

# Avaliação por pletismografia a ar da função da bomba muscular da panturrilha conforme a idade

*Air plethysmographic evaluation of calf muscle pump function according to age*

Carlos Alberto Engelhorn<sup>1</sup>, Cristina Veronese Beffa<sup>2</sup>, Galvane Bochi<sup>3</sup>,  
Renata Corrêa Pullig<sup>4</sup>, Fernando Silveira Picheth<sup>5</sup>, Sérgio Salles Cunha<sup>6</sup>

## Resumo

**Objetivo:** Acredita-se que o envelhecimento do corpo humano possa acompanhar-se de uma deterioração progressiva da função da bomba muscular, o que pode causar insuficiência venosa crônica. O objetivo deste estudo é avaliar, através da pletismografia a ar, a função da bomba muscular da panturrilha em pessoas hígdas, sem sinais clínicos de insuficiência venosa crônica grave, divididas em grupos etários específicos.

**Métodos:** Foram avaliados 30 membros inferiores de 22 indivíduos com graus 1 ou 2 de insuficiência venosa crônica (CEAP), divididos em dois grupos de 15 extremidades: grupo A, indivíduos abaixo de 40 anos; grupo B, indivíduos com idade superior a 40 anos. Uma avaliação hemodinâmica venosa com pletismografia a ar foi realizada em todos os pacientes. Foi realizada também a análise estatística dos diferentes parâmetros pletismográficos, que permitiram a diferenciação no funcionamento da bomba muscular entre os grupos.

**Resultados:** De todos os parâmetros pletismográficos analisados nos grupos A e B, a fração de ejeção ( $P = 0,05$ ) e o índice de enchimento venoso ( $P = 0,048$ ) foram aqueles que melhor distinguiram os grupos estudados, demonstrando diferenças estatisticamente significativas.

**Conclusão:** A fração de ejeção e o índice de enchimento venoso apresentam-se como os parâmetros mais fidedignos para avaliar a função da bomba muscular.

**Palavras-chave:** músculos, pletismografia, insuficiência venosa.

## Abstract

**Objective:** We believe that the aging of the human body might be associated with the progressive impairment of the muscle pump function, which may cause chronic venous insufficiency. The aim of this study is to evaluate, by way of air plethysmography, the calf muscle pump function in healthy people with no clinical signs of severe chronic venous insufficiency, divided into specific age groups.

**Methods:** Thirty lower limbs of 22 people with chronic venous insufficiency were evaluated; the limbs were classified as CEAP class I or II, and were split into two groups of 15 limbs: group A, people under 40 years of age and group B, those over 40 years. A hemodynamic evaluation of all patients was performed with air plethysmography. A statistical analysis of plethysmographic parameters, which allowed for the differentiation of calf muscle pump function between the two groups, was performed.

**Results:** Of all plethysmographic parameters analyzed in groups A and B, ejection fraction – EF ( $P = 0.05$ ) and the venous filling index – VFI ( $P = 0.048$ ) were the ones that best discriminated the groups studied, showing statistically significant differences.

**Conclusion:** Ejection fraction and the venous filling index are the most reliable parameters to assess muscle pump function.

**Key words:** muscles, plethysmography, venous insufficiency.

O sistema venoso das extremidades inferiores tem a função de carrear sangue desoxigenado dos músculos e tecidos cutâneos das extremidades para o coração, fun-

cionando também como um reservatório sangüíneo. As veias da panturrilha, em associação com os tecidos circundantes, formam uma unidade funcional conhecida como coração periférico, ativamente atuante na drenagem do sangue venoso durante o exercício<sup>1-3</sup>.

A bomba muscular (coração periférico) no indivíduo sadio ejeta o sangue de modo tão eficaz que reduz a pressão intravascular venosa a valores próximos de zero e é capaz de gerar pressões superiores a 200 mmHg. Para que essa bomba muscular funcione adequadamente, faz-se necessária a presença de veias de drenagem

1. Professor Titular de Angiologia, Pontifícia Univ. Católica do Paraná.  
2. Cirurgiã Vasculiar.  
3. Médico Residente em Cirurgia Geral, Santa Casa de Curitiba.  
4. Especialista em Angiologia e Cirurgia Vasculiar, Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vasculiar.  
5. Chefe do Serviço de Cirurgia Vasculiar, Santa Casa de Curitiba.  
6. Doutor, Diretor de Pesquisa, Jobst Vasculiar Center, Toledo, Ohio, EUA.

pérvias com válvulas competentes, musculatura eutônica e eutrófica, integridade neural e articulações livres. A falha de um desses elementos pode provocar redução da eficácia do coração periférico e predispor ao desenvolvimento de insuficiência venosa crônica (IVC)<sup>2</sup>.

Acredita-se que o envelhecimento do organismo possa estar acompanhado de deterioração progressiva da função da bomba muscular, devido à maior incidência de trombose venosa profunda em indivíduos com mais de 40 anos, justificada pela diminuição da complacência venosa e pela presença de lesão valvular. Outros fatores também contribuem para este quadro, como condicionamento físico pobre e atrofia muscular<sup>4,5</sup>.

O objetivo deste estudo foi avaliar, pela pletismografia a ar, a função da bomba muscular da panturrilha em pacientes sem sinais clínicos de IVC significativa, distribuídos em grupos etários específicos. Uma vez comprovada a deterioração da bomba muscular, pode-se incentivar os indivíduos à prática regular de exercícios para combater a estase venosa na idade avançada.

## Pacientes e Método

### População

No período de seis meses, foram avaliados no Laboratório Vascular Não-Invasivo do Hospital de Caridade da Santa Casa de Curitiba, PUCPR, 30 membros inferiores de 22 pacientes do sexo feminino, com idade entre 18 e 63 anos. A média de idade nos grupos A e B foi, respectivamente, 28 e 50 anos.

Foram incluídos no estudo os pacientes assintomáticos identificados como grau 1 ou 2 da classificação clínica de IVC da *Society of Vascular Surgery* (CEAP), ou seja, pacientes com telangiectasias, veias reticulares e/ou varizes sem edema<sup>6</sup>. Os critérios de exclusão foram definidos para indivíduos com IVC graus 3 a 6; pacientes com história clínica ou exame físico compatível com trombose venosa profunda e cirurgia de varizes prévia; pacientes portadores de colagenoses ou alterações ortopédicas, como genuvalgo, genuvaro, diminuição da mobilidade ou anquilose de tornozelo; além de pacientes não-colaborativos e gestantes.

Os membros inferiores avaliados foram divididos em dois grupos de 15 extremidades de acordo com a faixa etária correspondente. O grupo A correspondeu aos pacientes com idade inferior a 40 anos, e o grupo B, àqueles com idade superior a 40 anos.

### Método

A avaliação hemodinâmica venosa de todos os pacientes pela pletismografia a ar foi realizada com equipamento Narcosul (UFRGS), de acordo com a técnica de exame definida por Christopoulos *et al.*<sup>7</sup>.

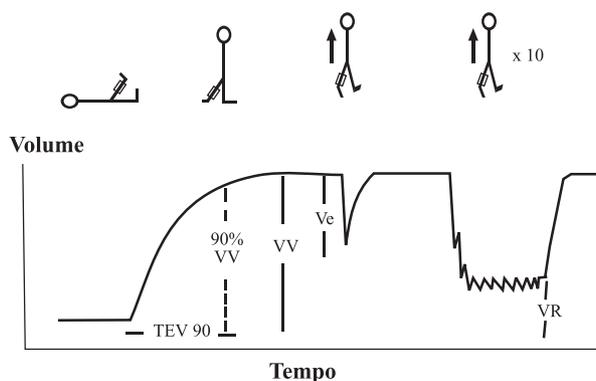
Inicia-se o exame com o paciente em posição supina e com o membro inferior a ser estudado elevado a 45°. Aguarda-se cinco minutos para o esvaziamento do sistema venoso. Coloca-se um manguito pneumático acoplado a um sensor computadorizado na perna do doente, desde o joelho até próximo à linha maleolar. Insufla-se até atingir 6 mmHg, para a calibragem do aparelho, com 50 ml de ar. Após ajustado o equipamento, o doente é colocado em posição ortostática, mantendo o membro inferior em estudo relaxado. Esta etapa proporciona enchimento venoso pelo afluxo arterial e também pelo refluxo venoso, até atingir um valor máximo correspondente ao volume venoso (VV). Noventa por cento do tempo de enchimento venoso (TEV90) corresponde à taxa de enchimento médio do sistema venoso até 90% do VV. O índice de enchimento venoso (IEV) é definido como 90% da relação entre o VV e o TEV90, ou seja,  $IEV = 90\%VV/TEV90$ .

Com o membro repleto de sangue, realiza-se manobra que consiste em deixar o paciente com o membro inferior estendido e nas pontas dos pés. O volume de sangue ejetado (Ve) pela panturrilha é, então, registrado. A fração de ejeção (FE) é calculada pela razão entre Ve e VV, ou seja,  $FE = Ve/VV \times 100\%$ . A seguir, com o membro repleto de sangue, 10 movimentos consecutivos são realizados, permanecendo o examinando ainda na mesma posição. O volume residual (VR) de sangue é medido durante os exercícios e em relação ao volume zero final. A fração do volume residual (FVR) é calculada como a razão entre o VR e o VV, ou seja,  $FVR = VR/VV \times 100\%$ . O paciente retorna à posição supina, com a perna elevada e em repouso, conforme ilustrado na Figura 1, a seguir.

Os parâmetros pletismográficos utilizados para a comparação entre os grupos foram VV, FVR, IEV, FE e TEV90s.

### Análise estatística

A média dos valores dos parâmetros pletismográficos (VV, FVR, IEV, FE e TEV90s) nos grupos A e B foi comparada pelo teste *t* de Student.

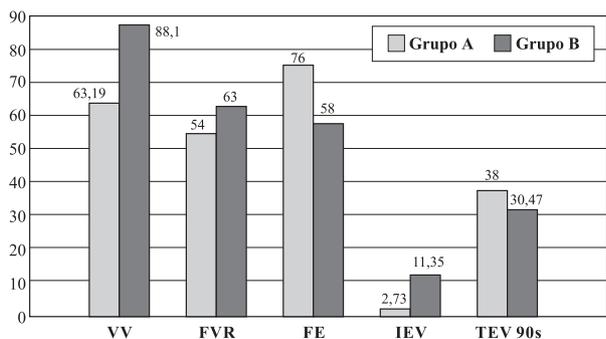


**Figura 1** - Esquema demonstrando a técnica de exame e a obtenção dos parâmetros pletismográficos.

**Resultados**

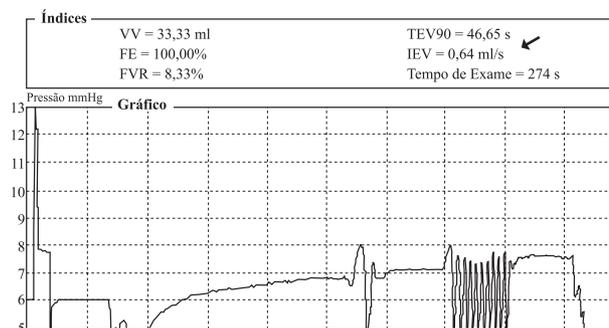
Das 30 extremidades avaliadas, 10 corresponderam ao grau 1 e 20 corresponderam ao grau 2 de IVC. No grupo A, seis membros inferiores corresponderam ao grau 1 e nove ao grau 2. No grupo B, quatro membros eram do grau 1 e 11 do grau 2.

De todos os parâmetros pletismográficos analisados nos grupos A e B, a FE e o IEV foram os que melhor discriminaram os grupos estudados, demonstrando diferenças estatisticamente significativas ( $P = 0,05$  e  $P = 0,048$ , respectivamente) no funcionamento da bomba muscular nos pacientes acima e abaixo de 40 anos, conforme demonstrado na Figura 2, a seguir.

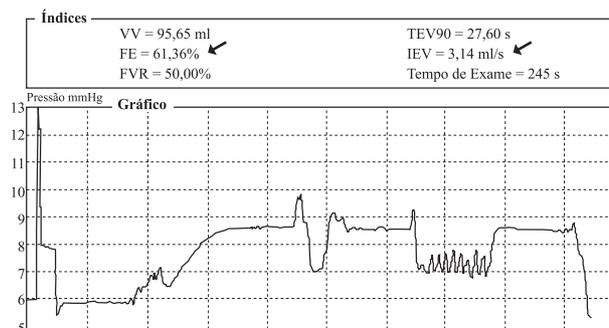


**Figura 2** - Comparação dos parâmetros pletismográficos entre os pacientes com idade abaixo (A) e acima (B) de 40 anos.

Exemplos de pletismografias a ar realizadas em indivíduo normal e com alteração da bomba muscular podem ser observados nas Figuras 3 e 4, a seguir.



**Figura 3** - Exemplo de pletismografia a ar realizada em paciente com idade abaixo de 40 anos e funcionamento normal da bomba muscular da panturrilha. Note (seta) o IEV normal.



**Figura 4** - Avaliação pletismográfica de paciente acima de 40 anos com alterações (setas) na FE e no IEV.

**Discussão**

Diferentemente do sistema arterial periférico, que é influenciado por altas pressões transmuralis, o sistema venoso é mais afetado por pressões externas, formando uma unidade funcional com os tecidos circundantes<sup>3</sup>.

Há mudanças evidentes na parede venosa e na função da bomba muscular, como um fator vital na fisiopatologia da doença venosa<sup>3</sup>. Gibbs et al. sugerem que as veias soleares tornam-se dilatadas e tortuosas com a idade.<sup>4</sup> Além disso, estudos têm demonstrado que a flexão dorsoplantar decresce com a idade, sendo aproximadamente 15% menor na oitava década de vida quando comparada à terceira<sup>8,9</sup>.

Uma maior incidência de TVP tem sido relatada no pós-operatório em pacientes acima de 40 anos de idade quando comparados àqueles de faixa etária inferior. A perda da elasticidade das veias soleares com a idade, o decréscimo da massa muscular da bomba venosa e a maior incidência de associação com outras doenças (neoplasia, cardiopatia, doença pulmonar obstrutiva)

podem explicar a alta predisposição de eventos tromboembólicos em indivíduos idosos<sup>10</sup>.

A pressão venosa ambulatorial é considerada o método ideal na avaliação hemodinâmica de pacientes com IVC. Contudo, devido à característica de invasibilidade, seu papel no seguimento rotineiro desses pacientes ainda é discutido<sup>4</sup>. Além disso, Bays et al. demonstraram que os valores da FVR na pletismografia a ar apresentam boa correlação com a pressão venosa ambulatorial<sup>11</sup>.

Schina et al., estudando pessoas voluntárias normais de diferentes idades, evidenciaram que o VV e a FE foram significativamente menores em pacientes idosos e que a FVR estava significativamente aumentada. O aumento da FVR em pacientes idosos pode ser atribuído à fadiga ou à efetividade diminuída da bomba muscular, associada ou não ao refluxo venoso<sup>4</sup>.

Labropoulos et al. estudaram pacientes com idades inferiores a 60 anos que apresentavam IVC com menos de 10 anos de duração e sem história de trombose venosa profunda. Os autores relataram não ter encontrado diferença estatisticamente significativa na FE entre os vários graus de IVC<sup>5</sup>. No entanto, de acordo com Bermudez<sup>2</sup>, a FE e a FVR são as variáveis pletismográficas que melhor quantificam a função da bomba muscular<sup>2</sup>. Em contraste com a FE, que não depende do refluxo, a FVR depende tanto do refluxo como da capacidade de ejeção da bomba muscular<sup>12</sup>.

Sugimoto et al. descreveram o caso de um paciente masculino com úlcera de perna refratária ao tratamento conservador rigoroso, no qual a flebografia demonstrava ausência de obstrução venosa profunda e refluxo venoso. Contudo, a pletismografia a ar revelou severa falência da bomba muscular da panturrilha como causa da estase venosa<sup>13</sup>. Nesse mesmo estudo, a FE foi considerada o melhor parâmetro pletismográfico de avaliação da bomba muscular.

No presente estudo, a FE e o IEV foram os parâmetros que melhor discriminaram o funcionamento da bomba muscular. Apesar de os valores da FVR terem sido maiores nos pacientes acima de 40 anos (grupo B), a diferença não foi estatisticamente significativa, talvez devido ao tamanho da amostra utilizada. No entanto, a presença de eventual refluxo nos pacientes de grau 2, em maior número no grupo B, mesmo assintomáticos, pode ter contribuído para a significância estatística do IEV como um parâmetro discriminador da deterioração da bomba muscular da panturrilha.

Apesar das limitações do estudo (tamanho da amostra, eventual presença de refluxo nos pacientes de grau 2 e não utilização de um método de imagem para excluir trombose venosa profunda), os autores concluem que existem evidências de alteração no funcionamento da bomba muscular da panturrilha com o decorrer da idade, sendo que, neste trabalho, a FE e o IEV apresentaram-se como os parâmetros mais fidedignos para esta avaliação.

### Referências

1. Goldman MP. Anatomia e Histologia do Sistema Venoso das Extremidades Inferiores. Goldman MP. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interlivros; 1995.p.9-29.
2. Bermudez K, Knudson M, Morabito D, Kessel. Fasciotomy, chronic venous insufficiency, and the calf muscle pump. Arch Surg 1998;133:1356-61.
3. Neglén P, Raju S. The pressure/volume relationship of the calf: A measurement of vein compliance? J Cardiovasc Surg 1995;36(3):219-24.
4. Schina MJ, Neumyer MM, Healy DA, et al. Influence of age on venous physiologic parameters. J Vasc Surg 1993;18:749-52.
5. Labropoulos N, Giannoukas AD, Nicolaides AN, et al. The role of venous reflux and calf muscle pump function in nonthrombotic chronic venous insufficiency. Arch Surg 1996;131:403-6.
6. Porter JM, Moneta GL. An International Consensus Committee on Chronic Venous Disease. J Vasc Surg 1995;21:635-45.
7. Christopoulos DG, Nicolaides NA, Szendro G, et al. Air-plethysmography and the effect of elastic compression on venous hemodynamics of the leg. J Vasc Surg 1987;5:148-59.
8. Grimston SK, Nigg BM, Hanley DA, et al. Differences in ankle joint complex range of motion as a function of age. Foot Ankle 1993;14:215-22.
9. Allinger TL, Engsborg JR. A method to determine the range of motion of the ankle joint complex, in vivo. J. Biomechanics 1993;26:69-76.
10. Adams JG, Sliver D. Deep Venous Thrombosis & Pulmonary Embolism. In: Dean RH, Yao JST, Brewster DC. Current Vascular Surgical Diagnosis and Treatment. Connecticut: Appleton & Lange; 1995. p. 375-90.
11. Bays RA, Healy DA, Atnip RG, Neumyer M, Thiele BL. Validation of air plethysmography, photoplethysmography, and duplex ultrasonography in the evaluation of severe venous stasis. J Vasc Surg 1994;20:721-7.
12. Christopoulos D, Nicolaides AN, Cook A, Irvine A, Galloway JMD, Wilkinson A. Pathogenesis of venous ulceration in relation to the calf muscle pump function. Surgery 1989;106:829-35.
13. Sugimoto T, Okada M, Fukuoka M, et al. Surgical treatment of refractory venous stasis ulcer due to a severe impairment of calf muscle pump function: Evaluation by air plethysmography. Angiology 1996;47(12):1167-71.

### Correspondência:

Dr. Carlos Alberto Engelhorn  
Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 1720/901  
CEP 81200-110 - Curitiba - PR  
Tel.: (41) 279.1241 – Fax: (41) 362.0133  
E-mail: engelhor@bsi.com.br