発症を予防することが重要である。このため, オシロメトリック法を用いた自動血圧脈波検査

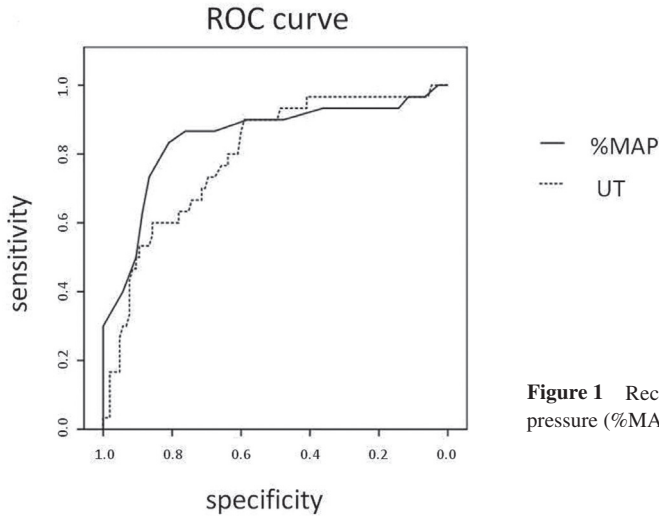


Figure 1 Receiver operating characteristic curves of % mean artery pressure (%MAP) and upstroke time (UT).

Table 2 Comparison of diagnostic indices

	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)	Accuracy (%)
%MAP $\geq$ 43%	25/30 (83.3)	85/105 (90.0)	25/45 (55.6)	85/90 (94.4)	110/135 (81.5)
UT $\geq$ 160 msec	23/30 (76.6)	69/105 (65.7)	23/59 (40.0)	69/76 (90.8)	92/135 (68.1)

Data are given as numbers or percentage.

%MAP, % mean artery pressure; UT, upstroke time; PPV, positive predictive value; NPV, negative predictive value

機器による ABI および PWV 測定が広く用いられるようになっている。しかし現在一般的に用いられている ABI の診断基準である 0.90 を下回らない症例においても、超音波検査や血管造影等の画像検査では、軽度から中等度の狭窄病変が存在していることが報告されている⁴⁻⁶⁾。今回の検討の結果においても、一枝病変群の ABI 値は 1.01 であり、この基準を下回らず高度の血流障害には至っていないが、相当程度の動脈硬化所見を検出することが困難であることが確認された。また血圧脈波検査において、ABI 値の普及は進んでいるが、PVR 波形から得られる UT および % MAP 値の活用は、現状では不十分のように思われる。PVR 波形はこれまで主に評価の対象であった重症 ASO 症例においては波形が不明瞭となり、測定不能もしくは測定値の信頼性が低下するという難点があるが、今回のような膝下動脈のみ病変を有する対象者では % MAP、UT は安定した記録が可能である。% MAP は PVR 波形の面積平均値を脈波の振幅で除したもので、狭窄や閉塞があると脈波が平坦化し、振

幅に対する面積が大きくなるために増大する指標であり、UT は脈波の立ち上がりからピークまでの時間を表したもので、狭窄や閉塞があると脈波の立ち上がりが鈍くなり延長する指標である。この点に関して今回の結果をみると ABI、UT、% MAP とも正常群から一枝病変群、二枝狭窄群へと動脈硬化の進展に伴い ABI では値は小さく、UT および % MAP では値は大きな値を示した。ABI では正常群と二枝病変群間に有意差を認めたが、% MAP、UT では正常群と一枝病変群、二枝病変群間に有意差を認めた。したがって、これらの指標は動脈硬化の進展を半定量程度には分類することの可能性を示唆していると考えられる。また、それぞれのカットオフ値に関しては、UT および % MAP をみると、UT $\geq$ 160 msec をカットオフ値とした場合の感度、特異度、陽性的中率、陰性的中率はそれぞれ 76.6%、65.7%、40.0%、90.8%、% MAP $\geq$ 43% をカットオフ値とした場合の感度、特異度、陽性的中率、陰性的中率はそれぞれ 83.3%、90.0%、55.6%、94.4% と % MAP のほうが UT よりも感度、特異

度ともに優れていたが、% MAP が狭窄病変検出に優れている要因として、PVR 波形の立ち上がりが鈍くなる要因よりも振幅が減少する要因が強かったと推測された。また UT は大動脈狭窄症、高血圧、心拍数の影響も受けると考えられるため⁷⁾、今回の検討においては UT よりも % MAP 単独での下腿狭窄病変検出の有用性が確認された。

自動血圧測定機器の特徴として、下腿動脈測定においては特定の動脈を測定しているのではなく測定することができた動脈圧を用いて ABI を計測していることが挙げられる。一枝のみの狭窄であれば他部位の動脈圧が正常である場合には、ABI に変化は生じないと考えられる。今回の検討では、ABI は下腿二枝動脈が狭窄および閉塞し、初めて計測値に変化を認めたが、% MAP、UT では一枝病変の段階で計測値に変化を認めた。今回の対象 135 肢中 DM 罹患肢は 78 肢に及び、一枝病変群は 80%、二枝病変群では 93% に及ぶため、中膜石灰化による pseudo hypertension の影響も考えられる。PVR 波形も中膜石灰化の影響を受けると尖鋭化するため、% MAP、UT ともに減少すると考えられるが、今回の検討では % MAP、UT ともに減少しておらず、ABI においても増加を認めなかったことより、今回の対象症例では中膜石灰化が強くなかったことが推察された。今回の検討では PVR は一枝病変の段階で計測値が変化したことより、原理的に二枝病変にならないと変化しない ABI よりも閉塞性病変を鋭敏に反映する指標であると考えられる。

今回の検討では軽症膝下動脈病変の検出を目的としてカットオフ値を求めた。これは下肢血管においても他部位と同様に進行性に動脈硬化巣が進展することで治療が必要となることを前提としたものであるが、下肢血管領域で実際に軽症膝下動脈病変の進行を前向きに調査した検討は現状では報告されていない。今後このような観点での経過観察が必要であると考えられる。また今回の検討では評価対象として ATA、PTA を検討しており、描出困難である腓骨動脈は対象とはしなかった。自動測定機器の測定原理上、比較的下腿内深部を走行する腓骨動脈の狭窄、および閉塞枝が計測値にどの程度の影響を与えるのかは不明であるが、ATA、PTA に狭窄等が存在した場合に優位な血行路となり、計測値と臨床像との乖離の原因と成り得る可能性は否定できないため⁸⁾、今後は腓骨動脈を含めた三枝を対象として検討を進めたいと考えている。

結 論

- 1) 膝下動脈に対する自動血圧脈波測定装置の有用性について検討を行った。
- 2) 正常群と比較して一枝病変群間では % MAP、UT で有意差を認め、正常群と二枝病変群間では ABI、% MAP、UT のそれぞれで有意な差を認めた。
- 3) 一枝以上の膝下動脈病変を検出するためのカットオフ値 % MAP 43% 以上、UT 160 msec 以上となり、% MAP 43% 以上で判定した際の感度、特異度、陽性的中率、陰性的中率はそれぞれ 83.3%、90.0%、55.6%、94.4% となった。
- 4) 以上より、単独膝下動脈病変においても、血圧脈波検査は有用であると考えられる。

文 献

- 1) Orchard TJ, Strandness DE Jr: Assessment of peripheral vascular disease in diabetes: report and recommendations of an International Workshop sponsored by the American Heart Association and the American Diabetes Association 18-20 September 1992, New Orleans, Louisiana. *Circulation*, 1993, **88**: 819-828.
- 2) Alberts MJ, Bhatt DL, Mas JL et al: Three-year follow-up and event rates in the international REduction of Atherothrombosis for Continued Health Registry. *Eur Heart J*, 2009, **30**: 2318-2326.
- 3) 平井都始子, 吉川公彦, 田仲三世子 他: 超音波検査による骨盤・下肢閉塞性動脈硬化症の診断 特に PTA 術前診断と効果判定. *脈管学*, 1993, **33**: 27-32.
- 4) 中島里枝子, 井上芳徳, 菅野範英 他: 四肢脈波血圧検査装置を用いる空気容積脈波の評価指標の有用性について. *脈管学*, 2005, **45**: 7-10.
- 5) Guo X, Li J, Pang W et al: Sensitivity and specificity of ankle-brachial index for detecting angiographic stenosis of peripheral arteries. *Circ J*, 2008, **72**: 605-610.
- 6) 陣内秀昭, 梶原敬三, 陣内富男: 2 型糖尿病における下肢閉塞性動脈硬化症(PAD)の診断クライテリアに関する検討. *日内会誌*, 2007, **22**: 201-205.
- 7) Duchosal PW, Ferrero C, Lupin A et al: Advance in the clinical evaluation of aortic stenosis by arterial pulse recording of the neck. *Am Heart J*, 1956, **51**: 861-879.
- 8) 小花令奈, 小山 豊, 上村美香子 他: 膝下動脈の血管形成術評価法としての下肢動脈超音波検査の有用性. *超音波検査技術*, 2007, **32**: 2.

Assessment of Below-Knee Artery Lesions Using an Automatic Device for Blood Pressure and Pulse Wave Measurement

Mitsuru Goto,¹ Yutaka Kimura,¹ Masaru Ogawa,¹ Yumiko Yamada,¹ Toshihiro Amaki,² and Fumitaka Nakamura^{1,2}

¹Department of Clinical Laboratory, Teikyo University Chiba Medical Center, Chiba, Japan

²Department of Internal Medicine, Teikyo University Chiba Medical Center, Chiba, Japan

Key words: arteriosclerosis obliterans (ASO), ultrasound (US), ankle brachial pressure index (ABI),
%mean artery pressure (%MAP), upstroke time (UT)

We compared the applicability of an automatic device for blood pressure and pulse wave measurement with ultrasonography for detecting single below-knee artery lesions. We established the following cut-off values to detect lesions of one or more below-knee arteries based on ROC curves: %MAP $\geq$ 43% and UT $\geq$ 160 msec. The sensitivity, specificity, and positive and negative predictive values were 83.3, 90.0, 55.6, and 94.4%, respectively. We conclude that this automatic device can satisfactorily identify even single below-knee artery lesions. (J Jpn Coll Angiol, 2011, **51**: 223–227)