

熱刺激による静脈弁機能の変化

小川 智弘 星野 俊一 緑川 博文 佐藤 晃一

要 旨： 静脈は熱刺激により血管壁，血流が変化するが，静脈弁不全に対する影響は明らかではない。20例の下肢静脈瘤に対し，下腿冷却時および加温時の大伏在，大腿静脈弁機能の変化をエコーにて検討した。下腿の冷却から加温により，大伏在，大腿静脈の拡大と12.5%の症例で新たな静脈逆流を認めたことより，温熱刺激による静脈拡張は静脈逆流の一因であることが示唆された。(J Jpn Coll Angiol, 2006, 46: 115-119)

Key words: application of heat, venous valvular function, venous dilatation, varicose vein

序 言

下肢静脈瘤での主な病態は静脈弁不全である。弁不全の要因としては，加齢，妊娠，出産，遺伝的素因，立ち仕事などの環境が挙げられるが，生理学的にはどのような過程で静脈弁不全が起こってくるのかははっきりしていない。静脈弁は血管壁に付着しており，血管径が拡大することにより，弁の接合が悪くなり弁不全が起こり得るとの仮説のもと，本研究では熱を加え下肢静脈血管を拡張させることにより，静脈弁機能がどのように変化するかを検討した。

対象と方法

一次性下肢静脈瘤と診断された20例40肢を対象とした。年齢は39～77歳，平均57.9歳で，男女比は3:17であった。全対象症例において，最近6カ月以内に下肢静脈瘤に対し，圧迫療法，硬化療法，手術療法は施行されていなかった。対象をCEAP分類のC classで分類するとC0: 8肢，C1: 2肢，C2s: 22肢，C3s: 2肢，C4as: 6肢であった。

静脈逆流を確認するため，下記のごとくカフ圧迫法を用いた血管エコーにてスクリーニングを行った。40肢中，逆流を認めなかったものは8肢，大伏在静脈のみに認められたものが21肢，深部静脈(総大腿静脈)のみに逆流を認めたものは1肢，大伏在静脈と深部静脈

(総大腿静脈または大腿静脈)に逆流を認めたものは10肢であった。全例40肢において本研究に対する同意を得てから以下の検査を行った。

方法は，まず5分間，安静仰臥位で下肢の血流を安定させた後，立位となり測定肢を15℃の冷水に5分間，膝までつけて下肢を冷却した。その後，立位での冷水冷却のままで，血管エコー(GE横河社製LOGIC 500，プローブ7.5MHz)を用いて，総大腿静脈(大伏在静脈合流部より1cm中枢側)，大腿静脈(深大腿静脈との合流部より1cm末梢側)，大伏在静脈(総大腿静脈との合流部より1cm末梢側)の静脈弁機能を測定した。次にまた5分間の臥位安静，40℃の温水にて5分間の下肢温熱後に同状態で血管エコーにて同部の静脈弁機能を測定した。

静脈弁機能の測定法は立位でスクリーニング時には下腿に，冷却，温熱時には大腿に圧迫カフ(長さ18cm)を装着し，ラピッドカフインフレーター(D.E. Hokanson 社製 E20)を用いた80mmHgでのカフ圧迫法により静脈逆流を検出した。測定パラメーターはBモードによる静脈弁下の血管径，ドプラ法による逆流時間，最大逆流速度とそれらのパラメーターから血流量を算出した。静脈逆流は逆流時間が0.5秒以上持続するものとした¹⁾(Fig. 1)。

また温熱刺激による血流増加を確認するため，1例において末梢大腿内側部にレーザー血流計(オメガウエーブ社製FLO-C1)を装着し，立位となり測定肢を

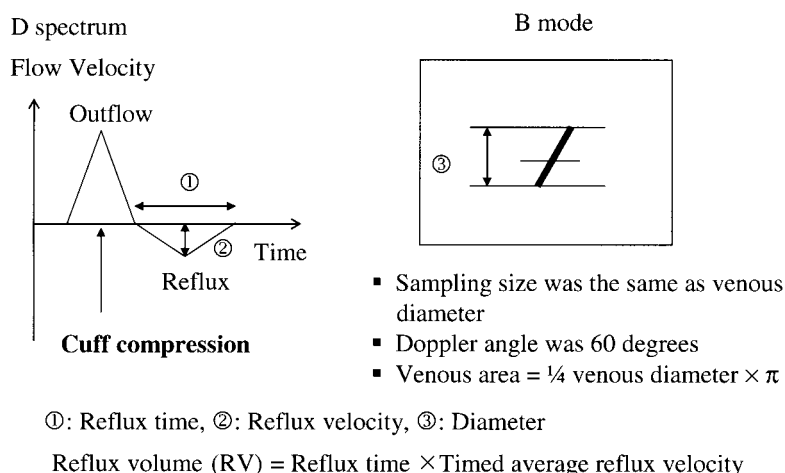


Figure 1 Venous reflux parameters with Duplex scanning.

15°Cの冷水による5分間の冷却、ついで40°Cの温水による5分間の加熱時の血流変化を観察した。

統計学的処理は、データ分布が正規分布であれば paired Students t検定で、非正規分布であればWilcoxonの符号付順位検定にて行い、有意差は $p < 0.05$ とした。

結 果

(1) レーザードプラ血流計による皮下血流量の測定

40°Cの温水下の皮下血流は15°Cの冷水下より約2倍程度に増加していた (Fig. 2)。

(2) 静脈逆流部位

15°C下腿冷却時に静脈逆流を認めなかった2肢では40°C下腿加熱時にそれぞれ大伏在静脈と大腿静脈に逆流を認め、下腿冷却時に大伏在静脈のみに逆流を認めた5肢では、加熱時にさらに深部静脈(総大腿静脈1肢、大腿静脈3肢、総大腿静脈と大腿静脈1肢)に逆流を認め、下腿冷却時に深部静脈(総大腿静脈と大腿静脈)のみに逆流を認めた1肢では、加熱時にさらに大伏在静脈にも逆流を認めた (Table 1)。

(3) 静脈径の測定

15°C下腿冷却時での静脈径は大伏在静脈 6.37 ± 2.44 mm、総大腿静脈 11.95 ± 2.14 mm、大腿静脈 8.67 ± 1.35 mmで、40°C下腿加熱時ではそれぞれ、 6.77 ± 2.35 mm、 12.44 ± 2.01 mm、 8.91 ± 1.49 mmといずれの静

脈径も加熱時に有意に拡大していた ($p < 0.001$, $p < 0.001$, $p = 0.03$ (Fig. 3))。

(4) 静脈逆流パラメーター

逆流時間については大腿静脈で40°C下腿加熱時に15°C下腿冷却時と比較して有意な延長を認めた ($p < 0.001$ (Fig. 4))。最大逆流速度については、大腿静脈で40°C下腿加熱時に15°C下腿冷却時と比較して有意な上昇を認めた ($p = 0.02$ (Fig. 5))。逆流量については、大伏在静脈で40°C下腿加熱時に有意に増加を認めた ($p = 0.002$ (Fig. 6))。

考 察

熱刺激に対する静脈の反応として、冷却刺激により静脈は収縮し、温熱刺激により拡張を認める²⁾、拡張時には血流速度も上昇することより、血流量も増加することが認められている³⁾。また熱刺激が皮下および皮膚血流に与える影響が深部血流より大きく、皮下血流は30倍にも変化し得る⁴⁾。熱刺激が直接静脈弁に与える影響は定かではないが、弁自体が弾性線維でできており⁵⁾、弁閉鎖は静脈流速の低下とともに弁洞部の拡大に引き続き起こることより⁶⁾、熱刺激が直接弁機能に与える影響は少ないと考えられる。本研究では熱刺激自体および血流増加がもたらす静脈血管拡張作用が静脈弁機能に対して影響を与えるかどうかを主題とした。方法論的には局所または全身冷却、温熱下に静

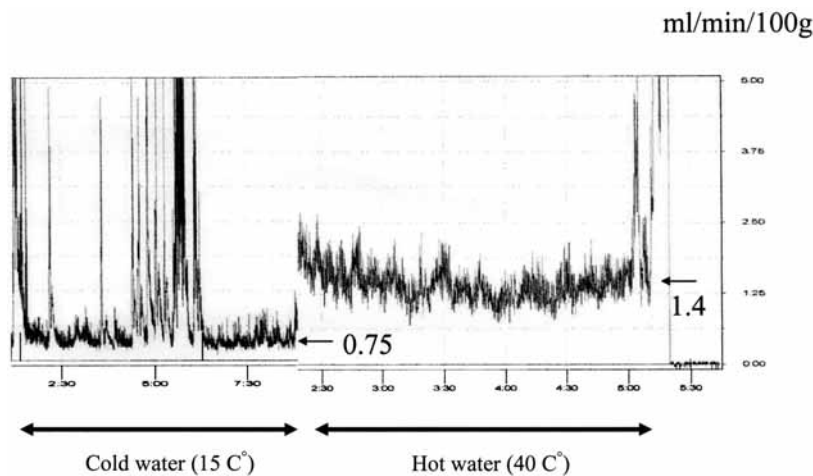


Figure 2 Change in blood flow by the application of heat with Laser Doppler flow meter.

Table 1 Change in venous reflux sites by the application of heat

Venous reflux sites		No. of legs
Cold	Hot	
-	GSV	1
-	FV	1
GSV	GSV, CFV	1
GSV	GSV, FV	3
GSV	GSV, CFV, FV	1
FV, CFV	GSV, CFV, FV	1
Overall		8

GSV: great saphenous vein, CFV: common femoral vein, FV: femoral vein

脈弁機能を測定する必要がある。室温冷却温熱であればコントロールとして通常室温で測定したデータと比較検討を容易に行えるが、実際には急激な室温調節が困難であるため、より簡便な冷温水を使用した局所冷却温熱を利用した。しかし、簡便であるがゆえに確実に静脈血管を変化させ、より正確に静脈弁機能を測定する工夫が必要となる。より静脈血管を変化させるにはできる限りの温度差をつけて測定することが好ましい。またエコーによる静脈弁機能の測定では、ばらつきが大きくなることがあり¹⁾、より一定の条件下で測定するため、測定時まで冷温水下で足を動かさないような一定条件を作成した。このような条件でかつ対象が静脈弁不全症例ではあるが、静脈径から推測する

と、熱刺激は表在静脈だけでなく、深部静脈血流にも影響を与えていたと考えられる。

現在までに、静脈の拡張と逆流の関係をはっきりと示しているものはないが、血管内視鏡下に観察した不全静脈弁の分類で、弁交連部の拡大を認める不全弁の報告⁷⁾は静脈血管壁の拡大により弁交連部の拡大が生じたものと推測される。また慢性静脈不全症に対し、表在静脈抜去後に、深部静脈径収縮を伴う深部静脈逆流の消失ないし軽減を認める報告^{8,9)}では、静脈逆流の減少により、深部静脈への血流負荷がとれ、深部静脈径が縮小した結果、深部静脈逆流の消失、減少が認められると推測されている。本研究では温熱刺激にて血流増加を伴う静脈拡張を認めたが、結果として静脈逆流を惹起したことは、静脈拡張が静脈逆流の原因の1つであること示唆している。大伏在静脈径と逆流の関係を検討した報告¹⁰⁾からは、静脈径の拡大が大きいものでは、静脈逆流も増大することが示されており、何らかのきっかけで生じた静脈逆流が静脈うっ滞を引き起こし、さらにうっ滞が静脈を拡大させ、静脈拡大が静脈逆流を増悪させるという悪循環が考えられる。

加温により静脈逆流が増悪する結果から、慢性静脈不全症、下肢静脈瘤に対しては、日常生活において、下肢の挙上や長時間の安静立位を避けることに加えて、下腿をむやみに温めないほうがよいと考えられる。

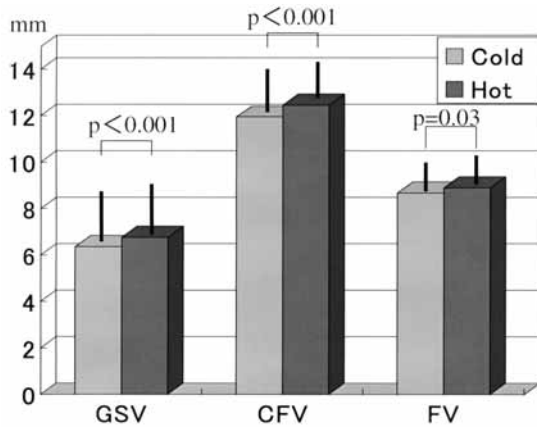


Figure 3 Change in venous diameters by the application of heat.
GSV: great saphenous vein, CFV: common femoral vein, FV: femoral vein

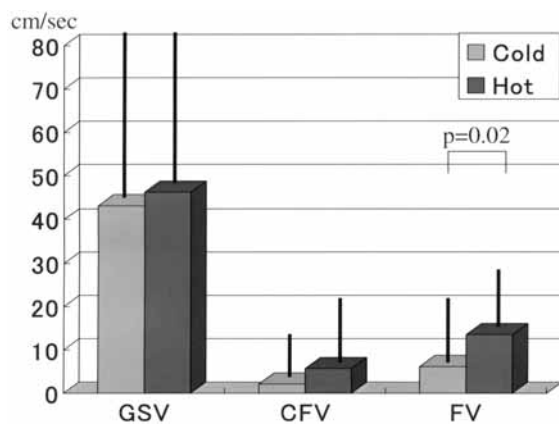


Figure 5 Change in venous peak reflux velocity by the application of heat.
GSV: great saphenous vein, CFV: common femoral vein, FV: femoral vein

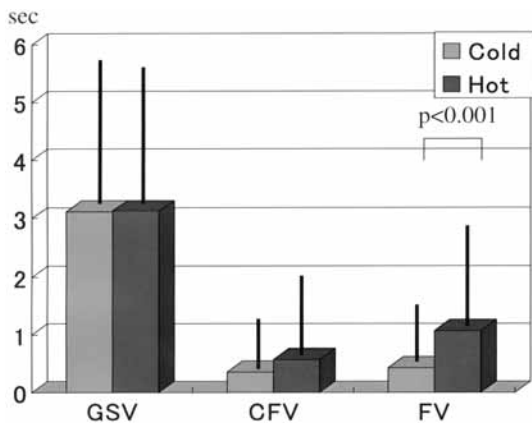


Figure 4 Change in venous reflux time by the application of heat.
GSV: great saphenous vein, CFV: common femoral vein, FV: femoral vein

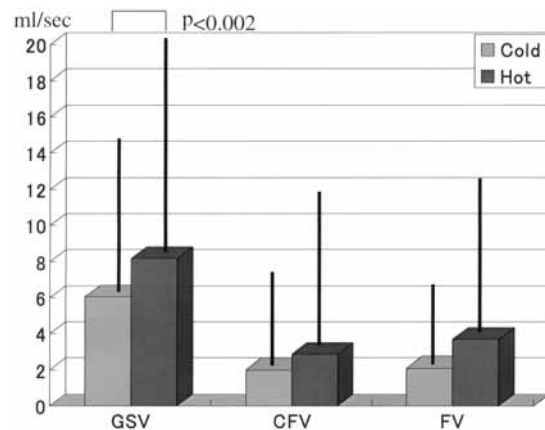


Figure 6 Change in venous reflux volume by the application of heat.
GSV: great saphenous vein, CFV: common femoral vein, FV: femoral vein

結 論

下肢静脈瘤に対する温熱刺激は静脈径の拡大と静脈逆流の増悪を引き起こし、静脈拡張は静脈逆流の一因であることが示唆された。

文 献

1) Ogawa T, Hoshino S: Repeatability of duplex ultrasound venous reflux parameters. *Jpn J Phlebol*, 2003, **14**: 347–352.

2) Webb-Peploe MM, Shepherd JT. Veins and their control. *N Engl J Med*, 1968, **278**: 317–322.
3) Abraham P, Leftheriotis G, Desvaux B et al: Diameter and blood velocity changes in the saphenous vein during thermal stress. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 1994, **69**: 305–308.
4) Padberg FJ: The physiology and hemodynamics of the normal venous circulation. In: Gloviczki P, Yao JST eds. *Handbook of Venous Disorders: Guidelines of the American Venous Forum* (Hodder Arnold Publication). 2nd edition, Edward Arnold, New York, 2001, 25–35.

- 5) Rose SS. Anatomic observations on causes of varicose veins. In: Bergan JJ, Goldman MP eds. Varicose Veins and Telangiectasias: Diagnosis and treatment. Matthew Medical Books, St. Louis, 1993, 12–40.
- 6) Lurie F, Kistner RL, Eklof B: The mechanism of venous valve closure in normal physiologic conditions. J Vasc Surg, 2002, 35: 713–717.
- 7) 佐戸川弘之, 岩谷文夫, 猪狩次雄 他: 血管内視鏡による静脈弁の形態と分類. 脈管学, 1992, 34: 395–400.
- 8) Walsh JC, Bergan JJ, Beeman S et al. Femoral venous reflux abolished by greater saphenous vein stripping. Ann Vasc Surg, 1994, 8: 566–570.
- 9) Ogawa T, Hoshino S, Midorikawa H, et al. The deep venous condition under pre and post-superficial venous interruption. The 3rd Japan-Korea joint meeting for vascular surgery, Final program, 2003, 23.
- 10) Navarro TP, Delis KT, Ribeiro AP: Clinical and hemodynamic significance of the greater saphenous vein diameter in chronic venous insufficiency. Arch Surg, 2002, 137: 1233–1237.

Change in Venous Valvular Function by the Application of Heat

Tomohiro Ogawa, Shunichi Hoshino, Hirofumi Midorikawa, and Koichi Sato

Cardiovascular Disease Center, Fukushima Daiichi Hospital, Fukushima, Japan

Key words: application of heat, venous valvular function, venous dilatation, varicose vein

Purpose: It remains unclear whether the dilatation of veins causes venous valvular function to deteriorate. This study was to evaluate venous valvular function by increasing blood flow by the application of heat.

Materials and Methods: Twenty cases (40 legs) with primary varicose vein were examined in this study. Venous valvular function was studied by duplex ultrasound at great saphenous veins (GSVs), common femoral veins (CFVs) and femoral veins (FVs) under cooling and warming conditions. The venous function was assessed using venous diameter, reflux time, peak reflux velocity and venous reflux volume measured by duplex ultrasound.

Results: The venous diameter in all segments was significantly different between the control and the heat stress groups. New venous reflux under warming was detected at 5 GSVs, 2 CFVs and 4 FVs. The reflux time and peak reflux velocity at FV and the reflux volume at GSV under warming were larger than those under cooling.

Conclusion: This study showed that dilatation of veins by the application of heat may deteriorate venous valvular function. (J Jpn Coll Angiol, 2006, 46: 115–119)