

## PVRの脈波解析を用いた大動脈・腸骨・総大腿動脈 閉塞性疾患の無侵襲検査法の検討

中島里枝子 井上 芳徳 菅野 範英 広川 雅之 地引 政利 中村 浩志  
寺崎 宏明 遊佐 祐子 李 向鋒 加賀山知子 岩井 武尚

**要 旨**：腸骨動脈領域の閉塞性変化は腸管ガスや肥満の影響があり超音波検査のみによる評価が困難である。そこで今回、総・外腸骨動脈、総大腿動脈における閉塞性病変についてpulse volume recording (PVR) の加算平均と高速フーリエ変換解析を用いて算出するtransfer function index (TFI) 値<sup>1)</sup>の有用性を検討した。その結果、血管撮影による狭窄度とTFI値が相関し、開存例と閉塞例の間に有意差を認め (<0.05)、本法は無侵襲的であり、腸骨動脈領域の閉塞性病変評価に有用であった。(J Jpn Coll Angiol, 2005, 45: 11-15)

Key words: aortoiliac occlusive disease (AIOD), transfer function index (TFI), pulse volume recording (PVR), angiography

### はじめに

近年、血管内治療の増加にともない、無侵襲的に腸骨動脈領域の評価を行うことは重要となる。当科では血管無侵襲検査を積極的に行っているが、腸骨動脈領域は腸管ガスや肥満の影響があり超音波検査のみでの評価が困難である。今回、Vasoguard<sup>®</sup> (SciMed, Ltd., Bistol, UK) を用い、上下肢にカフを巻き加圧することでTFIを測定した。腸骨動脈領域のTFIと血管撮影所見と比較することにより、腸骨動脈領域の評価法としてその有用性を検討した。

### 対象と方法

当科外来に通院中の閉塞性動脈硬化症50例(男性48例, 女性2例), 平均年齢70.1±10.5歳, 計100肢について検討を行った。

方法は安静仰臥位にて上腕, 大腿, 膝上, 膝下, 足関節の計10カ所にカフを巻き, そのカフを同時に加圧(65mmHg)した。2つの部位のPVR波形を定量的に比較することにより, TFIを算出しカフ間における病変の有無や程度を間接的に評価した。原理は, 同時に2つの部位でそれぞれ脈波のPVRを加算し, 振幅を標準化した

波形について高速フーリエ変換 (fast Fourier transform: FFT) 解析を行い, TFIを算出することにより2部位の間の開存性を求める (Fig. 1)。腸骨動脈は上腕動脈(腹部大動脈から腸骨動脈の分岐部の波形として代用)と大腿近位での波形を用いて解析している。開存していればTFIは1.00であるが2部位間に狭窄や閉塞が存在するとTFI値がより低くなる<sup>1)</sup>。

血管撮影は熟練した血管外科医, 放射線科医が読影し, 「開存」「狭窄」「閉塞」と3段階分類し, 50%以上の狭窄が存在すれば「狭窄」, 閉塞部位が存在すれば「閉塞」とした。

### 結 果

TFIは血管撮影での開存例 $1.03 \pm 0.25$  (n=57), 狭窄例 $0.95 \pm 0.78$  (n=10), 閉塞例 $0.78 \pm 0.18$  (n=33)であり, 開存例と閉塞例の間に有意差を認めた (Fig. 2)。腸骨動脈領域は完全閉塞例10肢中8肢(80%)は0.80以下であった。

Spearman順位相関係数検定において, 2変量間に有意な相関関係を認めた (Table 1)。

以下, 症例を示す。74歳男性で, 間歇性跛行の主訴にて当科外来を受診した。ABIは右0.78, 左0.89であり,

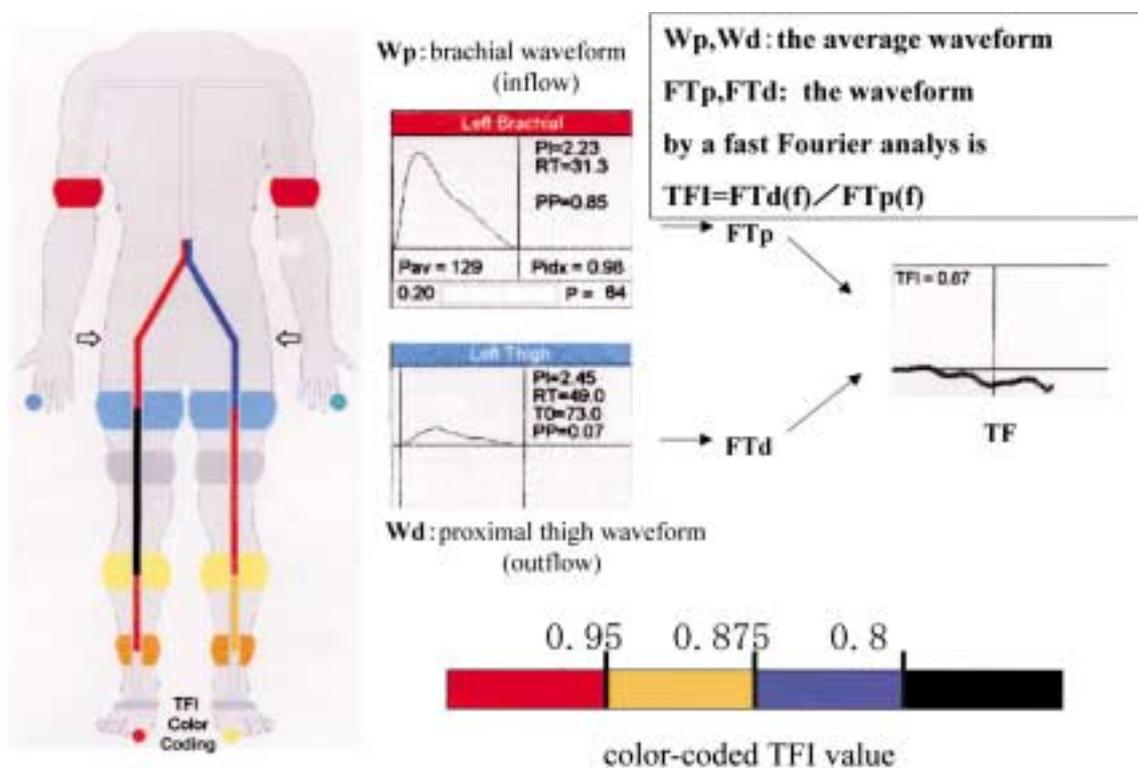


Figure 1 The principle of transfer function index (TFI).

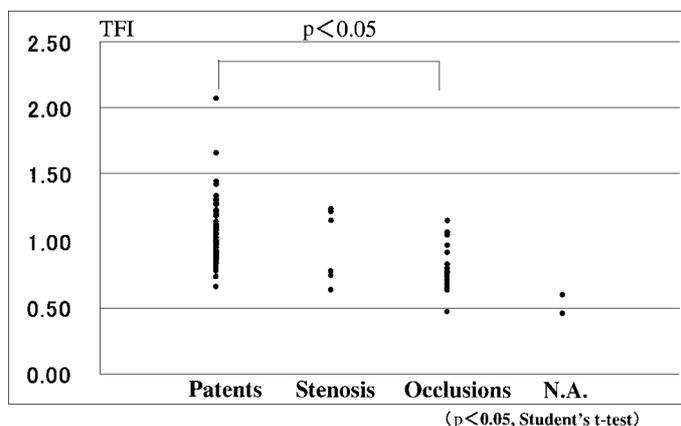


Figure 2 The distribution of TFI (Patents, Stenosis vs. Occlusions).

腸骨動脈領域のTFI値は右1.15，左0.69であり，腸骨動脈領域の閉塞性病変が疑われた( Fig. 3 )。そこでさらなる造影検査であるintravenous digital subtraction angiography( IVDSA )を行ったところ左の腸骨動脈領域に腸管ガスがかかり判定が困難であった( Fig. 4 )。intraarterial

digital subtraction angiography( IADSA )画像では左外腸骨動脈領域に高度の狭窄を認めTFIの低下と一致した( Fig. 4 )。その後，左総腸骨動脈狭窄に対しPTAを，左外腸骨動脈狭窄に対しPTA+ステント留置術を施行し，治療後に評価したところ左下肢のABI，腸骨動脈領域

のTFIとも正常化した。

### 考 察

当科では血管無侵襲検査を積極的に行っているが、AIOD症例に対しては簡便で有用な診断法が少ない<sup>2)</sup>。つまり腸骨動脈領域は腸管ガスや肥満の影響があるため、超音波検査での評価が困難なことが多く、画像診断においては血管撮影でも判定し難い例が存在する。一方、脈波を用いた無侵襲診断法としてPVRやドプラ波形検査があるが、これらは振幅より得られた脈波の形態で評価しているため客観的な判断や比較が難しく、再現性や診断率に限界がある<sup>3-5)</sup>。

そこで今回、Vasoguard<sup>®</sup>を用いて定量化されたTFI値について検討した。TFIとはPVRにより得られた脈波を40心拍以上加算することにより標準化した波形を用い、それぞれ標準化したinflow波形とoutflow波形をFFT解析し、それらの比により2点間の狭窄度を定量的に示す指標である。TFIは、ABIでは予測できない血行再建術後のグラフト閉塞を予測し得たという報告がある<sup>6)</sup>。

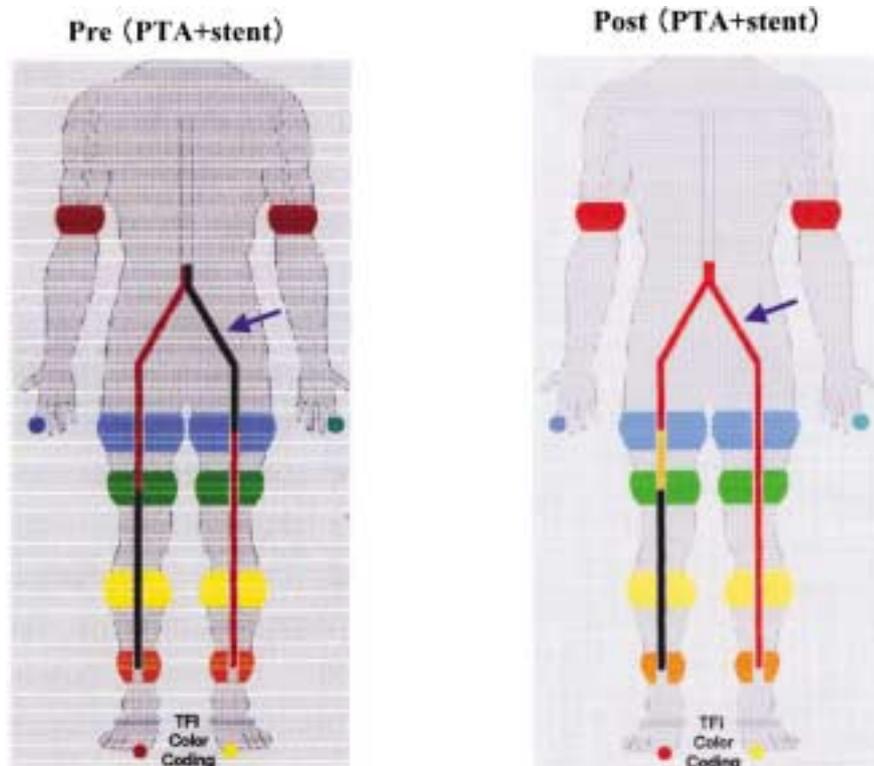
腸骨動脈領域の病変を評価するにはその中枢側、末梢側の2点の脈波を得る必要があるが、解剖学的には腹部大動脈 - 腸骨動脈の分岐点は無侵襲法で脈波を得られない。そこで、それぞれ心臓から大動脈 - 腸骨動脈、心臓から上腕動脈への距離がほぼ同じということを利用して、本法ではinflow波形を上腕による脈波で代用することにより腸骨動脈領域を評価し得る。

今回の検討により、血管撮影による狭窄度とTFIが相関し有用性が示唆された。しかしながら、カフの位置

**Table 1** The correlation between TFI and angiographic findings

TFI	Patents	Stenosis	Occlusions	N.A.*
0.95	34	3	6	2
0.875-0.95	11	0	1	1
0.80-0.875	6	0	3	1
0.80	6	4	19	1
N.A.**	1	0	1	0

\*intestinal gas, \*\*arrhythmia  
( $p < 0.05$ , Spearman's coefficient by rank test)



**Figure 3**  
Case 2; Vasoguard<sup>®</sup> findings.

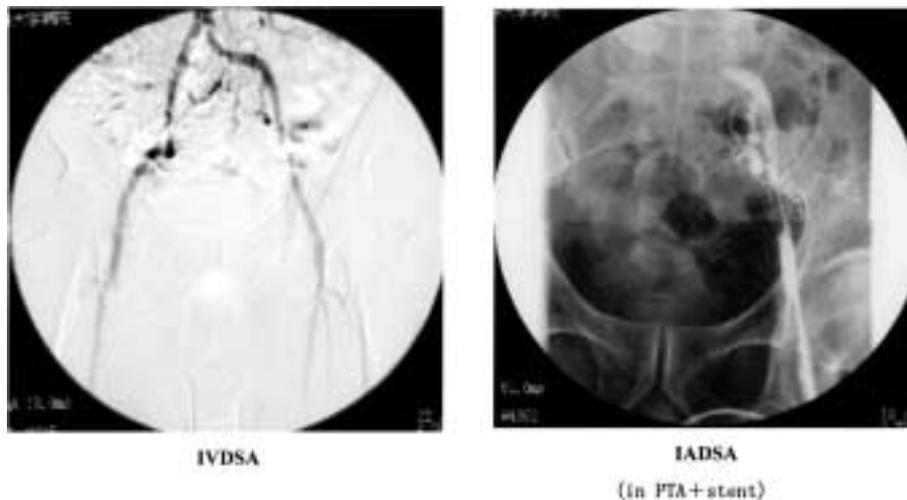


Figure 4 Case 2; Angiographic findings.

の関係から腸骨動脈系と総大腿動脈を分けた評価はできなかった。また、腹部大動脈に閉塞性病変があればそれも含めて狭窄度が評価されてしまった。さらに外腸骨動脈が閉塞していても内腸骨動脈などの側副血行が発達していれば軽度評価されてしまうが、これは側副血行を含めた開存状態をよく反映しているといえ、側副血行を含めた機能評価ができるという利点でもあると思われた。したがってTFI値を臨床で使用する際には血管撮影と必ずしも一致しないことに留意する必要がある。

結果表示は初期設定ではTFI 0.95では赤色に表示され、TFI>0.875は橙色、TFI>0.80は青色、それ以下では黒色とTFI値により色分けされた図表が表示され、結果が見やすい利点があった。

手技面では、カフを巻き、その後の操作はコンピューター上で指示どおり行えばよいので簡便であった。また、巻いたカフを一度に加圧できるため所要時間は平均約15分と短時間で行うことができた。さらに超音波検査のように熟練した技術が必要なく、検者による違いが出にくいと思われた。分節血圧測定と比べてもドブラをあてる手技すら必要がなく、カフの加圧は60mmHg程度でよいため、被検者の苦痛も認めなかった。以上より繰り返し行いやすいため、病変のスクリーニングを含めた術前術後評価、経過観察など腸骨動脈領域の評価に有用であると思われた。

## 結 論

pulse volume recording (VasoGuard®)による腸骨動脈領域の評価は、血管撮影による診断とよく相関を示した。一致しない症例もみられたが、逆に機能的に評価し得ることが示唆された。本法は無侵襲かつ簡便に評価することができるため、繰り返し行いやすくスクリーニングならびに術前後を含めた経過観察に有用と思われた。

## 文 献

- 1) Doverspike GA, Bendick PJ, Brown D et al: Evaluating the lower extremities for peripheral arterial obstructive disease using the transfer function index. *J Vasc Ultrasound*, 2004, **28**: 9–12.
- 2) Johnston KW, Demorais D, Colapinto RF: Difficulty in assessing the severity of aorto-iliac disease by clinical and arteriographic methods. *Angiology*, 1981, **32**: 207–213.
- 3) Wyatt MG, Muir RM, Tennant WG et al: Impedance analysis to identify at risk femorodistal graft. *J Vasc Surg*, 1991, **13**: 284–293.
- 4) Davies AH, Magee TR, Wyatt M et al: Impedance analysis versus color Duplex in femorodistal vein graft surveillance. *Eur J Vasc Surg*, 1993, **7**: 14–15.
- 5) Arora S, Meier GH, Pedersen H et al: Non-invasive impedance analysis: A new non-invasive test for graft surveillance. *Cardiovasc Surg*, 1995, **3**: 659–664.
- 6) Ihlberg LH, Matzke S, Alback NA et al: Transfer function index of pulse volume recordings: A new method for vein graft surveillance. *J Vas Surg* 2001, **33**: 546–553.

## Noninvasive Evaluation of Aorto, Iliac and Common Femoral Arterial Occlusive Lesions with the Waveform Analysis of Pulse Volume Recording

Rieko Nakashima, Yoshinori Inoue, Norihide Sugano, Masayuki Hirokawa, Masatoshi Jibiki, Hiroshi Nakamura, Hiroaki Terasaki, Yuko Yusa, Li Xiang Feng, Tomoko Kagayama, and Takehisa Iwai

Department of Vascular and Applied Surgery,  
Tokyo Medical and Dental University, Graduate School of Medicine, Tokyo, Japan

---

**Key words:** aortoiliac occlusive disease (AIOD), transfer function index (TFI), pulse volume recording (PVR), angiography

Aorto-iliac arterial lesions are difficult to be evaluated with noninvasive methods such as duplex scanning. This is because intestinal gas and fatty abdominal walls obstruct the ultrasound beam. The aim of this study was to evaluate the efficacy of the transfer function index (TFI) using the pulse volume recording (PVR) method in assessing the iliac arterial lesions. The TFI was correlated well with the angiographic findings. Additionally, significant difference was evident only between the patent and the occlusion groups. The TFI is a noninvasive test, and can be performed easily and repeatedly. The result of our study suggests that the TFI test is useful for screening assessments as well as follow-up studies in the PAD patients. (J Jpn Coll Angiol, 2005, **45**: 11–15)