

Schlüsselwörter: tiefe Venenthrombose, AIK, Ein-Kammer, Mehr-Kammer, Dehnungsmeßstreifen-Plethysmographie.

Bewertung der apparativen intermittierenden Kompression (AIK) durch Dehnungsmeßstreifen-Plethysmographie 1-Kammer- Mehr-Kammer-System

Quelle:

Studie von A. Abu-Own, J.H. Scurr and P.D. Coleridge Smith
Department of Surgery, University College and Middlesex School of Medicine, London, UK

Assessment of Intermittent Pneumatic compression by Strain-Gauge Plethysmography

Veröffentlicht in Phlebology (1993) 8:68-71

ÜBERSICHT

Zielsetzung:

Der Vergleich der physiologischen Wirkungen von sequentiell-gradienten pneumatischen Kompressionsgeräten (SCD = sequential compression device) und pneumatischen Ein-Kammer-Kompressionsgeräten (Venodyne).

Untersuchungsaufbau:

Eine Patientengruppe mit Crossover-Behandlung.

Ort:

Department of Surgery, University College und Middlesex Hospital, London, UK.

Versuchsteilnehmer:

Es wurden 34 Beine von 17 normalen Patienten untersucht.

Interventionen:

Ein Bein wurde mit sequentiell-gradienter Kompression, das andere mit Ein-Kammer-Kompression 10 Minuten behandelt. Für weitere 10 Minuten Behandlungsdauer wurden die Kompressionsgeräte vertauscht.

Messung der Wirkung:

Gemessen wurden die Zunahme des Fußvolumens (distale Venenerweiterung) als Reaktion auf die beiden Kompressionsmethoden und die darauffolgende Abnahme des Fußvolumens (distale Venenentleerung). Die Gesamtreduzierung des Fußvolumens (Nettoeffekt) während der Kompressionsdauer wurde berechnet.

Ergebnisse:

Die Ergebnisse lassen erkennen, dass der Nettoeffekt eine Abnahme des Fußvolumens (durchschnittliche Abnahme 0.35 ml%, 95% CI: 0.21% bis 0.45%) bei der SCD (Mehrkammer) war, während es bei Venodyne (Einkammer) zu keiner Veränderung kam (durchschnittliche Abnahme 0.09 ml%, 95% CI: -0.25% bis 0.22%).

Schlußfolgerung:

Wir schließen aus dem Versuch, daß die sequentielle, intermittierende pneumatische Kompression der Waden und Oberschenkel wahrscheinlich weniger distale Blutstauungen und Fußschwellungen verursacht als die Ein-Kammer-Kompression der Waden.

Einleitung

Die apparative intermittierende Kompression (AIK) wird in großem Umfang bei der Prophylaxe tiefer Venenthrombosen eingesetzt (DVT, deep vein thrombosis) und in jüngster Zeit auch als begleitende Maßnahme in der Behandlung von Patienten mit chronischer Veneninsuffizienz.

Im Zusammenhang mit der Prävention von DVT, die nach wie vor ein ständiges Problem ist, haben mehrere Studien gezeigt, dass das Auftreten von DVT durch eine perioperative Behandlung der unteren Extremitäten mit AIK reduziert wird. Diese Methode kann entweder allein oder in Verbindung mit anderen mechanischen oder pharmakologischen Methoden zur Thromboseprophylaxe eingesetzt werden. Ihre Verwendung in Kombination mit gradienten Kompressionsstrümpfen hat sich als erfolgreicher erwiesen als der Einsatz dieser beiden Methoden allein. In einer fallbezogenen Metaanalyse wurde das Auftreten von DVT von einem Durchschnitt von 27% auf 4,5% bei Patienten reduziert, die mit Kompressionsstrümpfen und prophylaktischer AIK behandelt wurden. Sie ist unkompliziert in der Anwendung und frei von Blutungskomplikationen, die unter Umständen mit pharmakologischer Therapie in Zusammenhang gebracht werden können. Es wird angenommen, daß die AIK die Geschwindigkeit des Blutflusses in den tiefen Venen erhöht, was von großer Bedeutung ist, da man ebenfalls annimmt, dass venöse Stauungen, einer der Faktoren in der Virchow-Trias, Thrombosen verursachen können.

Der Einsatz der AIK in der Behandlung von Patienten mit chronischer Veneninsuffizienz hat erst in jüngerer Zeit stattgefunden. Sie basiert auf der Beobachtung, dass durch die Behandlung mit AIK die Venendrainage der Extremitäten verbessert und Ödeme reduziert werden können. In einer Studie über die Heilung von Ulcerationen wurde bei Patienten, die täglich 4 Stunden mit AIK behandelt wurden, eine wesentlich schnellere Heilung beobachtet, als bei den Patienten der Kontrollgruppe.

AIK kann angewendet werden entweder als einheitliche Kompression des gesamten Gliedmaßes unter Verwendung eines Ein-Kammergeräts oder alternativ mit Hilfe einer Reihe einzelner Kammern, die sequentiell vom Fußgelenk aufwärts bis zum Oberschenkel aufgepumpt werden, um eine Venenentleerung zu bewirken. Letztere Methode wurde zum Einsatz in der Prävention von DVT entwickelt und in vielen Studien untersucht, die ihre Wirksamkeit bestätigt haben. Es wurde berichtet, daß die sequentiell-gradiente, pneumatische Kompression der Waden und Oberschenkel im Vergleich zur Ein-Kammer-Kompression der Waden eine schnellere Entleerung der Beine von Röntgenkontrastmitteln erzeugte. Ein mögliches Risiko bei externer pneumatischer Kompression ist, dass venöses Blut in den distalen Venen eingeschlossen werden kann. Die daraus resultierende Stauung und Venenerweiterung können die Bildung von DVT begünstigen. Laborstudien hydraulischer Modelle legen die Vermutung nahe, dass eine durchgängige Kompression einen unerwünschten Stauungseffekt zur Folge haben könnte.

Die vorliegende Studie wurde durchgeführt, um die hämodynamischen Wirkungen von sequentiell-gradienten und Ein-Kammer-Geräten unter Verwendung einer Dehnungsmeßstreifen-Plethysmographie des Fußes zur Bewertung des Ausmaßes der distalen Venenfüllung und -entleerung als Reaktion auf die AIK zu vergleichen.

Patienten und Methoden

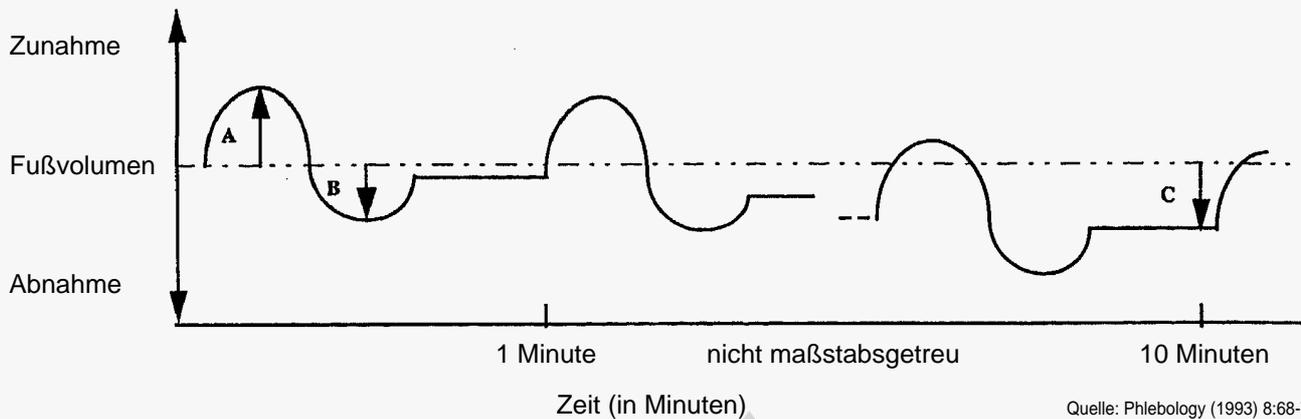
Siebzehn Freiwillige (11 Frauen, 6 Männer), Durchschnittsalter 57 Jahre (29 -78 Jahre), ohne klinische Anzeichen arterieller oder venöser Erkrankungen, wurden im Middlesex Hospital Vascular Laboratory untersucht. Alle Versuchsteilnehmer waren vollständig über Zweck und Methoden der Studie informiert und nahmen freiwillig an der Untersuchung teil.

Die bei der intermittierenden pneumatischen Kompression eingesetzten Geräte

Zwei verschiedene AIK-Geräte wurden verwendet. Das sequentielle, aus mehreren Kammern bestehende Gerät der Firma Kendall Healthcare Products (Mansfield, Massachusetts, USA) übt in regelmäßiger Folge einen Druck von 40-55 mmHG auf die untere und obere Wade und den Oberschenkel aus, wobei der Druck innerhalb von 12 Sekunden pro Minute vom Fußgelenk aufwärts bis zum Oberschenkel erhöht wird. Das nur aus einer Kammer bestehende Gerät der Firma Venodyne (Needham Heights, Massachusetts, USA) führt lediglich eine einheitliche Wadenkompression aus; ein Druck von 60 mmHG wird 5 Sekunden pro Minute ausgeübt.

Dehnungsmeßstreifen-Plethysmographie (SGP = strain-gauge plethysmography)

Ein 24 cm langer Dehnungsmeßstreifen (SG24) (Medasonics, Fremont, Kalifornien, USA) wurde an jedem Fuß angebracht und an einen Vorverstärker angeschlossen, der im Venenmodus betrieben wurde. Nach der Stabilisierung wurden die SGP-Abtastspuren beider unterer Extremitäten kontinuierlich mit einem Computersystem zur Datenerfassung aufgezeichnet. Auf diese Weise können sowohl die unmittelbaren als auch die langfristigen Veränderungen des Fußvolumens überwacht werden. Der Computer digitalisiert beide Abtastspuren viermal pro Sekunde, wodurch plötzliche Änderungen im SGP-Output überwacht werden können. Die Auflösung des Datenaufzeichnungssystems ist besser als 0,1%, wodurch eine für die Analyse ausreichende Genauigkeit der Daten gewährleistet wird. Die Abtastspuren wurden auf der Festplatte des Computers gespeichert und anschließend mit Hilfe einer speziellen Software analysiert, die es ermöglicht, die Daten zu analysieren und gleichzeitig die Genauigkeit der Originaldaten beizubehalten. Bei der Analyse wurde keine Darstellung der Daten auf Papierversion verwendet.



Quelle: Phlebology (1993) 8:68-71

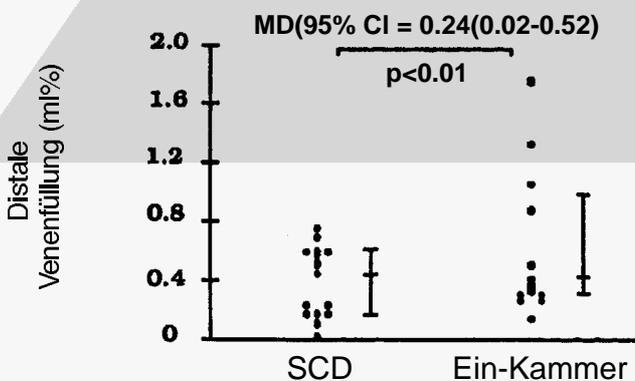
Abb.1 Diagrammatische Darstellung der SGP-Abtastspuren des Fußes A, distale Venendistension; B, distale Venenentleerung; C, Nettoeffekt auf das Fußvolumen

Vorgehensweise

Die Versuchsteilnehmer wurden aufgefordert, 15 Minuten auf dem Rücken zu liegen. Dann wurde die sequentiell-gradiente, pneumatische Kompression an ein Bein und die Ein-Kammer-Kompression an das andere Bein angelegt. Die Kompressionsgeräte wurden so eingestellt, dass beide zu Beginn der Meßzeit den gleichen Druck in den Manschetten erzeugten. Die IPC wurde dann für eine Dauer von 10 Minuten ausgeübt. Während dieses Zeitraums wurden die Abtastspuren der Dehnungsmeßstreifen kontinuierlich aufgezeichnet. Anschließend wurden die Kompressionsgeräte für eine Behandlungsdauer von weiteren 10 Minuten an das jeweils andere Bein angelegt. Während dieser Zeit wurden die Änderungen des Fußvolumens mit Hilfe des Dehnungsmeßstreifensystems aufgezeichnet.

Analyse der Daten

Die Zunahme des Fußvolumens (distale Venenerweiterung) als Reaktion auf die beiden Kompressionsmethoden und die darauffolgende Abnahme des Fußvolumens (distale Venenentleerung) wurden gemessen und ausgedrückt in Milliliter pro 100 ml (oder ml%).



Quelle: Phlebology (1993) 8:68-71

Abb.2 Distale Venenfüllung während der Deflation der Manschette; Vergleich von sequentiell-gradientem Gerät (SCD) zur intermittierenden pneumatischen Kompression und Ein-Kammer-Gerät zur intermittierenden pneumatischen Kompression. MD (95% CI) = durchschnittliche Differenz (95% CI); p = Wilcoxon's matched-pair signed rank test; Deskriptoren sind Mittelwerte und Quartilabstände.

Diese Daten wurden ermittelt, indem an sechs zufällig ausgewählten Zeitpunkten die Abtastspuren gemessen wurden. Aus diesen Ergebnissen wurde dann ein Mittelwert errechnet. Der Nettoeffekt auf das Fußvolumen während der Kompressionszeit wurde ebenfalls gemessen, d.h. die Differenz zwischen den Basisniveaus zu Beginn und am Ende der Aufzeichnung (Abb.1).

Eine statistische Analyse wurde durchgeführt unter Verwendung von Wilcoxon's matched-pair signed rank-Test. Die 95% confidence intervals (95% CI) wurden nach der Wilcoxon-Methode berechnet, um die Größenunterschiede darzustellen. Die verwendeten Deskriptoren waren statistische Mittelwerte und Quartilabstände (IQR = interquartile range). Die statistische Berechnung wurde durchgeführt unter Verwendung des Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, USA) und der Confidence Interval Analysis, CIA, veröffentlicht im British Medical Journal, London, UK).

Ergebnisse

Die Zunahme des Fußvolumens (distale Venenfüllung) war beim Ein-Kammer-Gerät deutlich höher als bei dem sequentiellen Gerät. Die durchschnittliche Differenz des Fußvolumens als Reaktion auf die Behandlung betrug 0.24 ml% (95% CI: 0.02 bis 0.52, $p < 0.01$) (Abb.2). Die auf jede Kompression folgende Abnahme des Fußvolumens (distale Venenentleerung) war bei dem sequentiellen Gerät deutlich größer, wobei die durchschnittliche Differenz zwischen den beiden Systemen 0.17 ml% betrug (95% CI: 0.11 bis 0.34, $p < 0.01$) (Abb.3). Der Effekt auf das Fußvolumen war beim sequentiellen Kompressionsgerät eine Abnahme des Volumens (durchschnittliche Abnahme 0.35 ml%, 95% CI: 0.21% bis 0.45%, $p < 0.001$), während bei dem Ein-Kammer-Gerät keine bedeutsame Änderung festzustellen war (durchschnittliche Abnahme 0.09 ml%, 95%CI: -0.25% bis 0.22%, $p = 0.10$). Eine signifikante Differenz zwischen den Nettoeffekten der beiden Geräte wurde festgestellt (durchschnittliche Differenz 0.17 ml%, 95%CI: 0.11 bis 0.42, $p < 0.05$), wobei das sequentielle Gerät zu einer größeren Reduzierung des Fußvolumens führte als das Venodyne-Gerät (Abb.4).

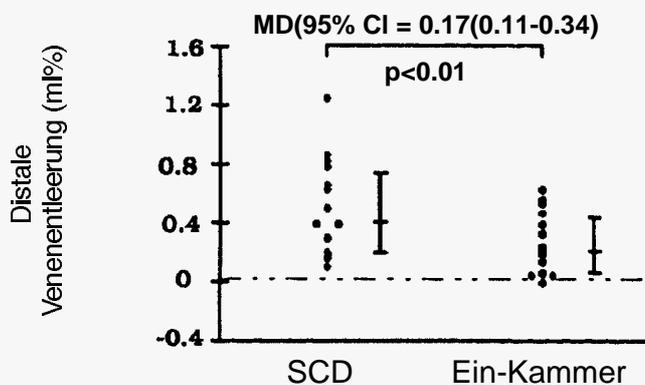


Abb.3 Distale Venenentleerung; Vergleich von sequentiell-gradientem Gerät (SCD) zur intermittierenden, pneumatischen Kompression und Ein-Kammer-Gerät zur intermittierenden, pneumatischen Kompression. MD (95% CI) = durchschnittliche Differenz (95% CI); p = Wilcoxon's matched-pair signed rank test; Deskriptoren sind Mittelwerte und Quartilabstände. Quelle: Phlebology (1993) 8:68-71

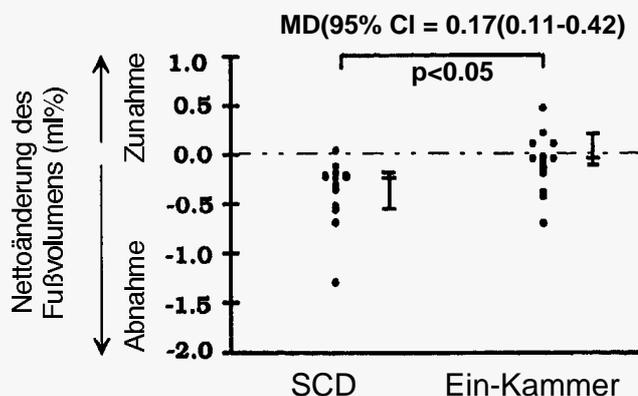


Abb.4 Nettoänderung des Fußvolumens; Vergleich von sequentiell-gradientem Gerät (SCD) zur intermittierenden, pneumatischen Kompression und Ein-Kammer-Gerät zur intermittierenden, pneumatischen Kompression. MD (95% CI) = durchschnittliche Differenz (95% CI); p = Wilcoxon's matched-pair signed rank test; Deskriptoren sind Mittelwerte und Quartilabstände. Quelle: Phlebology (1993) 8:68-71

Diskussion

In dieser Studie wurde eine objektive Methode zur Bewertung der distalen Venenerweiterungen als Reaktion auf die AIK der unteren Gliedmaßen durch zwei verschiedene Geräte angewandt. Eine Fehlerquelle des sequentiellen Kompressionsgerätes haben wir so gut wie möglich eliminiert, indem wir einen Dehnungsmeßstreifen an den Fuß angelegt haben, d.h. außerhalb des Bereichs der Extremität, der komprimiert wurde. Zusätzlich haben wir die Wirkung beider Kompressionsmethoden der Reihe nach an beiden Gliedmaßen untersucht, um zu gewährleisten, daß eine wirkliche Vergleichbarkeit der Ergebnisse besteht. Mit Hilfe des Computersystems zur Datenerfassung wurden die Abtastspuren der Dehnungsmeßstreifen viermal pro Sekunde gesampelt, so daß unmittelbare wie langfristige Änderungen bei der Datenaufzeichnung erfaßt werden konnten. Die Daten wurden mit hoher Präzision aufgezeichnet (>0.1%), so dass die Daten wesentlich genauer analysiert werden konnten, als es bei einer Aufzeichnung auf Papier möglich gewesen wäre. In den Arbeiten von "Kamm" wurde angedeutet, dass die Ein-Kammer-Kompression zu einer signifikanten distalen Venenerweiterung führt. Es ist sicherlich so, dass sowohl bei dem Ein-Kammer-Gerät als auch bei dem sequentiellen Gerät eine Zunahme der Venenerweiterung im Fuß beobachtet wurde, während die Manschetten aufgepumpt wurden. Dies reflektiert die Kompression des venösen Systems, die durch die pneumatischen Manschetten erreicht wurde. Es stellte sich heraus, dass die Venenerweiterung bei Verwendung des sequentiell-gradienten Kompressionsgerätes weniger stark ausgeprägt war als bei der Verwendung des Ein-Kammer-Gerätes. Mit großer Sorgfalt wurde darauf geachtet, daß beide Geräte dasselbe maximale Kompressionsniveau erreichten, so daß diese Unterschiede sich nicht darauf zurückführen ließen. Die Differenz in der Venenerweiterung ist nicht so stark ausgeprägt, wie es hypothetischen Überlegungen zufolge der Fall hätte sein können, aber sie sind in Abb. 2 deutlich zu erkennen. Nach der Entlüftungsphase der Manschetten wurde eine Phase der distalen Venenentleerung beobachtet, die bei den sequentiell-gradienten Kompressionsmanschetten effektiver war (Abb. 3). Diese Daten zeigen,

dass mit einem sequentiellen Gerät eine bessere Venenentleerung als mit einem Ein-Kammer-Kompressionsgerät erzielt werden kann, was die zunehmende Komplexität der sequentiellen Geräte bei der Reduzierung des Ausmaßes der Venenerweiterung rechtfertigt. Diese Überlegungen sind vor allem im Zusammenhang mit der DVT von Bedeutung, da die Venenerweiterung, wie bereits angedeutet, ein Teil des Mechanismus sein könnte, der zu DVT führt. Bei der Prophylaxe von DVT müssen Maßnahmen ergriffen werden, um einer solchen Venenerweiterung vorzubeugen. Bei einer Verwendung der AIK in der Behandlung von Venenulzeration wäre es wünschenswert, wenn das Kompressionsgerät die Ödeme der unteren Gliedmaßen reduziert und den venösen Rückfluß verbessert. Die Untersuchungsdauer der vorliegenden Studie läßt keine zuverlässige Bewertung der Effektivität der beiden Geräte in der Behandlung von Patienten mit Venenulzeration zu. Wir haben jedoch, als Bewertung der Gesamteffektivität der Kompressionsgeräte bezüglich der Reduzierung von Ödemen an den Gliedmaßen, die Änderung des Basisniveaus zwischen dem Beginn und dem Ende der Datenaufzeichnung gemessen (Nettoeffekt). Bei dem Ein-Kammer-Gerät konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden; bei dem sequentiellen Gerät ließ sich jedoch eine Reduzierung des Volumens der Gliedmaßen beobachten, die einer Reduzierung von Ödemen an den Gliedmaßen entspricht. Da alle Gliedmaßen, die untersucht wurden, mit beiden Kompressionsmanschetten behandelt wurden, kann die Differenz zwischen den untersuchten Extremitäten nicht zufällig sein, sondern muß als Wirkung der AIK angesehen werden. Wenn die Reduzierung von Ödemen an den Extremitäten das Ziel ist, bietet das sequentiell-gradiente Gerät mehr Vorteile als das Ein-Kammer-Gerät.

In dieser Studie wurden die physiologischen Wirkungen von kurzzeitiger AIK der unteren Extremitäten untersucht. Sie ist natürlich kein Ersatz für eine langfristige klinische Studie, in der die Effektivität der beiden Kompressionsgeräte verglichen werden kann, aber sie legt nahe, dass die sequentielle Kompression bei der Prophylaxe von DVT und der Behandlung von Patienten mit Ödemen an den unteren Gliedmaßen von Vorteil sein kann.