

## 閉塞性動脈硬化症患者における ankle brachial pressure index と 下肢皮膚温の関連についての検討

内田 智夫

**要 旨**：閉塞性動脈硬化症における ankle brachial pressure index (API) と足関節以下の皮膚温の関連について検討した。脳梗塞や脊柱管狭窄症などの神経疾患，糖尿病性神経症を合併していない，虚血性潰瘍のない閉塞性動脈硬化症患者26例（男20，女6），45肢（右24肢，左21肢）を対象とした。このうち22例は何らかの抗血小板剤を服用していた。また4例に血行再建術を，3例に血管形成術を施行している。年齢は38歳から84歳，平均72.4歳であった。ドップラーを用いて足背および後脛骨動脈圧を測定し，上腕動脈圧との比をとってAPIを計測した。サーモグラフィーを使用し，患者を23～25°Cの室温で約20分安静にさせ，仰臥位で内果と外果を結ぶ線より末梢の足背部の平均皮膚温（T1）を，また腹臥位で足底部の平均皮膚温（T2）をそれぞれ測定した。API 0.9である10肢はT1が $30.8 \pm 1.2^{\circ}\text{C}$ ，T2が $30.1 \pm 1.8$ ，API < 0.9である35肢はT1が $28.9 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ，T2が $28.2 \pm 2.2^{\circ}\text{C}$ でT1，T2ともに前者が有意に高値を示した（ $p = 0.0076, 0.0237$ ）。T1，T2とAPI，足関節部血圧との相関を検討した結果，T1（ $y^{\circ}\text{C}$ ）とAPI（ $x$ ）との間に最もよい相関を示した（ $y = 25.428 + 5.407x, r = 0.660, p < 0.0001, n = 45$ ）。今回の検討では，症例数が少なく，季節による気温の変化による影響が否定できないといった問題点があるが，閉塞性動脈硬化症における皮膚温はある程度重症度と相関することが示唆された。サーモグラフィーは非侵襲的で簡便な検査であり，閉塞性動脈硬化症の診療に有用と考えられる。（日血外会誌 9 : 569-574, 2000）

索引用語：閉塞性動脈硬化症，ankle brachial pressure index，皮膚温，サーモグラフィー

### はじめに

冷感 は閉塞性動脈硬化症の症状のひとつで，Fontaine分類のI度にもなっているが，患者の主訴により判断することが多く客観性に乏しい。また閉塞性動脈硬化症における皮膚温についての詳細な報告はあ

まりない<sup>1-4)</sup>。そこで，サーモグラフィーを用いて皮膚温を測定し，閉塞性動脈硬化症の重症度を示す指標として一般によく用いられるAPIとの関連を検討した。

### 対象と方法

1998年8月から1999年3月の間に診療した虚血性潰瘍のない閉塞性動脈硬化症患者26例，45肢（右24肢，左21肢）を対象とした（Table 1）。男性20例，女性6例で年齢は38歳から84歳，平均72.4歳である。全例，動脈造影によって診断を確定した。このうち22例は

水戸赤十字病院外科（Tel: 029-221-5177）

〒310-0011 水戸市三の丸3-12-48

受付：2000年 2月 4日

受理：2000年 7月 26日

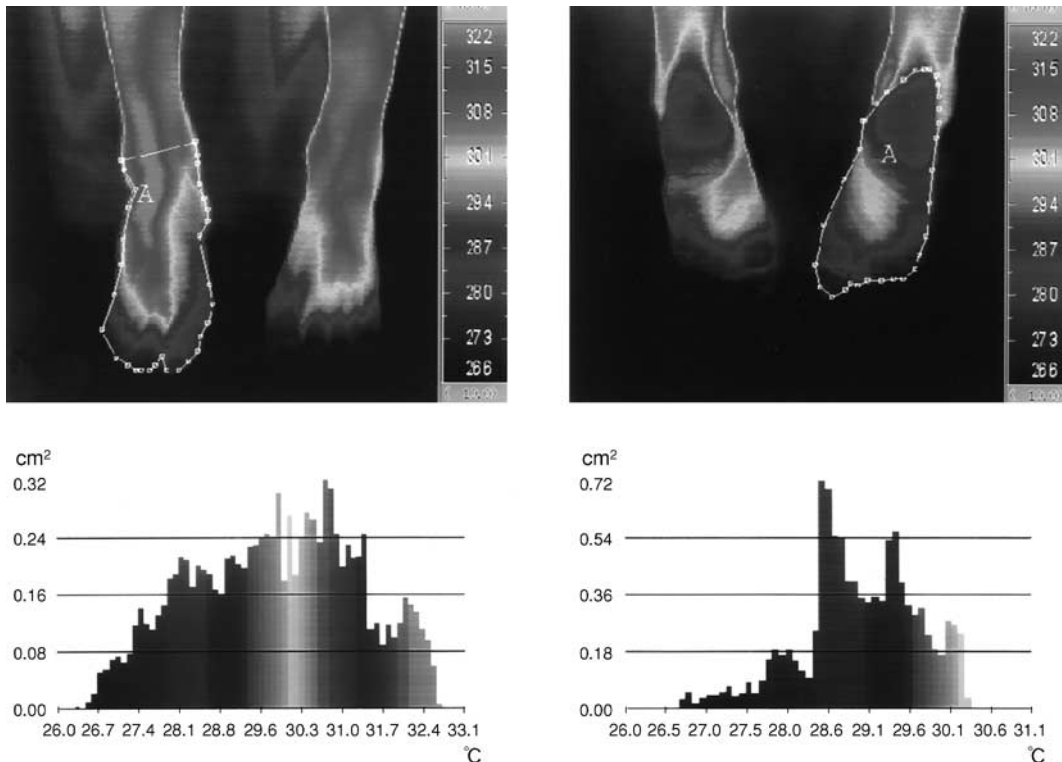
Table 1 Patient characteristics

No.	Age	Sex	Side	Pressure	API	T1	T2	Medicine	Dosage	Operation
1	38	M	R	150	1.15	29.7	26.8	ticlopidine	300mg	
			L	90	0.69	28.0	25.7			
2	58	M	R	80	0.47	27.7	27.3	beraprost	120 $\mu$ g	
			L	140	0.82	29.1	27.7			
3	61	M	R	40	0.22	26.7	25.1	none		
4	64	M	R	130	1.18	32.9	32.9	beraprost	120 $\mu$ g	PTA(RCIA)
			L	120	1.09	32.7	32.7			
5	66	M	R	80	0.67	30.9	29.8	icosapentate	1800mg	
			L	80	0.67	30.5	30.1			
6	66	M	R	120	1.14	30.6	28.9	cilostazol	300mg	Ao-F-P(RCIA,RFA)
			L	120	1.14	30.4	29.0			
7	69	M	R	150	1.01	29.4	29.4	icosapentate	1800mg	PTA(LCIA)
			L	120	0.81	29.8	29.8			
8	69	M	R	100	0.63	30.4	30.4	beraprost	120 $\mu$ g	PTA(RCIA)
			L	90	0.59	30.4	30.4			
9	69	M	R	70	0.54	28.6	27.6	beraprost	120 $\mu$ g	
			L	70	0.54	29.1	28.1			
10	70	M	R	40	0.36	27.2	27.2	cilostazol	150mg	
			L	50	0.45	26.4	26.4			
11	72	M	R	90	0.82	30.3	30.0	sarpgogrelate	300mg	
			L	95	0.86	30.1	29.6			
12	73	M	R	60	0.29	24.5	23.4	beraprost	120 $\mu$ g	
			L	50	0.24	28.6	27.3			
13	73	M	R	80	0.62	29.8	29.8			
			L	140	1.08	30.2	30.2			
14	74	M	R	120	0.78	32.3	30.8	cilostazol		
			L	140	0.89	33.4	31.3			
15	77	M	R	80	0.53	28.0	28.0	cilostazol	100mg	F-P(LFA)
			L	90	0.60	26.4	26.5			
16	79	M	R	110	0.61	27.8	26.2	cilostazol	100mg	
17	80	M	R	120	0.75	28.0	28.0	beraprost	120 $\mu$ g	F-F(LCIA)
			L	90	0.56	27.4	27.4			
18	80	M	R	170	1.06	30.7	30.7	none		
			L	100	0.63	30.6	30.6			
19	80	M	L	80	0.53	26.6	26.4	sarpgogrelate	300mg	
20	80	M	L	100	0.59	27.5	26.3	sarpgogrelate	300mg	
21	73	F	R	140	0.86	30.4	28.9	none		
			L	100	0.62	28.7	28.6			
22	73	F	R	180	0.95	31.6	29.9	beraprost	120 $\mu$ g	
			L	150	0.79	30.6	30.6			
23	82	F	R	80	0.63	32.6	32.6	none		
24	83	F	R	120	0.75	29.5	29.5	ticlopidine	300mg	F-F(RCIA)
			L	150	0.94	30.0	30.0			
25	83	F	R	100	0.63	25.9	23.0	ticlopidine	300mg	
26	84	F	R	120	0.61	27.4	25.7	ticlopidine	300mg	

M = male, F = female, R = right, L = left, Pressure = ankle pressure (mmHg), T1 = the mean skin temperature of the dorsal side of the foot ( $^{\circ}$ C), T2 = the mean skin temperature of the plantar side of the foot, Dosage = / day, PTA = percutaneous transluminal angioplasty, Ao-F = aortofemoral bypass, F-P = femoropopliteal bypass, F-F = femorofemoral bypass, CIA = common iliac artery, FA = femoral artery.

何らかの抗血小板剤を服用していた (ticlopidine 300 mg / day, cilostazol 100 ~ 200 mg / day, ethyl icosapentate 1,800 mg / day, beraprost 120  $\mu$ g / day). また4例に血行再建術を, 3例に血管形成術を施行している.

なお, 脳梗塞や脊柱管狭窄症などの神経疾患では患肢が健肢よりも皮膚温が低下する場合があります<sup>5)</sup>, 一方糖尿病性神経症では患肢の皮膚温が上昇するといわれているので<sup>6-9)</sup>, 明らかに片麻痺のある脳梗塞患者,



**Fig. 1** Thermography of the foot and the histogram of the skin temperature of the area concerned (traced area). Left is the dorsal side and right the plantar side

MRIなどにより脊柱管狭窄症と診断されている患者、糖尿病性神経症の疑われる患者は除外した。

足関節部の血圧は下腿にマンシェットを巻き足背および後脛骨動脈の血流音を9.2 MHz ドップラー (ES-801 ユフ精器) で聴取して測定し、いずれか高い方の血圧と上腕動脈の血圧の比をとってAPIとした。著しい糖尿病性中膜石灰化があり測定困難な場合は除外した。

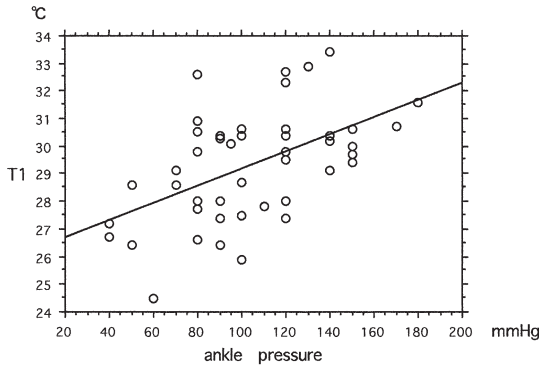
皮膚温はサーモレーサー (TH3106ME; NEC三栄) を使用し、患者が平熱であることを確認後、23 ~ 25°Cの室温で約20分安静にさせて測定した。まず、仰臥位で内果と外果を結んだ線より末梢の足背部の輪郭をトレースし、同部のヒストグラムを作成し平均皮膚温 (T1) を測定した。次に腹臥位とし、足底部の平均皮膚温 (T2) を同様に測定した (Fig. 1)。T1, T2とAPI, 足関節部血圧とをそれぞれプロットし、最小二乗法で相関を検討した。

## 結 果

API 0.9である10肢はT1が $30.8 \pm 1.2^\circ\text{C}$ , T2が $30.1 \pm 1.8^\circ\text{C}$ , API < 0.9である35肢はT1が $28.9 \pm 2.0^\circ\text{C}$ , T2が $28.2 \pm 2.2^\circ\text{C}$ でT1, T2ともに前者が有意に高値を示した ( $p = 0.0076, 0.0237$ )。45肢の平均値はT1が $29.3 \pm 2.0^\circ\text{C}$ , T2が $28.6 \pm 2.3^\circ\text{C}$ であった。足背部と足底部の面積は必ずしも一致しないので単純な比較はできないが、T1の方がT2よりも平均で $0.7^\circ\text{C}$ 高値を示した。Fig. 2に示すように足関節部血圧と皮膚温との間には弱い正の相関を示したが、APIと皮膚温との相関の方が強く、特にT1 ( $y^\circ\text{C}$ ) とAPI ( $x$ ) との間に最もよい相関を示した ( $y = 25.428 + 5.407x$ ,  $r = 0.660, p < 0.0001, n = 45$ )。

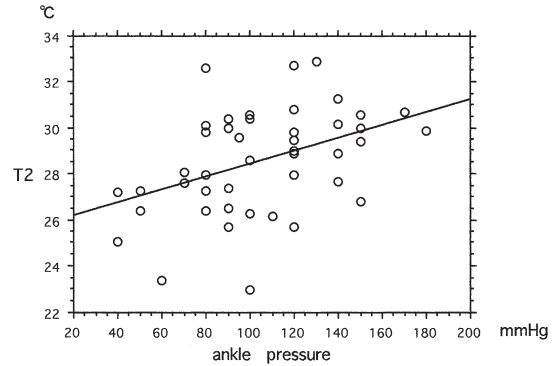
## 考 察

閉塞性動脈硬化症の重症度を表すFontaine分類では、I度：冷感、しびれ、II度：間歇性跛行、III度：



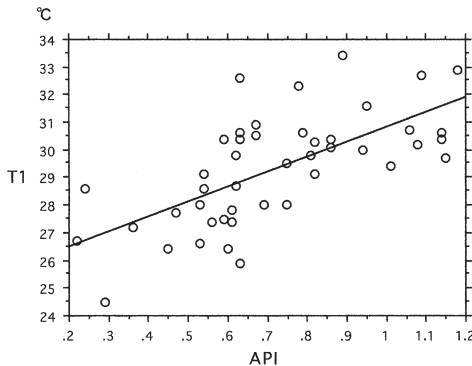
$$y=26.074+0.031x, R=0.522, p=0.0002$$

Fig. 2a



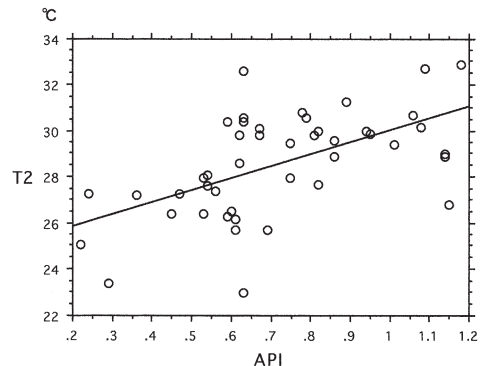
$$y=25.65+0.028x, R=0.420, p=0.0041$$

Fig. 2b



$$y=25.428+5.407x, R=0.660, p<0.0001$$

Fig. 2c



$$y=24.843+5.208x, R=0.565, p<0.0001$$

Fig. 2d

Fig. 2 Correlation between the mean skin temperature and API or ankle pressure

安静時痛, IV度:潰瘍,壊死の4つに分類している。一方,APIは足関節部の血圧と上腕動脈圧の比で,閉塞性動脈硬化症の重症度を比較したり,経過をみるのに簡便な指標で正常では0.9以上であるが,閉塞性動脈硬化症では低下し,およその目安として,0.6以下で間歇性跛行が,0.5以下になると安静時痛が出現し,さらに低下すると潰瘍や壊死が出現するといわれている。0.15以上の変化は有意なことが多いが<sup>10)</sup>,APIと下肢の皮膚温の関連を検討した報告は少ない。

頭部や体幹の皮膚温は比較的環境温度の影響を受けにくい,四肢の皮膚温は影響を受けやすく,また末梢ほど低下しやすい。しかし,23~25°Cの室温であれば四肢の皮膚温も比較的安定しているとされている<sup>11,12)</sup>。

皮膚温は皮膚の血流,蒸散,深部の発熱などの影響を受けるが,こうした因子は神経系,特に自律神経系

によってコントロールされている。したがって,神経疾患があると皮膚温はさまざまな変化をおこしうが,脊柱管狭窄症,脳梗塞などでは患肢が健肢よりも皮膚温が低下するという報告が多い<sup>5)</sup>。Felderら<sup>13)</sup>はプレシモグラフィを用いて,足趾の血流量と皮膚温の関連を検討しているが,それによると,血流量が増加するに従い,最初は急峻に皮膚温が上昇するが,次第にプラトーに達した。一方,Seifalianら<sup>14)</sup>はレーザードップラー血流量計を用いて手指の血流量と皮膚温の関連を検討したが,両者には相関がなかったとしている。

糖尿病性神経症を対象にした下肢皮膚温の報告では,コントロールよりも高値を示すものが多い<sup>6)</sup>。Uchikawaら<sup>7)</sup>によると,閉塞性動脈硬化症を合併していない糖尿病患者10例の足趾の皮膚温は26°Cの室温で $34.6 \pm 0.9^{\circ}\text{C}$  (mean  $\pm$  SD)であった。

Armstrong ら<sup>8)</sup>は糖尿病性壊疽の患者44例を対象に足の皮膚温を測定したところ、患肢は $31.9 \pm 1.6^{\circ}\text{C}$ 、健肢は $28.8 \pm 1.6^{\circ}\text{C}$ で、有意に患肢が高値であった。Schindl ら<sup>9)</sup>によると糖尿病性神経症の患者15例の足の皮膚温は $24^{\circ}\text{C}$ の室温で、 $27.2 \pm 2.7^{\circ}\text{C}$ としており、他の報告よりやや低い。

閉塞性動脈硬化症における虚血の程度と皮膚温について検討した研究は少ないが、Belcaro ら<sup>1)</sup>は糖尿病を合併していない閉塞性動脈硬化症患者の足底部の平均皮膚温は末梢の動脈圧とよく相関していると報告している。McCollum ら<sup>2)</sup>によると、閉塞性動脈硬化症11例(API  $0.65 \pm 0.19$ )の足の皮膚温は $26.4 \pm 2.1^{\circ}\text{C}$ であったが、交感神経切除後 $30.2 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$ に上昇したという。Benbow<sup>3)</sup>は閉塞性動脈硬化症患者の下肢皮膚温は $25.6 \pm 1.9^{\circ}\text{C}$ で、健常者の $28.2 \pm 2.9^{\circ}\text{C}$ よりも低いと報告している。白橋ら<sup>4)</sup>は、閉塞性動脈硬化症患者39例を対象に簡易温度計を用いて足背、足底の皮膚温と鼓膜温との比を検討したところ、これらはAPIと相関があったという。

最近、抗血小板剤による治療効果を皮膚温で検討した研究が見られる。Ohashi ら<sup>15)</sup>は閉塞性動脈硬化症患者6例を対象とし、cilostazol (200 mg / day) を6週間経口投与した前後で皮膚温を測定した。それによると、下肢全体は $31.0 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ から $31.6 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ に、足は $29.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ から $30.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ にそれぞれ有意に上昇した。1例のみの報告だが、Shindo ら<sup>16)</sup>は糖尿病性神経症の患者に iloprost を投与したところ、末梢の皮膚温が $2.7^{\circ}\text{C}$ 上昇したという。またUchikawa ら<sup>7)</sup>によれば、糖尿病を合併した閉塞性動脈硬化症患者に cilostazol (200 mg / day) を投与したところ、足趾の平均皮膚温は $29.9 \pm 1.4^{\circ}\text{C}$ から $33.2 \pm 1.2^{\circ}\text{C}$ に有意に上昇し、性差は認められなかったという。

今回の検討では、足底部よりも足背部の皮膚温とAPIとの間に比較的良好な相関を認めしたが、これは足底部の皮膚は足背部よりも厚く、皮膚温が若干低くなることが関連していると思われる。またAPIが0.6から0.9の範囲では、ややばらつきが多かったが、症例数が少ないこと、種々の抗血小板剤を服用している患者が多く、薬剤の影響が否定できないこと、また室温で安定した状態で皮膚温を測定したが、季節による気温の変化による影響が否定できないといった問題点があり、今後さらに検討を要する。しかし、閉塞性動脈硬

化症における皮膚温はある程度重症度と相関することが示唆され、サーモグラフィーは非侵襲的で簡便な検査であり、閉塞性動脈硬化症の診療に有用と考えられる。特に、皮膚温が高値となりやすい糖尿病性壊疽との鑑別や中膜石灰化のためAPIが測定できない患者の診断に役立つと考えられる。患者が下肢の冷感を訴えても、実際に皮膚温を測定すると必ずしも低値を示さない場合もある。下肢が冷えるという患者の訴えは客観性に欠け、サーモグラフィーによる温度測定が望ましいと思われる。

本論文の要旨は第7回アジア心臓血管外科学会(シンガポール1999年)で発表した。

## 文 献

- 1) Belcaro, G., Norton, M. A., Cotellese, R. et al. : Encapsulated liquid crystal thermography in peripheral arterial disease. *Acta Chir. Belg.*, **83** : 430-435, 1983.
- 2) McCollum, P. J., Spence, V. A., Macrae, B. et al. : Quantitative assessment of the effectiveness of chemical lumbar sympathectomy. *Br. J. Anaesth.*, **57** : 1146-1149, 1985.
- 3) Benbow, S. J., Williams, G., Chan, A. W. et al. : The prediction of diabetic neuropathic plantar foot ulceration by liquid-crystal contact thermography. *Diabetes Care*, **17** : 835-839, 1994.
- 4) 白橋幸洋, 梅本琢也, 久保清景他 : 簡易温度計による閉塞性動脈硬化症の体表面皮膚温評価の試み. *日血外会誌*, **8** : 266, 1999.
- 5) 満淵邦彦, 沖永修二, 本村喜代治他 : 末梢神経障害において生じる体表温異常の病態生理に対する検討. *Biomedical Thermology*, **7** : 104-107, 1987.
- 6) Chan, A. W., MacFarlane, I. A. and Bowsher, D. R. : Contact thermography of painful diabetic neuropathic foot. *Diabetes Care*, **14** : 918-922, 1991.
- 7) Uchikawa, T., Murakami, T. and Furukawa, H. : Effects of the anti-platelet agent Cilostazol on peripheral vascular disease in patients with diabetes mellitus. *Drug Res.*, **42** : 322-324, 1992.
- 8) Armstrong, D. G., Larery, L. A., Liswood, P. J. et al. : Infrared dermal thermometry for the high-risk diabetic foot. *Physical Therapy*, **77** : 169-175, 1997.
- 9) Schindl, A., Knobler, R., Schindl, M. et al. : Low intensity laser irradiation improves skin circulation in patients with diabetic microangiopathy. *Diabetes*

- Care, **21** : 580-584, 1998.
- 10) Sumner, D. S. : Non-invasive assessment of peripheral arterial occlusive disease. In : *Vascular Surgery*, Rutherford, R. B. ed., Philadelphia, Pa, W. B. Saunders, 1989.
  - 11) Houdas, Y. and Ring, E. F. J. : *Human body temperature*, New York, Plenum Press, 1982.
  - 12) Choi, J. K., Miki, K., Sagawa, S. et al. : Evaluation of mean skin temperature formulas by infrared thermography. *Int. J. Biometeorol.*, **41** : 68-75, 1997.
  - 13) Felder, D., Russ, E., Montgomery, H. et al. : Relationship in the toe of skin surface temperature to mean blood flow measured with a plethysmograph. *Clin. Sci.*, **13** : 251-256, 1954.
  - 14) Seifalian, A. M., Stansby, G., Jackson, A. et al. : Comparison of Laser Doppler perfusion imaging, Laser Doppler flowmetry and thermographic imaging for assessment of blood flow in human skin. *Eur. J. Vasc. Surg.*, **8** : 65-69, 1994.
  - 15) Ohashi, S., Iwatani, M., Hyakuna, Y. et al. : Thermographic evaluation of the hemodynamic effect of the antithrombotic drug cilostazol in peripheral arterial occlusion. *Arzneim. Forsch. / Drug Res.*, **35** : 1203-1208, 1985.
  - 16) Shindo, H., Tawata, M., Aida, K. et al. : Clinical efficacy of a stable prostacyclin analog, iloprost, in diabetic neuropathy. *Prostaglandins*, **41** : 85-96, 1991.

## **Correlation between Ankle-brachial Pressure Index and Skin Temperature of the Feet of Patients with Arteriosclerosis Obliterans**

Norio Uchida

Department of Surgery, Mito Red Cross Hospital

**Key words** : Arteriosclerosis obliterans, Ankle-brachial pressure index, Thermography

Correlation between ankle-brachial pressure index (API) and skin temperature of the feet of patients with arteriosclerosis obliterans (ASO) was investigated. The subjects consisted of 26 patients, 45 limbs (24 right and 21 left) with ASO. There were 20 men and 6 women and their ages ranged from 38 to 84 years, with a mean of 72.4 years. Patients associated with neurological diseases and diabetic neuropathy were excluded. API was measured by the Doppler method and the mean skin temperature was calculated by thermography. The mean skin temperature of the dorsal side (T1) and the plantar side (T2) of the foot were measured in a supine and prone position respectively.

T1 and T2 of 10 limbs (API  $\geq$  0.9) were  $30.8 \pm 1.2^{\circ}\text{C}$  and  $30.1 \pm 1.8^{\circ}\text{C}$  respectively. T1 and T2 of 35 limbs (API  $<$  0.9) were  $28.9 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$  and  $28.2 \pm 2.2^{\circ}\text{C}$  respectively. The former was statistically higher than the latter ( $p = 0.0076, 0.0237$ ). T1 and T2 were plotted against API and ankle pressure, respectively. Among them T1 ( $y^{\circ}\text{C}$ ) and API ( $x$ ) correlated most well ( $y = 25.428 + 5.407x, r = 0.660, p < 0.0001, n = 45$ ).

The numbers of cases are too small for definitive discussion and it is necessary to compile these data in a variety of postures and environmental conditions. However, our data suggest that infrared thermography is useful for the evaluation of the severity of ASO.

This paper was presented in past at the 7th Annual Meeting of the Asian Society for Cardiovascular Surgery which was held in Singapore from May 28 to 31, 1999. (*Jpn. J. Vasc. Surg.*, **9** : 569-574, 2000)