

# Messung der hämodynamischen Leistungsfähigkeit medizinischer Kompressionsstrümpfe durch Luftplethysmographie

C. R. Lattimer

Josef Pflug Vascular Laboratory, Ealing Hospital & Imperial College, West London Vascular and Interventional Centre, London, UK

## ▲ Einleitung

Hauptaufgabe des venösen Systems ist die Rückbeförderung des Blutes zum Herzen. Bei den Beinvenen muss der Rückfluss im Gegensatz zu den anderen Venennetzen gegen die Schwerkraft sichergestellt werden. Bedingungen, die den Rückfluss (Insuffizienz) hier erschweren, sind Reflux, Obstruktion, schwache Muskelpumpe, Tonusverlust (nach TVT und mit zunehmendem Alter) und längeres Stehen/Sitzen (physiologische venöse Insuffizienz). Diese Elemente können mit der Luftplethysmographie gemessen werden (LPG) (ACI Medical LLC, CA, USA), einer nichtinvasiven Untersuchung, die Wadenvolumen-Veränderungen (absolutes Volumen und Rate) als Antwort auf verschiedene Provokations-Manöver quantifizieren kann.

Medizinische Kompressionsstrümpfe (MKS) wirken allen Rückflusshindernissen in unterschiedlichem Ausmaß entgegen. Ziel der Studie war es zu untersuchen, inwiefern MKS den venösen Rückfluss bei gesunden Freiwilligen und bei Patienten mit Varikose (VV), postthrombotischem Syndrom (PTS) und Lymphödem (Lymph) verbessern.

## Methode

Zwölf Beine aus jeder der vier Gruppen (n=12) wurden mit und ohne knielange MKS (VenoTrain®, Bauerfeind AG), Kompressionsklasse (KKL) 1 (18-21 mmHg) und Kompressionsklasse 2 (23-32 mmHg), getestet (1). Folgende Provokations-Manöver wurden durchgeführt: gravitationsbedingt mit Hängenlassen und Anheben der Beine, obstruktiv durch Verwendung einer Oberschenkelmanschette, die unterschiedlich stark aufgepumpt wurde, und Test der Wadenvenenpumpe durch Zehenspitzenmanöver.

Die Luftsensormanschette der LPG wurde um die Wade platziert (ohne/mit MKS), um Volumenveränderungen als Antwort auf diese Manöver aufzuzeichnen. Es wurden

Referat zu: **Haemodynamic Performance of Low Strength Below Knee Graduated Elastic Compression Stockings in Health, Venous Disease, and Lymphoedema.** Eur J Vasc Endovasc Surg. 2016 Jul;52(1):105-112.

standardisierte LPG-Parameter-Endpunkte als Ersatzmarker für venöses Pooling, Reflux, Obstruktion (2), Tonus/Rückstoß und Pumpfähigkeit verwendet.

## Ergebnisse

Die zwischen Strumpf und Haut gemessenen Anpressdrücke (PicoPress®, Microlab Elettronica, Italien) waren am Knöchel

signifikant höher als an Wadenmitte, was eine signifikant graduierte Kompression bestätigte. Ebenso waren sie an beiden Messpunkten bei allen vier Gruppen mit KKL-2-MKS höher als mit KKL-1-MKS. Wie in Tabelle 1 zu sehen ist, verbesserte sich die VV-Gruppe bei den meisten Parametern mit einer signifikanten Reduktion von venösem Pooling und Reflux bei Verwendung der geringen Kompressionsstärke. Dies entspricht dem Effekt ablativer Interventionen.

Die Kontrollgruppe zeigte eine signifikante Verbesserung bei Tonus/Elastizität bei Nutzung der Ausflussfraktion und IMPIV-Parametern (IMPIV = zunehmender Druck, der eine maximale Steigerung des Volumens verursacht), aber keine Verbesserung des venösen Poolings, weil zuvor kein Pooling vorhanden war.

Bei der PTS-Gruppe gab es nur bei einzelnen Patienten Verbesserungen, was die heterogenen Eigenschaften der hämodynamischen Störungen bei PTS widerspiegelt (4, 5). Zum Beispiel zeigte der venöse Drainageindex (VBI) eine fünffache Verbesserung bei dem einzigen Patienten mit einer Vena-iliaca-Okklusion von 2,4 ml/s auf 13,3 ml/s mit einem KKL-2-MKS.

## Schlussfolgerung

Die Funktionsweise der MKS scheint vom hämodynamischen Krankheitsprofil des Patienten abzuhängen. Die VV-Gruppe reagierte durch die homogene Natur der Erkrankung statistisch am meisten wie eine Gruppe mit umfassender Reduktion des venösen Poolings und des

Parameter	Gruppe	keine Kompression	18–23 mmHg	P (Wilcoxon)
wVV (ml) <sup>a</sup>	VV	132,9 (109–146,3)	93,4 (74,2–112,7)	0,019
VFI (ml/s) <sup>b</sup>	VV	4,6 (3–7,1)	3,1 (1,9–5)	0,019
OF (%) <sup>c</sup>	VV	46,9 (39,3–58,2)	56,1 (49,6–64,1)	0,023
EF (%) <sup>d</sup>	VV	37,4 (26,1–46,8)	44,6 (33,5–46,9)	N/S
IPMIV (mmHg) <sup>e</sup>	VV	20 (12,5–20)	30 (30–40)	0,002
wVV (ml)	Kontrolle	80,2 (66,9–138,5)	89,3 (58,4–117,4)	N/S
OF (%)	Kontrolle	43,1 (37,8–50,1)	49,5 (47,6–53,2)	0,019
IPMIV (mmHg)	Kontrolle	20 (20–30)	40 (30–50)	0,003
OF (%)	PTS	36,1 (27,5–47,1)	42,1 (30,6–45,4)	N/S
IPMIV (mmHg)	Lymph	20 (20–30)	40 (30–50)	0,003

a: Arbeits-Venenvolumen. Marker des venösen „Poolings“.  
b: Venöser Füllungsindex. Marker des venösen Refluxes.  
c: Ausflussfraktion. Marker der venösen Elastizität/Rückstoßes.  
d: Ausstoßfraktion. Marker der Venenpumpe.  
e: zunehmender Druck, der eine maximale Steigerung des Volumens verursacht. Marker der In-vivo-Kompressionsstärke.

Tab. 1: Zehn Parameter der vier Studiengruppen (n = 12/Gruppe), ausgedrückt als Medianwert (Interquartilsabstand). VV: Varikose; PTS: postthrombotisches Syndrom; Lymph: Lymphödem; N/S: nicht signifikant.

Refluxes. Die PTS-Gruppe verhielt sich am wenigsten wie eine Gruppe. Viele Parameter verbesserten sich bei individuellen PTS-Patienten, was ihre spezielle hämodynamische Komponente widerspiegelt, aber als gesamte Gruppe lag kein statistischer Unterschied vor.

Diese Arbeit verdeutlicht die Wichtigkeit umfassender Untersuchungen, um die hämodynamische Störung jedes individuellen Patienten sowie seine Reaktion auf Kompression zu definieren. Leistungsfähigkeitstests von MKS mithilfe der LPG können dabei helfen, die Patienten herauszufinden, die am meisten von der Kompressionstherapie profitieren.

## Literatur

1. Lattimer CR, Kalodiki E, Azzam M, et al. Haemodynamic performance of low strength below knee graduated elastic compression stockings in health, venous disease and lymphoedema. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2016;52(1):105–112.
2. Lattimer CR, Doucet S, Geroulakos G et al. Validation of the novel venous drainage index with step-wise increases in thigh compression pressure in the quantification of venous obstruc-

- tion. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord* 2016 [in press].
3. Lattimer CR, Kalodiki E, Kafeza M et al. Quantifying the degree graduated elastic compression stockings enhance venous emptying. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2014;47(1):75–80.
4. Lattimer CR, Geroulakos G, Kalodiki E. Calf volume changes with venous occlusion plethysmography in assessment of patients after deep vein thrombosis. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord* 2014;2(4):416–423.
5. Lattimer CR, Kalodiki E, Azzam M et al. Validation of the Villalta scale in assessing post-thrombotic syndrome using clinical, duplex, and hemodynamic comparators. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord* 2014;2(1):8–14.

## Korrespondenzadresse

Chris Lattimer, MBBS FRCS MS FdIT PhD  
Josef Pflug Vascular Laboratory  
Ealing Hospital & Imperial College  
West London Vascular and  
Interventional Centre  
Uxbridge Road UB1 3HW, London, UK  
E-Mail: c.lattimer09@imperial.ac.uk

