

# Prävention venöser Thromboembolien mit intermittierender pneumatischer Kompression



# Begrüßung

Als anerkannter und weltweit führender Anbieter verfügt Arjo über mehr als 40 Jahre Erfahrung in der Prävention venöser Thromboembolien. Unsere Reise begann in den 70er-Jahren mit dem Flowtronaire®-Gerät, als klinische VTE-Studien den schützenden Nutzen der intermittierenden pneumatischen Kompression (IPK) der tiefen Beinvenen eindeutig nachweisen konnten. Arjo war maßgeblich an der Entwicklung einfach zu bedienender, klinisch wirksamer IPK-Systeme beteiligt, um Einrichtungen auf der ganzen Welt bei ihren VTE-Programmen zu unterstützen.

Unser Flowtron-Portfolio zur aktiven Kompression (Active Compression System, ACS) wurde entwickelt, um Komfort, Verträglichkeit, Compliance und Benutzerfreundlichkeit in den Vordergrund zu stellen. Das Flowtron-System zur aktiven Kompression mit unserer Auswahl an Manschetten ist: bequem für den Patienten, einfach in der Handhabung für die Pflegekraft und klinisch wirksam bei der Anwendung einer intermittierenden Kompression – all dies trägt zu einer verbesserten Patienten-Compliance bei.

Wir sind uns bewusst, dass die klinische Entscheidungsfindung komplex ist und auf den besten verfügbaren klinischen Erkenntnissen basieren sollte. Wir laden Sie ein, diese klinische Broschüre mit Beispielen für einige der wichtigsten Nachweise zur Anwendung der IPK und speziell des *Flowtron ACS* als Teil eines VTE-Präventionsprogramms zu erkunden.

# Was ist eine venöse Thromboembolie (VTE)?

Die Blutgerinnung ist lebensnotwendig, aber nur dann, wenn sie sinnvoll ist, wie z. B. bei der Heilung einer Wunde oder nach einem Schnitt. Wenn das Blut jedoch an der falschen Stelle bzw. zur falschen Zeit gerinnt, können die Folgen lebensverändernd und oft tödlich sein.

## Tiefe Venenthrombose (TVT)

Entsteht ein Blutgerinnsel (Thrombose) in den tiefen Beinvenen (weniger häufig im Arm), spricht man von einer tiefen Venenthrombose bzw. TVT

## Lungenembolie (LE)

Wenn sich ein Teil des Gerinnsels löst, spricht man von einem Embolus, der durch die venöse Zirkulation wandern kann, bis er die Lunge erreicht: eine Lungenembolie bzw. LE

## Venöse Thromboembolie (VTE)

Venöse Thromboembolie (VTE) ist der Sammelbegriff für sowohl TVT als auch LE (siehe Abbildung 1)

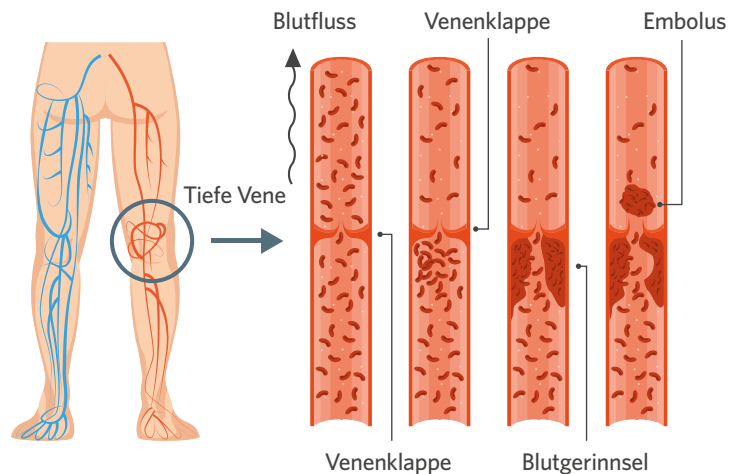


Abbildung 1: Venöse Thromboembolie

Jedes Jahr erleiden weltweit 10 Millionen Menschen eine VTE.<sup>1</sup>

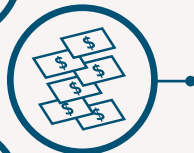
# Warum ist eine VTE so wichtig?

Die Nachfrage im Gesundheitswesen ist so groß wie nie zuvor, und angesichts knapper Budgets richtet sich das Augenmerk nun zunehmend auf unerwünschte klinische Ereignisse. Von besonderem Interesse sind Ereignisse wie die VTE, die häufig auftreten, hohe wirtschaftliche und humanitäre Kosten verursachen und weitgehend als vermeidbar gelten.<sup>2</sup>

Leider werden robuste Wirtschaftsdaten nicht laufend veröffentlicht, jedoch gibt es genügend Beweise dafür, dass eine VTE häufig tödlich ist oder oft mit kostspieligen und lebensverändernden Langzeitkomplikationen verbunden ist. Grund genug für eine gezielte Prävention.



**Die VTE ist die häufigste** vermeidbare Todesursache bei Krankenhauspatienten<sup>3</sup>



Die Kosten für die Behandlung vermeidbarer VTE werden auf bis zu **14,2 Milliarden US-Dollar pro Jahr** geschätzt, wobei dieser Betrag bei steigenden Kosten und Neuerkrankungen auf **39,3 Milliarden US-Dollar** steigt<sup>2</sup>



Jährlich werden bis zu **19,1 Milliarden US-Dollar** für die Behandlung von Langzeitkomplikationen nach einer VTE ausgegeben<sup>2</sup>



Circa **30 % der Patienten** sterben innerhalb von 30 Tagen nach einer VTE, wobei **25 % der unerwarteten stationären Todesfälle** bei der Autopsie mit PE diagnostiziert werden<sup>4</sup>



**Rund 1/3** der Patienten mit TVT erkranken an einem **postthrombotischen Syndrom** mit Schwellungen und Schmerzen<sup>4</sup>, und für 25 %<sup>5</sup> ist die daraus resultierende chronische Ulzeration mit erheblichen laufenden Behandlungskosten verbunden<sup>6</sup>

# Was verursacht eine VTE?

Die Pathophysiologie von VTE ist komplex und die Erkrankung wird ausgelöst, wenn mehrere Risikofaktoren, die zusammen als „**Virchow-Trias**“ bezeichnet werden (Abbildung 2), das Gleichgewicht der Homöostase kippen, was zur Gerinnelbildung führt <sup>7</sup>

## Venöse Stase

Umstände, die den Blutfluss in den tiefen Venen verlangsamen (Stase), erhöhen das VTE-Risiko.

- **Immobilität**, möglicherweise aufgrund von Alter, Gebrechlichkeit oder vorgeschriebener Bettruhe, ist ein eindeutiger Risikofaktor.
- **Physische Behinderungen** der tiefen Gefäße, entweder durch äußere Kräfte oder durch Druck von Tumoren und Lymphknoten, werden ebenso als Risikofaktoren angesehen wie frühere TVTs.

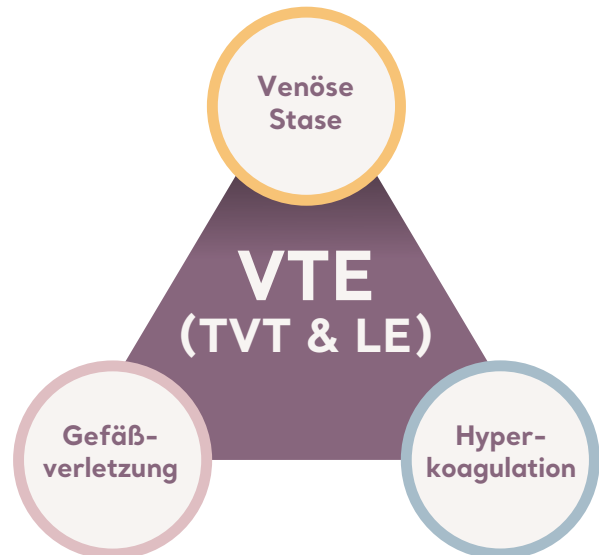
## Hyperkoagulation

Veränderungen in der Dichte und der Chemie des Blutes können die Gerinnungsneigung des Blutes erhöhen. Dies ist mit Bedingungen wie einfacher Dehydrierung bis hin zu Hypoxie, Malignität, Traumata, Hormontherapie, entzündlichen Systemerkrankungen und genetischer Veranlagung verbunden.

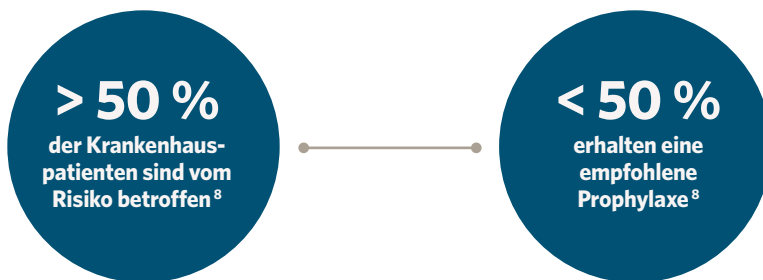
## Gefäßverletzung

Verletzungen können durch unfallbedingte Traumata oder durch medizinische Eingriffe wie chirurgische oder invasive Maßnahmen entstehen. Selbst die Dehnung eines Gefäßes kann die Blutgerinnungskaskade auslösen. Sobald es zu einer Verletzung kommt, löst eine Reihe von Ereignissen die Adhäsion von Blutplättchen und die eventuelle Bildung eines Blutgerinnsels aus; dieser Schutzmechanismus verschließt die Wunde und leitet den Heilungsprozess ein: Manchmal ist dieser Prozess unverhältnismäßig oder unangemessen.

Abbildung 2: Virchow-Trias



# Wer ist von dem VTE-Risiko betroffen?



Wenn ein oder mehrere Risikofaktoren vorhanden sind (Abbildung 3),<sup>9</sup> ist jeder, von einer jungen Mutter bis hin zu einem gebrechlichen älteren Menschen mit eingeschränkter Mobilität, durch eine VTE gefährdet.

Besonders gefährdet sind stationäre chirurgische Patienten<sup>10</sup>, da die Operation selbst aufgrund der Anästhesie (Hyperkoagulabilität), der Muskelentspannungsmittel (Stase) und des chirurgischen Eingriffs (Gefäßschädigung) den größten Risikoanstieg verursacht.

Mittlerweile steht fest, dass auch nicht-chirurgische Patienten ein hohes VTE-Risiko haben. Das Bewusstsein der Notwendigkeit der Prophylaxe bei Hochrisikogruppen wie Intensivmedizin, Krebs, Geburtshilfe, Bariatrie, Schlaganfall und älteren geriatrischen Patienten hat in den letzten Jahren stetig zugenommen.

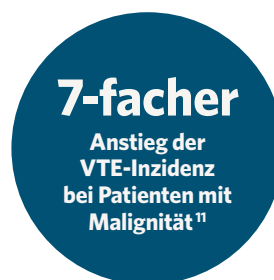


Abbildung 3: VTE-Risikofaktoren<sup>9</sup>

## Stase

- Muskelentspannungsmittel während der Operation
- Operationen, Traumata, Immobilität, Parese
- Zunehmendes Alter
- Schwangerschaft und Wochenbett
- Herz- oder respiratorische Insuffizienz
- Adipositas

## Gefäßverletzung

- Operation
- Frühere tiefe Venenthrombose
- Rauchen
- Krampfadern
- Zentralvenöse Katheterisierung

## Hyperkoaguabilität

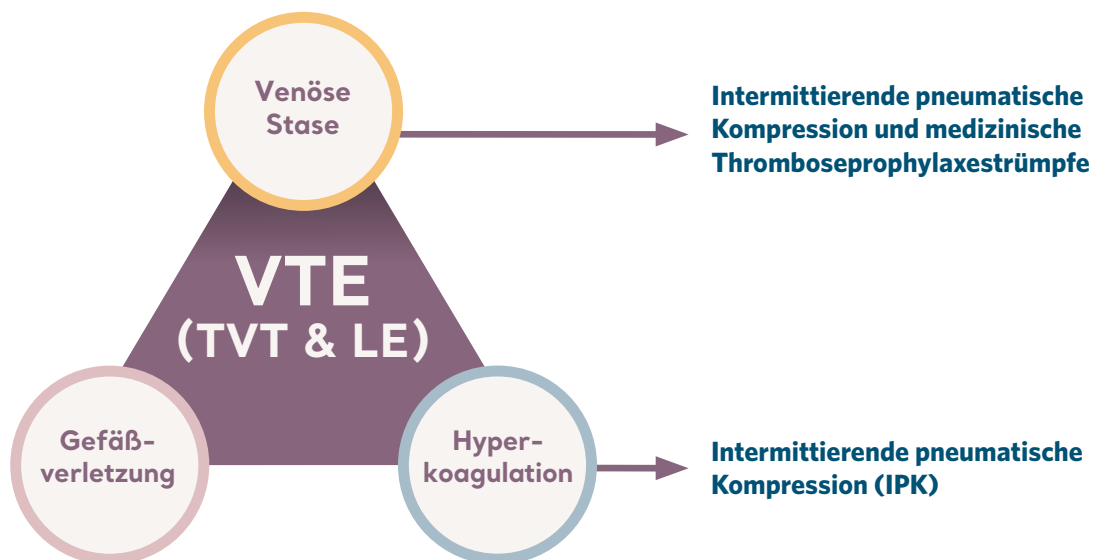
- Zunehmendes Alter
- Malignität oder Krebstherapie
- Östrogentherapie (Verhütung oder Hormonersatz)
- Akute medizinische Erkrankung
- Entzündliche Darmerkrankung
- Nephrotisches Syndrom
- Myeloproliferative Erkrankungen

# Prävention einer VTE

Präventionsstrategien umfassen in der Regel die Anwendung pharmakologischer Prophylaxe und mechanischer Methoden, darunter:

- intermittierende pneumatische Kompression (IPK)
- Passive medizinische Thromboseprophylaxestrümpfe (MTS)
- Der zusätzliche Einsatz von Venenfiltern (Vena Cava Inferior-Filter) hat ebenfalls bei einer Reihe von Patienten mit sehr hohem Risiko zugenommen

**Abbildung 4: Die IPK setzt bei zwei der Hauptursachen von TVT-Bildung an: Venöse Stase und Hyperkoagulation**



Einige Risikofaktoren lassen sich schwer oder gar nicht vermeiden, z. B. Gefäßverletzungen durch Unfälle, chirurgische oder invasive Eingriffe. Diese Nebenrisikofaktoren sowie die zugrunde liegenden Komorbiditäten wie Alter, Fettleibigkeit, Malignität und genetische Thrombophilie können eine Hyperkoagulation verursachen, die häufig mit einer oralen oder injizierten Antikoagulationstherapie behandelt wird.

Antikoagulation ist nicht ohne Risiko und nicht alle Patienten sind hierfür geeignet, z. B. Patienten mit hohem Blutungsrisiko. Komplikationen wie Heparin-induzierte Thrombozytopenie,<sup>12</sup> Dosierungsfehler<sup>13</sup> und Hämorrhagie<sup>14</sup> sind keine Seltenheit, und Antikoagulantien wirken nicht gegen Blutstase in den tiefen Venen, in denen sich die meisten Thromben entwickeln.

## Natürliche Muskelpumpe:

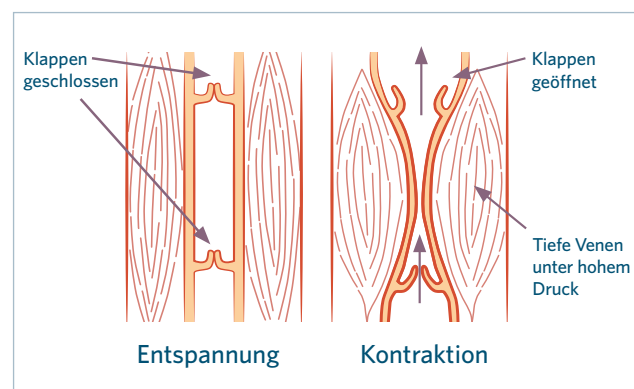
Durch die biomechanische Wirkung der Waden- und Fußmuskelpumpe wird eine venöse Stase auf natürliche Weise vermieden (Abbildung 5). Aus diesem Grund ist eine frühe Mobilisierung die Vorzugsbehandlung bei Patienten mit einem geringeren VTE-Risiko.<sup>10</sup>

Beim Gehen und bei der Knöchelflexion werden die tiefen Venen der Wade durch Muskelkontraktion komprimiert,

während der blutgefüllte Plantarplexus (unter der Fußsohle) während der Belastung komprimiert wird. Diese biologischen Pumpen drücken das Blut in einer proximalen Richtung zum Herzen, wobei Venenklappen den Rückfluss verhindern.

Wenn das Gehen nicht möglich ist, lässt sich der Nutzen der Muskelpumpe mit mechanischen Mitteln simulieren.

Abbildung 5: Natürliche Muskelpumpe



# Mechanische Prophylaxe

Die mechanische Prophylaxe ist der Begriff, um VTE-Präventionsstrategien von pharmakologischen Methoden zu unterscheiden; man unterscheidet zwei große Kategorien: passive medizinische Thromboseprophylaxestrümpfe und aktive intermittierende pneumatische Kompressionsgeräte.

## Passive medizinische Thromboseprophylaxestrümpfe

Dies wird typischerweise durch die Benutzung von Kompressionsstrümpfen in Waden- oder Oberschenkel-länge (Abbildung 6) erreicht, die in der Regel konzipiert sind, um eine gradierte Druckminderung von 18 mmHg am Knöchel sowie eine sanfte Verringerung zum Oberschenkel hin (8 mmHg) zu bewirken.<sup>15</sup> Diese medizinischen Thromboseprophylaxestrümpfe (MTS) werden während der gesamten Dauer der Immobilisierung und oft mehrere Wochen nach der Entlassung aus dem Krankenhaus getragen.

## Wirkungsweise

Es wird davon ausgegangen, dass durch Druck auf die Gliedmaßen der Durchmesser der tiefen Gefäße verringert wird und die Blutströmungsgeschwindigkeit zunehmen kann.<sup>15</sup>

Die MTS werden oft in Kombination mit anderen prophylaktischen Maßnahmen eingesetzt, doch ebenso wie die Antikoagulation ist auch ihre Anwendung mit Nebenwirkungen verbunden. Eine falsche Anwendung<sup>16</sup> kann zu einer signifikanten Zunahme von Komplikationen führen, von denen einige (Hautgeschwüre und Nekrosen) schwerwiegend sein können.<sup>17</sup>

## Intermittierende pneumatische Kompressionssysteme

Die IPK ist eine sehr gut etablierte und bewährte Maßnahme mit einer überzeugenden Evidenzbasis und geringen Nebenwirkungen; als solche ist sie zur Anwendung bei einem breiten Spektrum von Patienten mit VTE-Risiko im Krankenhaus indiziert.

Als eine nicht-invasive mechanische Methode der VTE-Prophylaxe ist sie wirksam, wenn sie entweder als alleinige Präventionsmethode u. a. bei Patienten

mit hohem Blutungsrisiko oder sehr häufig in Kombination mit pharmakologischer Prophylaxe bei Hochrisikopatienten eingesetzt wird.

Diese elektrisch angetriebenen Geräte verwenden aufblasbare Waden-, Oberschenkel- und/oder Fußkompressionsmanschetten (Abbildung 7), um den natürlichen Schutzmechanismus des Gehens zu simulieren.

MTS wurden bei  
**29 %**  
der Patienten  
falsch angebracht<sup>16</sup>



Abbildung 6: Oberschenkel-MTS

Alle IPK-Systeme haben einen einzigen gemeinsamen Zweck – Blut aus den tieferen Venen durch das intermittierende Belüften und Entlüften einer Manschette zu treiben.



Abbildung 7



## Art der Kompression: sequentielle und gleichmäßige Kompression

Die aktive Kompression gibt es in vielen verschiedenen Ausführungen. Es gibt verschiedene Manschetten, Kompressionsprofile und Zykluszeiten, doch alle haben einen gemeinsamen therapeutischen Zweck – das Blut aus den tiefen Venen zu verdrängen und es in proximaler Richtung<sup>18</sup> zurück in das zentrale Venensystem zu transportieren. Die Art und Weise, wie dies erreicht wird, kann unterschiedlich sein, aber das Endergebnis ist das gleiche und keine einzelne Kompressionsart kann als überlegen im Hinblick auf den klinischen Nutzen betrachtet werden.<sup>18,19</sup>

Die am häufigsten verwendeten Manschetten sind waden- oder Oberschenkelange Manschetten, die entweder eine **gleichmäßige** Kompression durch eine einzelne Luftkammer in jedem Segment oder eine **sequentielle** Kompression (Abbildung 8) durch eine Reihe von Luftkammern liefern, die sich in proximaler Richtung aufpumpen. Wenn es nicht möglich ist, ein Beinmanschette anzubringen, kann stattdessen eine Fußmanschette verwendet werden.



Abbildung 8a:  
Flowtron gleichförmige  
Manschette



Abbildung 8b:  
Flowtron sequentielle  
Manschette

Die IPK ist eine wirkungsvolle Prophylaxe, unabhängig von der Wirkungsweise<sup>18</sup>

Weder die Manschette noch die Art der Kompression (gleichmäßig/sequentiell) unterscheiden sich wesentlich im Hinblick auf die hämatologischen Ergebnisse<sup>19</sup>

## Wirkungsweise

Vor der Kompression findet ein langsamer, gleichmäßiger Blutfluss im Lumen der tiefen Venen statt. Bei der Kompression kommt es zu einem plötzlichen **Anstieg des Blutflusses**, was zu einer Dehnung der Vene und zu **Spülungen der Klappentaschen** führt, die als Ursprungsort von Thromben vermutet werden. Es gibt eine allgemeine **Abnahme der venösen Hypertonie** und **interstitiellen Ödeme**.<sup>20</sup> Nach dem Entlüften der Manschette werden die Venen wieder aufgefüllt und der Zyklus wiederholt.

Die Kompressionszyklen und Zelldrücke variieren je nach Art der Anwendung (Tabelle 1), sind jedoch so ausgelegt, dass sie ausreichend stark sind, um das Blut anzutreiben, und zwar häufig genug, um den Nutzen zu maximieren, jedoch mit ausreichender Entlüftungszeit, um die Gefäße nachfüllen zu können.

Die positiven Effekte der aktiven intermittierenden pneumatischen Kompression sind nicht auf das Venensystem beschränkt. Eine verbesserte Entleerung der Venen der unteren Extremitäten erhöht die arterielle Durchblutung bei Patienten mit arterieller Verschlusskrankheit, ohne die

Arterien zu komprimieren. Dies kann auf Veränderungen des arteriell-venösen (AV) Druckgradienten oder auf eine durch den veno-arteriolen Reflex oder die Freisetzung von Stickstoffmonoxid verursachte Hyperämie zurückzuführen sein.

Der durch die pulsierende Kompressionswelle hervorgerufene vermehrte (erhöhte oder verstärkte) Blutfluss kann mittels Doppler-Ultraschall objektiv sichtbar gemacht und gemessen werden.

**Tabelle 1: Flowtron-Systeme Kompressionsprofil**

	Flowtron waden- und ober-schenkelange Manschetten	Flowtron-Fußmanschetten
Zyklen pro Minute	1	2
Verhältnis Belüften: Entlüften	12 : 48 Sekunden	3 : 27 Sekunden
Kompressionsdruck	40 mmHg	130 mmHg
Belüftungsrate	Mittel	Schnell

## Intermittierende pneumatische Kompression – ein multimodaler Ansatz zur Prophylaxe

Es mag überraschen, aber die **intermittierende pneumatische Kompressionstherapie** reduziert nicht nur die **venöse Stase**, sondern hat auch eine messbare **gerinnungshemmende Wirkung**.

Im Gegensatz zu anderen Methoden der Prophylaxe begegnet IPK also zwei der pathologischen Prozesse, die zu VTE führen (Abbildung 9).

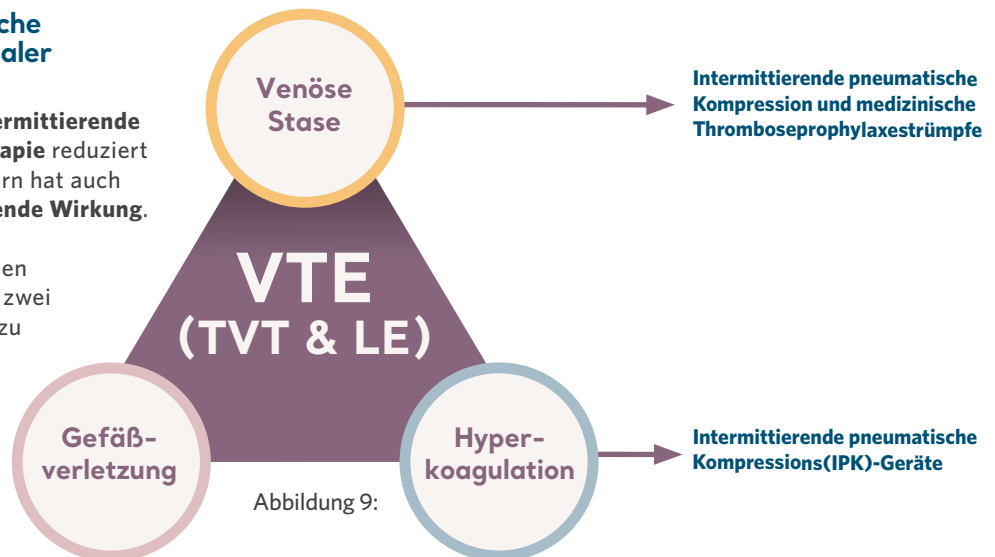
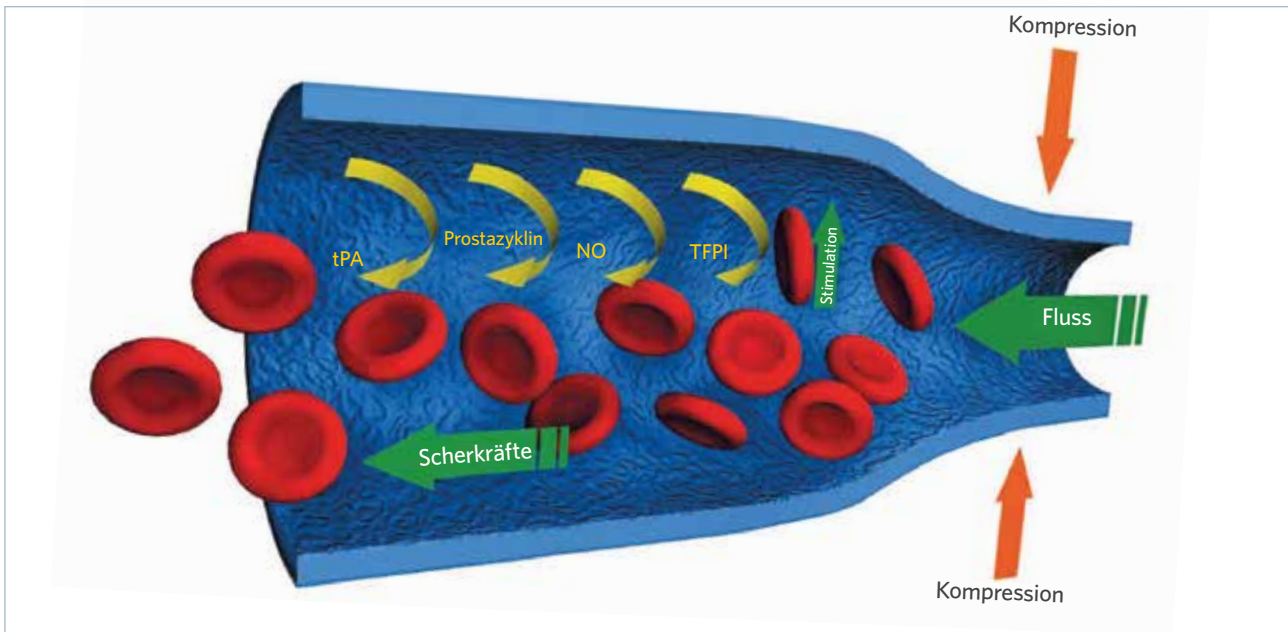


Abbildung 9:

Abbildung 10:

Hämatologische Wirkung von IPK



## Hämatologisches Gleichgewicht

Es gibt ein sehr feines homöostatisches Gleichgewicht zwischen den prokoagulatorischen („gerinnsebildenden“) und fibrinolytischen („gerinnseauflösend“) biochemischen Pfaden, und es wurde gezeigt, dass die IPK Veränderungen hervorruft, die sowohl die Gerinnsebildung hemmen als auch die Fibrinolyse fördern.<sup>21</sup>

## Fibrinolytische Wirkung<sup>22</sup>

- ↑ Gewebespezifischer Plasminogen-Aktivator (t-PA)<sup>21</sup>
- ↑ Urokinase-spezifischer Plasminogen-Aktivator (uPA)<sup>23</sup>
- ↓ Plasminogen-Aktivator-Inhibitor<sup>21, 24</sup>

## Antithrombotische Wirkung

- ↑ Tissue-Factor-Pathway-Inhibitor (TFPI)<sup>25</sup>
- ↓ Thrombin-Antithrombin-Komplex (TAT)<sup>26</sup>

## Sonstige Wirkungen

- ↑ Prostazyklin-Thrombozyten-Disaggregation<sup>21</sup>
- ↑ Stickstoffoxid-Vasodilatation und Thrombozyten-Disaggregation<sup>21, 26</sup>

## Hämatologische Wirkung der IPK

Die mechanische Wirkung von IPK bei der Erhöhung der Durchblutung reduziert nicht nur die venöse Stase, sondern hat auch eine messbare gerinnungshemmende Wirkung. Abbildung 10 zeigt die mechanische Kraft der Kompression, die Scher- und Dehnungskräfte hervorruft, die die Freisetzung wichtiger chemischer Mediatoren aus den Endothelzellen (EZ), welche die tiefen Venen auskleiden, bewirken.<sup>21</sup>

## Sicherheit

Da die IPK natürliche physiologische Prozesse nachahmt, ist es eine der sichersten Methoden der Prophylaxe. Die IPK ist nicht mit den ernstesten Komplikationen der Antikoagulationstherapie oder den Fußgeschwüren der medizinischen Thromboseprophylaxe-Strümpfe verbunden.<sup>17</sup> Nebenwirkungen sind selten und können durch Befolgung der „good clinical practice“ und der Gebrauchsanweisung des Herstellers vermieden werden.



# Flowtron IPK: Klinische Wirksamkeit

## Laborstudien

Viele der früheren Studien, die die intermittierende pneumatische Kompression als generische Form der VTE-Prophylaxe untermauern, wurden mit Vorgängermodellen der heutigen Flowtron-Reihe durchgeführt. Obwohl die Technologie weiterentwickelt wurde, bleiben die zugrunde

liegenden Gestaltungsprinzipien wie Zyklusdruck, Belüftungsrate und Zyklusintervalle unverändert. Die folgenden Studien zeigen die antithrombotische und profibrinolytische Wirkung von Flowtron IPK.

## The influence of inflation rate on haematological and haemodynamic effects of IPC.

*Morris et al 2006<sup>22</sup>*

Sowohl schnelles (Vergleichsgerät) als auch langsames Befüllen (Flowtron-Gerät) reduziert die prokoagulatorische Aktivität

Nur Flowtron hat die allgemeine Fibrinolyse signifikant gesteigert

## Hämatologische Studien Effect of Flowtron IPC on haemostasis and endothelial function in claudicants

*Sutkowska et al 2009<sup>26</sup>*

Kompression erhöhte die Stickstoffmonoxidwerte aus dem Endothel

Flowtron IPK reduzierte den Thrombin-Antithrombin-Komplex (TAT)

Flowtron IPK reduzierte die Thrombozytenaktivität

## Systemic haemostasis after IPC

*Giddings et al 2004<sup>23</sup>*

Flowtron IPK löste einen positiven hämatologischen Effekt aus, indem es die prokoagulatorische Aktivierung unterdrückte und gleichzeitig die fibrinolytischen Mechanismen verbesserte

## Fibrinolytic effects of IPC in post-thrombotic patients

*Comerota et al 1997<sup>24</sup>*

Die Kompression ging mit einem verminderten Plasminogen-Aktivator-Inhibitor (PAI) einher

Die fibrinolytische Aktivität war sowohl bei normalen (Kontroll-) als auch bei postthrombotischen Patienten signifikant erhöht



## Zusammenfassung:

- Die IPK reduziert die prokoagulatorische Aktivität (macht die Gerinnung unwahrscheinlicher)
- Die IPK erhöht die Hemmung der Blutgerinnungsaktivierung (erhöht die Unterdrückung der Gerinnung)
- Die IPK erhöht die fibrinolytische Aktivität (löst Gerinnung auf, sobald sie sich bilden)

# Vergleichende Studien zur Durchblutung

Die Umkehrung der venösen Stase ist der Schlüssel zur Prävention und die Flowtron IPK-Reihe wurde einer Reihe von vergleichenden Labortests unterzogen, die stets positive Ergebnisse zeigten <sup>27,28</sup> (Tabelle 2).

Abbildung 11: Bilder vom Doppler-Ultraschallgerät und Blutfluss

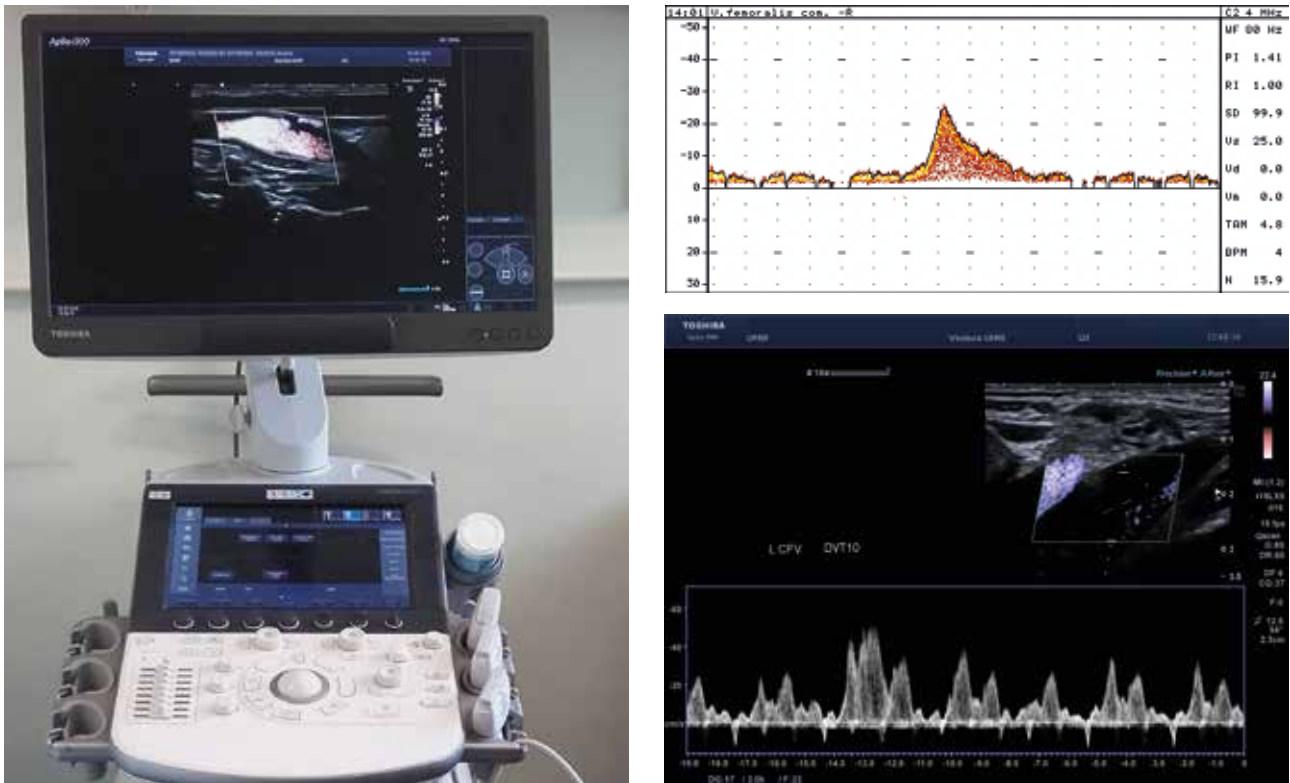


Tabelle 2: Labornachweise

Autor	Studie	Design	Wichtigste Erkenntnisse
<b>Woodcock &amp; Morris<sup>29</sup></b>	Doppler-Blutfluss-Analyse	<b>Oberschenkellange Kompression</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Flowtron [gleichmäßige] Kompression</li> <li>Sequentielle Kompression (anderer Hersteller)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Flowtron-System wies eine venöse Nachfüllung auf (bei sequentieller Kompression nicht beobachtet) und wurde daher als effizienteres Gerät angesehen</li> </ul>
<b>Flam et al<sup>30</sup></b>	Prospektive randomisierte Cross-Over-Studie	<b>Wadenkompression</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Flowtron [gleichmäßige] Kompression</li> <li>Sequentielle Kompression (anderer Hersteller)</li> </ul>	<p>Durchschnittliche Durchflusssteigerung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>107 % Flowtron IPK (überragend)</b></li> <li>77 % sequentielle Spitzengeschwindigkeit</li> <li><b>39,5 cm/s Flowtron IPK (signifikant)</b></li> <li>34,2 cm/s sequentiell</li> </ul>
<b>Flam et al<sup>31</sup></b>	Vergleichende femorale Blutfluss-Studie	<b>Fußkompression</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Flowtron [FP5000] Fußkompression</li> <li>Vergleichsgerät A</li> <li>Vergleichsgerät B</li> <li>Günstiges Vergleichsgerät C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alle Systeme, mit Ausnahme des Vergleichsgeräts C, sorgten für eine durchschnittliche Steigerung von 32 % in Rückenlage</li> <li><b>Flowtron FP5000 lieferte 219,5 %</b> in der abhängigen Lage im Vergleich zum Vergleichsgerät C mit 36,5 %</li> </ul>
<b>Flam et al<sup>32</sup></b>	Vergleichende Blutfluss-Studie	<b>Oberschenkellange Kompression</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Flowtron [gleichmäßige] Kompression</li> <li>Sequentielle Kompression (anderer Hersteller)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die maximale Kompressionsgeschwindigkeit war gleich</li> <li><b>Flowtron IPK bewirkte eine signifikant höhere Steigerung des Blutflusses = 23 %</b></li> </ul>
<b>Morris &amp; Woodcock<sup>33</sup></b>	Bewertung bariatrischer Manschetten	<b>Wadenkompression (bariatrisch)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die DVT 60 (bariatrische) Manschette</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Steigerung des Blutflusses = 83 % bis 120 %</li> <li>DVT 60 ist vermutlich ebenso effektiv wie Standardmanschetten</li> </ul>



## Klinische Wirksamkeit

In den letzten 30 Jahren haben unabhängige Spezialisten eine Reihe von klinischen Studien durchgeführt. Die Teilnehmer wurden aus Patientengruppen mit dem höchsten Risiko und aus einer Reihe von klinischen Fachgebieten ausgewählt. Die Ergebnisse haben die prophylaktische Leistungsfähigkeit

der Flowtron IPK-Reihe bei der Verwendung mit oder anstelle anderer Prophylaxemethoden durchgängig nachgewiesen (Tabelle 3). Obwohl die IPK mittlerweile als eine zulässige Form der Prophylaxe weithin anerkannt ist<sup>3</sup>, haben diese Studien weiterhin einen hohen Stellenwert.

**Tabelle 3: Flowtron klinische Ergebnisstudien**

Autor	Studie	Design und Ergebnisse	Wichtigste Erkenntnisse
<b>Delince et al 2011<sup>34</sup></b>	149 Patienten wurden randomisiert der Gruppe mit Flowtron IPK oder der Gruppe mit Enoxaparin + graduierten Kompressionsstrümpfen zugeordnet	Flowtron IPK war mit einer geringeren VTE-Rate (1,2 % gegenüber 2,9 %) und weniger postoperativen Transfusionen verbunden	Flowtron IPK gilt als kosteneffiziente und sichere Option, wenn es als einziges Mittel zur Prophylaxe eingesetzt wird
<b>Ginzburg et al 2003<sup>35</sup></b>	442 Trauma-Patienten randomisiert	<b>Gruppe 1:</b> Flowtron-Wadenmanschetten <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ TVT = 0,5 % und \$ 6.272</li> </ul> <b>Gruppe 2:</b> Niedermolekulares Heparin (LMWH) <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ TVT = 2,7 % und \$ 73.000</li> </ul>	Flowtron IPK bietet eine kostengünstige und effektive Methode zur Prophylaxe von Trauma-Patienten
<b>Montgomery und Wolf 2005<sup>36</sup></b>	344 Patientenakten geprüft	Die Patienten erhielten entweder eine Flowtron Oberschenkelange Kompression oder niedermolekulares Heparin (LMWH)  Die VTE-Raten waren in beiden Gruppen gleich = 1,2 %	Die LMWH-Gruppe hat ein signifikantes Risiko von starken Blutungen (p = 0,045) ohne zusätzlichen Nutzen
<b>Brooks et al 2007<sup>37</sup></b>	Vergleichende Datenerhebung	<b>Gruppe 1:</b> Spinalanästhesie + Antikoagulantien + Flowtron-Wadenmanschetten <b>Gruppe 2:</b> Epiduralanästhesie + Flowtron-Wadenmanschette	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gleiche VTE-Raten</li> <li>▪ Flowtron IPK bietet eine effektive Prophylaxe in dieser Gruppe mit sehr hohem Risiko</li> </ul>

**Tabelle 4: Flowtron-Nachweis in Fachgruppen**

Autor	Studie	Design	Wichtigste Erkenntnisse
<b>Kurtoglu et al 2005<sup>38</sup></b>	Prospektive Studie. Hochrisiko-Trauma- und chirurgische Intensivpatienten	38 Patienten mit multiplen Trauma wurden mit einem Flowtron Excel System versorgt. Venöse Duplexsonographie am dritten und siebten Tag sowie bei der Entlassung. Durchführung von Thorax-Radiologie zum Screening für LE	Bei keinem Patienten ist eine TVT entstanden. Ein Patient wies eine symptomatische LE auf. Die IPK ist eine sichere und effektive Methode zur Vorbeugung von TVT und LE bei Hochrisikopatienten auf der Intensivstation. IPK sollte angewendet werden, wenn eine eindeutige Kontraindikation zur Chemoprophylaxe besteht
<b>Kurtoglu et al 2004<sup>39</sup></b>	Prospektive RCT. Kopf- und Wirbelsäulentrauma-Patienten	<b>Gruppe 1:</b> IPK (Flowtron) <b>Gruppe 2:</b> LMWH (Enoxaparin) Täglicher Beinumfang plus Doppler-Ultraschall bei der Aufnahme und wöchentlich bis eine Woche nach der Entlassung	<b>Gruppe 1:</b> 4 Patienten entwickelten eine TVT und 2 Patienten erlitten eine tödliche LE.  <b>Gruppe 2:</b> 3 Patienten entwickelten eine TVT und 4 Patienten erlitten eine tödliche LE. Die VTE-Ergebnisse waren nicht statistisch signifikant.  Die IPK-Gruppe benötigt statistisch signifikant ( $p < 0,03$ ) weniger Bluttransfusionen im Vergleich zur LMWH-Gruppe
<b>Kamran et al 1998<sup>40</sup></b>	Retrospektive und prospektive Studie bei Schlaganfallpatienten	<b>Drei-Phasen-Studie:</b> <b>Gruppe 1:</b> Retrospektive Untersuchung von 233 Schlaganfallpatienten – subkutanen Heparin und Antiembolie-Strümpfe  <b>Gruppe 2:</b> Prospektive Studie 432 Patienten. Erhielten die gleiche Prophylaxe wie Gruppe 1, plus IPK (Wadenmanschette) bei nicht-ambulanten Patienten  <b>Gruppe 3:</b> Prospektive Studie 16 Patienten mit gleicher Therapie wie Gruppe 1	Durch den Einsatz zusätzlicher IPK bei Patienten mit nicht-ambulanten Schlaganfall konnte die Inzidenz von VTE um mehr als das 40-fache reduziert werden
<b>Capper et al 1998<sup>41</sup></b>	Retrospektives und prospektives Audit. Elektiver Hüft- und Kniegelenkersatz	Retrospektive Gruppe: 825 Patienten erhielten LDH, LMWH oder Hydroxychloroquin  Prospektive Gruppe: 375 Patienten erhielten Flowtron IPK-Wadenmanschetten vor der Operation bis zur Entlassung	Retrospektive Gruppe: VTE-Rate = 2,6 %  Prospektive Gruppe: VTE-Rate betrug 1,06 %  Die Vorteile von IPK rechtfertigen eine ernsthafte Überlegung
<b>Eskander et al 1997<sup>42</sup></b>	Randomisierte kontrollierte Studie: Traumatische Hüftfraktur	<b>Gruppe 1:</b> IPK (Wade) bis 48 Stunden nach der OP, danach LMWH bis zum siebten Tag  <b>Gruppe 2:</b> LMWH ab der Aufnahme bis zum siebten Tag	<b>Gruppe 1:</b> VTE = 14 % der Patienten  <b>Gruppe 2:</b> VTE = 17 % der Patienten  Die IPK verhindert die Komplikationen, die mit pharmakologischen Wirkstoffen verbunden sind



## IPK-Nachweis aus Meta-Analysen und systematischen Untersuchungen

Wie bei allen präventiven Eingriffen kann die IPK nur dann wirksam sein, wenn sie beim richtigen Patienten zum richtigen Zeitpunkt eingesetzt wird, und das bedeutet, dass Risikopatienten vor einem VTE-Ereignis identifiziert werden. Gleichzeitig muss das Risiko von Nebenwirkungen berücksichtigt werden, insbesondere das Risiko von Blutungen im Zusammenhang mit der Anwendung von Antikoagulation. Meta-Analysen und systematische Untersuchungen (Tabelle 5), bei denen mehrere Nachweisquellen kombiniert werden, um den gesamten klinischen Nutzen der aktiven

Kompression zu bestimmen, sind nützliche Informationsquellen und können zur Verschreibung führen. Als Erweiterung der systematischen Untersuchung wird durch die Veröffentlichung von nationalen und internationalen Leitlinien für die klinische Praxis solide und zeitgemäße Forschung in diskrete Empfehlungen umgesetzt (Tabelle 6): Wissenslücken werden durch internationale Konsensus-Panels geschlossen. Obwohl der Wortlaut variiert, sind die Empfehlungen weitgehend konsistent und alle erkennen die IPK als wirksame und sichere Intervention an.

**Tabelle 5: IPK-Nachweis aus systematischen Untersuchungen**

Autor	Studie	Wichtigste Erkenntnisse
<b>Kakkos 2016<sup>43</sup></b>	Cochrane-Untersuchung: IPK mit oder ohne chemische Prophylaxe	<ul style="list-style-type: none"> <li>IPK + pharmakologische Prophylaxe reduziert das VTE-Risiko</li> <li>Chemische Prophylaxe erhöht das Risiko von Blutungen, diese Nebenwirkung wurde bei der IPK nicht beobachtet</li> </ul>
<b>Eppsteiner 2010<sup>44</sup></b>	Untersuchung von <b>16 RCTs</b> ; n=ca. 4.000 Teilnehmer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kein Unterschied zwischen mechanischer Prophylaxe und Heparin</li> <li>Deutlich erhöhte postoperative Blutungen mit Heparin</li> </ul>
<b>Morris &amp; Woodcock<sup>45</sup> 2010</b>	<b>10 Testdurchläufe.</b> Medizinische Thromboseprophylaxestrümpfe im Vergleich zur aktiven Kompression	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beide Methoden sind als wirksam bekannt, jedoch zeigt sich ein Trend zugunsten der IPK</li> </ul>



## Nice UK 2018<sup>46</sup>

### IPK ist indiziert:

- Für viele Hochrisiko-Patientgruppen, z. B. bariatrische, gastrointestinale, kardiologische und orthopädische Eingriffe
  - Als bevorzugte Wahl für Patienten mit hohem Blutungsrisiko
  - Für Schlaganfallpatienten innerhalb von 3 Tagen nach dem Schlaganfall und bis zu 30 Tagen oder bis der Patient wieder mobil ist
  - Für eine Tragezeit von möglichst vielen Stunden und in vielen Fällen ab dem Aufnahmezeitpunkt
- 
- Durchgeführte systematische Untersuchungen bestätigen keine Überlegenheit in Bezug auf die Wirksamkeit zwischen gleichmäßiger oder sequentieller Kompression, sowie waden- oder Oberschenkelmannschetten
  - Die Wahl wird durch Komfort, Sicherheit, Einsatzzweck und die klinische Präferenz beeinflusst

**Tabelle 6 – Ausgewählte ACCP Empfehlungen (9. Ausgabe)**  
**Richtlinienempfehlungen zu Indikationen für IPK<sup>47</sup>**

Patientengruppe	Prophylaxe
<b>Orthopädische Chirurgie:</b>	
Großer orthopädischer Eingriff: Hüft-Totalendprothese, Knie-Totalendoprothese, Hüftfraktur-OP	Duale Prophylaxe mit einem Antithrombosemittel und IPK während des Krankenhausaufenthaltes
Mit Blutungsrisiko	IPK
Hüft-Totalendprothese oder Knie-Totalendoprothese	IPK und pharmakologisches Mittel empfehlen
Hüftfraktur-OP	IPK und pharmakologisches Mittel empfehlen
<b>Allgemeinchirurgische Patienten (keine Orthopädie):</b>	
Bei geringem VTE-Risiko	Eine mechanische Prophylaxe vorzugsweise mit IPK statt keiner Prophylaxe empfehlen
Bei mittlerem VTE-Risiko ohne ein hohes Risiko für schwere Blutungskomplikationen	Pharmakologisch: LMWH oder LDUH statt keiner Prophylaxe. Eine mechanische Prophylaxe vorzugsweise mit IPK statt keiner Prophylaxe empfehlen
Bei mittlerem VTE-Risiko, wobei ein hohes Risiko für schwere Blutungskomplikationen besteht oder die Folgen als besonders schwerwiegend angesehen werden	Mechanische Prophylaxe vorzugsweise mit IPK statt keiner Prophylaxe
Bei hohem VTE-Risiko ohne ein hohes Risiko für schwere Blutungskomplikationen	Empfohlene pharmakologische Mittel: LMWH oder LDUH statt keiner Prophylaxe. Eine Ergänzung der pharmakologischen Prophylaxe durch mechanische Prophylaxe mit elastischen Strümpfen oder IPK vorschlagen
Bei hohem VTE-Risiko, wobei ein hohes Risiko für schwere Blutungskomplikationen besteht oder die Folgen als besonders schwerwiegend angesehen werden	Die Anwendung einer mechanischen Kompressionsprophylaxe vorzugsweise mit IPK statt keiner Prophylaxe vorschlagen, bis das Risiko von Blutungen abnimmt; anschließend kann eine pharmakologische Prophylaxe eingeleitet werden
Bei hohem VTE-Risiko, wobei sowohl LMWH als auch unfraktioniertes Heparin kontraindiziert oder nicht verfügbar sind und kein hohes Risiko für schwere Blutungskomplikationen besteht	Eine mechanische Prophylaxe vorzugsweise mit IPK statt keiner Prophylaxe empfehlen
<b>Krankenhauspatienten:</b>	
Akut erkrankte Krankenhauspatienten, die bluten oder ein hohes Risiko für schwere Blutungen haben	Optimale Nutzung der mechanischen Thromboseprophylaxe mit MTS. IPK statt keiner mechanischer Kompression vorschlagen, bis das Blutungsrisiko sinkt. Wenn das VTE-Risiko fortbesteht, sollte die pharmakologische Thromboseprophylaxe durch eine mechanische Thromboseprophylaxe ersetzt werden
<b>Intensivpatienten:</b>	
Schwer kranke Patienten, die bluten oder ein hohes Risiko für schwere Blutungen haben	Mechanische Thromboseprophylaxe mit MTS oder IPK, bis das Blutungsrisiko sinkt, statt keine mechanische Kompression. Wenn das Blutungsrisiko steigt, sollte die pharmakologische Thromboseprophylaxe durch eine mechanische Thromboseprophylaxe ersetzt werden
<b>Herzchirurgie:</b>	
Patienten mit einem unkomplizierten postoperativen Verlauf	Mechanische Prophylaxe, vorzugsweise mit optimal eingesetzter IPK statt keiner Prophylaxe
Längerer Klinikaufenthalt durch eine oder mehrere nicht hämorrhagische chirurgische Komplikationen	Mechanische Prophylaxe durch pharmakologische Prophylaxe mit LDUH oder LMWH ergänzen



Patientengruppe	Prophylaxe
<b>Thoraxchirurgie:</b>	
Bei mittlerem VTE-Risiko ohne ein hohes Risiko für perioperative Blutungen	Pharmakologisch: LDUH oder LMWH statt keiner Prophylaxe. Mechanische Prophylaxe mit optimal eingesetzter IPK statt keiner Prophylaxe
Bei hohem VTE-Risiko ohne ein hohes Risiko für perioperative Blutungen	Pharmakologisch: LDUH oder LMWH statt keiner Prophylaxe Mechanische Kompression mit elastischen Strümpfen oder IPK sollte zur pharmakologischen Prophylaxe ergänzt werden, bis die Blutung nachlässt, danach pharmakologisch
Bei hohem Risiko für schwere Blutungen	Mechanische Prophylaxe vorzugsweise mit optimal angewandter IPK statt keiner Prophylaxe, bis das Blutungsrisiko abnimmt und eine pharmakologische Prophylaxe eingeleitet werden kann
<b>Kraniotomie:</b>	
Kraniotomie-Patienten	Mechanische Prophylaxe, vorzugsweise mit IPK statt keiner Prophylaxe, vorzugsweise mit IPK statt keiner pharmakologischen Prophylaxe
Bei sehr hohem VTE-Risiko (z. B. Kraniotomie bei bösartiger Erkrankung)	Die Ergänzung der mechanischen Prophylaxe durch eine pharmakologische Prophylaxe vorschlagen. Sobald eine angemessene Blutstillung festgestellt wurde und das Blutungsrisiko sinkt
<b>Wirbelsäulenchirurgie:</b>	
Wirbelsäulenchirurgie	Mechanische Kompression vorzugsweise mit IPK statt keiner Prophylaxe Mechanische Prophylaxe vorzugsweise mit IPK statt einer pharmakologischen LDUH oder LMWH
Patienten, die sich einer Wirbelsäulenoperation mit hohem VTE-Risiko unterziehen (einschließlich Patienten mit bösartigen Erkrankungen oder Patienten, die sich einer Operation mit einem kombinierten anterioren - posterioren Zugang unterziehen)	Mechanische Prophylaxe durch pharmakologische Prophylaxe ergänzen. Sobald eine angemessene Blutstillung festgestellt wurde und das Blutungsrisiko sinkt
<b>Patienten mit schwerem Trauma:</b>	
Patienten mit schwerem Trauma	Pharmakologisch: LDUH, LMWH statt keiner Prophylaxe. Die Anwendung mechanischer Prophylaxe mit IPK statt keiner Prophylaxe vorschlagen.
Wenn LMWH & LDUH kontraindiziert sind	Mechanische Prophylaxe, vorzugsweise mit IPK statt keiner Prophylaxe, bei keiner Kontraindikation durch Verletzung der unteren Extremitäten. Pharmakologisch, wenn das Risiko von Blutungen abnimmt oder die Kontraindikation zu Heparin ausgeschlossen ist
Traumatische Hirnverletzung, akute Wirbelsäulenverletzung und traumatische Wirbelsäulenverletzung	Pharmakologische Prophylaxe durch mechanische Prophylaxe ergänzen, wenn sie nicht durch eine Verletzung der unteren Extremitäten kontraindiziert ist

**LDUH** = Low Dose Unfractionated Heparin (niedrig dosiertes unfractioniertes Heparin)

**LMWH** = Low Molecular Weight Heparin (niedermolekulares Heparin)

**IPK** = Intermittierende Pneumatische Kompression

**MTS** = Medizinische Thromboseprophylaxestrümpfe

**Hinweis:** Tabelle 6 enthält nur eine sehr begrenzte Auswahl und Zusammenfassung der Empfehlungen der ACCP-Richtlinie (9. Auflage) zu den Indikationen für eine IPK. Bitte beachten Sie die vollständigen ACCP-Richtlinien für alle Einzelheiten, die nicht in dieser Tabelle enthalten sind.

# Komfort

Wie bei jeder Prophylaxe-Methode ist die IPK nur dann von Vorteil, wenn sie am Patienten richtig angewendet und von ihnen getragen wird. Komfort und Benutzerfreundlichkeit stehen im Vordergrund und die Konkordanz kann variieren.<sup>48</sup> In einem geschäftigen klinischen Umfeld kann sich das Gerät aufgrund einer intuitiven Benutzeroberfläche

und entsprechenden Sicherheitsfunktionen als Vorteil erweisen, um das Risiko von Verletzungen zu minimieren. Einige dieser Aspekte wurden in Brauchbarkeitsstudien (Tabelle 7) und durch unabhängige Technologiebewertungen evaluiert, die neben der Wirtschaftlichkeit auch Sicherheit, Qualität und Benutzerfreundlichkeit bewerteten.

**Tabelle 7: Nachweis aus Brauchbarkeitsstudien**

Autor	Studie	Design	Wichtigste Ergebnisse
<b>ECRI<sup>49</sup></b>	Unabhängige Produktbewertung	<b>Bewertung von IPK-Geräten und Manschetten</b>	Kopien des letzten Berichts sind auf der ECRI-Website verfügbar
<b>Van Blerk<sup>50</sup></b>	Brauchbarkeits- und Akzeptanzstudie	<b>Waden- und Fußkompression</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Flowtron [v0] Fußkompression</li> <li>Flowtron [DVT 10] Wadenkompression</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Flowtron-Gerät war leise, leicht und wies gute Sicherheitsmerkmale auf</li> <li>Die Manschetten waren bequem, was zu einer guten Patienten-Compliance und positiven Ergebnissen führte: 30 Patienten, keine VTE</li> </ul>
<b>Pagella<sup>51</sup></b>	Komfort und Konkordanz (Tragezeit)	<b>Wadenkompression</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Flowtron IPK</li> <li>Sequentielle Kompression (anderer Hersteller)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flowtron IPK war mit größerer Konkordanz und Patientenzufriedenheit verbunden</li> <li>Geringere VTE-Inzidenz nach der Implementierung von Flowtron IPK in der gesamten Einrichtung</li> </ul>
<b>Proctor<sup>52</sup></b>	Vergleichende Studie: Effektivität, Komfort, Benutzerfreundlichkeit	<b>Wadenkompression</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Flowtron IPK</li> <li>Vier weitere IPK-Marken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flowtron IPK mit Wadenmanschetten hatten                             <ul style="list-style-type: none"> <li>die geringste Inzidenz von VTE = 1,1 %</li> <li>die höchste Zufriedenheit bei Pflegekräften und Patienten</li> <li>die höchste Konkordanz (Tragezeit)</li> </ul> </li> </ul>



# Flowtron IPK: Wahl der richtigen Lösung

**Tabelle 8: Schlüsselfaktoren für eine effektive Prophylaxe sind Wirksamkeit und Sicherheit**

	IPK	Chemische Prophylaxe	Medizinische Thromboseprophylaxestrümpfe
Verhindert das Gerät eine venöse Stase?	✓	✗	<b>Passiv</b>
Reduziert das Gerät die Koagulation?	✓	✓	✗
Erhöht das Gerät die Fibrinolyse?	✓	✓	✗
Kann die Methode schwerwiegende Nebenwirkungen hervorrufen?	<b>Selten</b> Seltene Haut-/Nervenschäden werden durch richtige Anwendung vermieden	<b>Häufig Blutung</b> <b>Heparininduzierte Thrombozytopenie</b>	<b>Einige</b> Wegen des erhöhten Risikos von Gewebeschäden für immobile Schlaganfallpatienten nicht mehr empfohlen. <b>HINWEIS:</b> Schlaganfallpatienten weisen zahlreiche ähnliche Eigenschaften mit anderen immobilen Patienten auf

Die neuesten klinischen Richtlinien empfehlen nun batteriebetriebene, tragbare Geräte, damit die VTE-Prophylaxe ohne Unterbrechung fortgesetzt werden kann<sup>47</sup> (Tabelle 9) und, obwohl die klinischen und technischen Aspekte eines Gerätes wichtig sind, um die **Patientenakzeptanz** zu steigern.

**Tabelle 9: ACCP (9. Ausgabe) Empfehlungen**

Empfehlung	Flowtron ACS900
Mobilität	✓
Batteriebetrieben	✓
Exakte Aufzeichnung der Tragezeit und Berichtfunktion	✓
18 Stunden tägliche Compliance	✓

## Wahl der Manschette

Für den Komfort gibt es eine Auswahl an waden- oder Oberschenkellangen Flowtron-Manschetten, die entweder eine sequentielle oder eine gleichmäßige Kompression bieten und in verschiedenen Größen für kleine bis bariatrische Patienten erhältlich sind. Die Fußkompression ist in normaler oder großer Fußgröße erhältlich.

Es ist nicht klar, ob es einen Vorteil in der Anwendung der Oberschenkelkompression gibt und, unabhängig vom Kompressionsprofil,<sup>28</sup> alle Methoden einen messbaren (und klinisch bedeutenden) Impuls des Blutflusses bieten; die Wahl der Manschette hängt einfach von der Präferenz des Arztes ab.

Im Hinblick auf Sicherheit und Komfort gewährleistet Smartsense eine automatische Manschettenerkennung (Abbildung 12), damit die richtige Therapie angewandt wird.

Die Pausenphase von jedem Zyklus reicht aus, um die tiefen Venen wieder aufzufüllen. Wir bei Arjo ziehen es vor, die Dinge einfach und kosteneffizient zu halten und nur dann Funktionen hinzuzufügen, wenn es einen nachgewiesenen Nutzen gibt.



Abbildung 12: Smartsense™ automatische Manschettenerkennung

### Fußmanschette

Eine Fußmanschette kann gewählt werden, wenn der Zugang zur Wade nicht möglich ist und der Patient eine Kombination aus Bein- und Fußmanschette (an verschiedenen Beinen) verwenden kann.

Aufgrund der Beschaffenheit des kleineren plantaren Reservoirs ist der Puls, der für den Transport des Blutes durch die Oberschenkelvene erforderlich ist, abrupter, regelmäßiger und höher. Obwohl sie den notwendigen Blutfluss erzeugen,<sup>18</sup> können einige Patienten dieses Gefühl als weniger angenehm empfinden als das „Massagegefühl“ der Beinmanschette.



Waden- und Oberschenkelmanschetten (DVT30 und DVT40), komprimieren den Waden- und Oberschenkelbereich

Abbildung 13:



Wadenmanschetten (DVT10 und DVT20), komprimieren die Wade



Fußmanschetten (FG100 und FG200), komprimieren den Fußrücken. Fußmanschetten können in Kombination mit Waden- und Oberschenkelmanschetten verwendet werden.



## Die Kombinationstherapie

Die 9. ACCP-Richtlinie<sup>47</sup> (Tabelle 6) hat genügend Nachweise für die Empfehlung einer IPK in Kombination mit einer pharmakologischen Prophylaxe bei Patienten mit erhöhtem Risiko gefunden, aber das Gleiche gilt nicht für die Kombination mechanischer Methoden. Insbesondere ist es wenig sinnvoll, medizinische Kompressionsstrümpfe unter IPK-Manschetten zu tragen. Der Kostenvorteil ist nicht erwiesen und dies wurde in der Vergangenheit vielleicht nur zur Verbesserung des Komforts bei der Verwendung von nicht atmungsaktiven Stoffen empfohlen.

Flowtron IPK bietet eine aktive Kompression und ist nicht auf die Wadenmuskelpumpe angewiesen, um die venöse Stauung umzukehren und die Blutstillung zu fördern.

## Nur zum Gebrauch für einen Patienten

Die Arjo-Manschetten sind nur für die Verwendung an jeweils einem Patienten vorgesehen. Wir glauben nicht, dass es sicher, hygienisch oder wünschenswert ist, Manschetten, die für längere Zeit direkt auf der Haut getragen werden, für weitere Patienten zu verwenden, zumal die Manschetten



Abbildung 14: Flowtron-Manschetten im Einsatz

mit Feuchtigkeit, Hautresten und Mikroorganismen kontaminiert werden, von denen einige arzneimittelresistent sein können. Studien haben gezeigt, dass selbst kurze Tragezeiten die Kontamination auf inakzeptable Werte erhöhen.<sup>53</sup>

# Komfort und Compliance

Um eine optimale VTE-Prävention zu erreichen, wird die kontinuierliche Anwendung der intermittierenden pneumatischen Kompressionstherapie für mindestens 72 Stunden oder bis zur Mobilität des Patienten empfohlen, wobei bei Patienten nach größeren orthopädischen Eingriffen 10 bis 14 Tage<sup>47</sup> empfohlen werden.

In der letzten im Jahr 2012<sup>47</sup> vom American College of Chest Physicians (ACCP) veröffentlichten Richtlinie wird empfohlen, die Therapie 18 bis 24 Stunden pro Tag anzuwenden. Dies kann zur Folge haben, dass der Patient die Manschetten am Tag und in der Nacht über lange Zeiträume und in unterschiedlich klimatisierten Krankenhausbereichen trägt. Der Patientenzustand kann sich ebenfalls auf die Kerntemperatur auswirken, die wiederum den normothermischen Zustand des Patienten beeinflussen kann.

Dies kann dazu führen, dass der Patient im Bereich der unteren Gliedmaßen schwitzt, wodurch es zu Unbehagen beim Tragen der IPK-Manschetten kommt.

## Patienten haben eine höhere Compliance, wenn eine komfortable VTE-Prophylaxe-Manschette verwendet wird

Eine randomisierte Studie zur Untersuchung der Patienten-Compliance bei der IPK-Therapie zeigt, dass bequeme Manschetten über längere Zeiträume getragen werden. Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass „Patienten ein pneumatisches Kompressionshilfsmittel besser annehmen, wenn es einen hohen Tragekomfort hat“.<sup>51</sup>

Insbesondere hat die Studie Unterschiede in der Compliance identifiziert: Patienten berichteten, dass „das Hilfsmittel heiß war“ ( $p = 0,14$ ) und dass „das Hilfsmittel zum Schwitzen an den Beinen führte“ ( $p = 0,29$ ).

## Der Komfort ist ein entscheidender Faktor bei der Patienten- IPK-Compliance

Bequeme VTE-Manschetten sind wichtig für verbesserte Erfahrungswerte der Patienten und damit auch für die Einstellung zur Prophylaxetherapie. Eine bessere Einstellung zur Behandlung ist mit einer geringeren Zahl an VTE-Vorfällen verknüpft, dies ergaben Studien zur Auswertung von Erinnerungs-Tools.<sup>54</sup>

## Den Patientenkomfort erhöhen

Eine Methode zur Verbesserung des Patientenkomforts ist die Fokussierung auf die Fähigkeit der Manschetten, Wärme, Luft oder Feuchtigkeit von der Haut weg durch das Gewebe zu leiten.

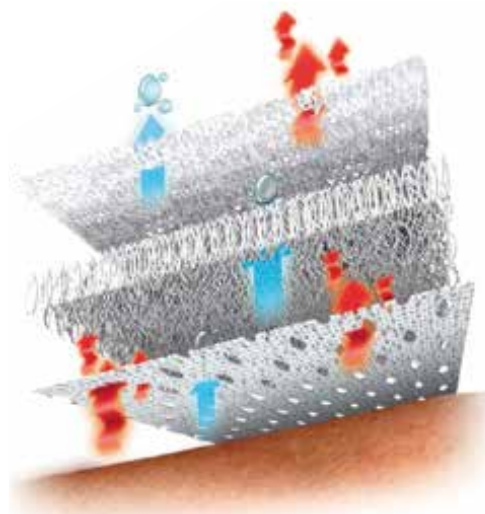


Abbildung 15: Beispiel einer Flowtron TriPulse-Manschetten-gewebekonstruktion

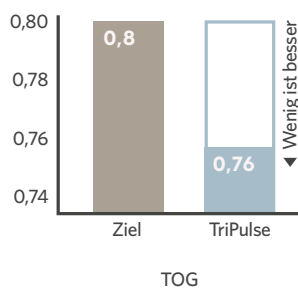
## Flowtron-Manschetten wurden entwickelt, um Folgendes zu bieten:

- Geringe Wärmeeigenschaften (Abbildung 16)
- Wärme- und Feuchtigkeitsdampfübertragung durch das Material (Abbildung 17)
- Schnelle Trocknung des Gewebes (Abbildung 18)

Die Wärmeeigenschaften sowie die Luft- und Feuchtigkeitsleitfähigkeit der Flowtron®-TVT-Prophylaxe-Manschetten wurden anhand anerkannter Prüfstandards in einem akkreditierten unabhängigen Labor untersucht und bestätigt.

- Index der Wasserdampfdurchlässigkeit (WDD) BS7209:1990 (1997)
- RET Wasserdampf Widerstand EN31092
- Wärmewiderstand (TOG) BS4745

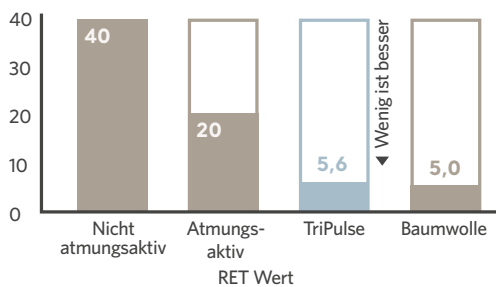
## Beispiel einer TriPulse-Manschettenprüfung



### Abbildung 16: Geringe Wärmeeigenschaften (TOG)

Um das Schwitzen bzw. einen Wärmestau während des Tragens zu minimieren, sollten die VTE-Prophylaxe-Manschetten idealerweise keine Wärmeeigenschaften haben – d. h., dass sie keine zusätzliche Wärme erzeugen.

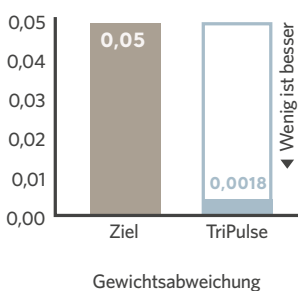
Mittels Einzelplattenverfahren wird die Wärmeleitfähigkeit des Gewebes bestimmt.



### Abbildung 17: Atmungsaktives Gewebe (RET)

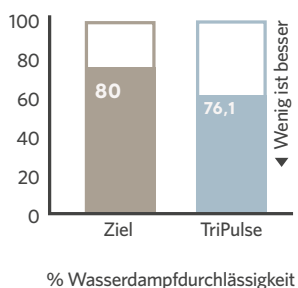
Der Wasserdampfdurchgangswiderstand (Resistance Evaporation Permeability, RET) misst den Widerstand gegenüber dem Wasserdampfdurchgang durch eine Barriere.

Die Industrienorm EN31092 definiert einen Wert von > 40 als nicht atmungsaktiv, von 20 bis 40 als semi-atmungsaktiv und < 20 als atmungsaktiv.



### Abbildung 18: Trocknungszeit

Schwitzen ist eine der Methoden des Körpers für die Wärmeregulierung. Wasser kann beim Verdunsten große Mengen Wärmeenergie aufnehmen, wodurch ein Kühlungseffekt entsteht. Eine schnelle Trocknungszeit bedeutet, dass Flüssigkeiten, wie Körperschweiß, schnell aus einem Gewebe verdunsten können. Dies kann die Kühlung des Patienten unterstützen. Eine Abweichung von 0,05 über 8 Stunden zwischen Trocken- und Nassgewicht zeigt, wie schnell eine Flüssigkeit aus dem Material verdunstet.



### Abbildung 19: Wasserdampfdurchlässigkeit

Der Abtransport des Wasserdampfs von der Haut des Patienten ist ein wichtiger Faktor für den Patientenkomfort — dieser Prozess bezieht sich auf die atmungsaktiven Eigenschaften eines Gewebes. Wasserdampfdurchlässigkeit (Water Vapour Permeability, WDD) und RET sind zwei Maßnahmen, mit denen die Atmungsaktivität eines Gewebes bewertet wird. Die WDD beschreibt die Durchlässigkeit eines Gewebes für Wasserdampf und damit die Menge des nach außen abtransportierten Schweißes.

Je höher der Wert, desto atmungsaktiver ist das Gewebe.





### **Ein letzter Gedanke ...**

Wir wissen, dass Sie die Wahl des Anbieters für Ihre VTE-Prophylaxe haben und dass IPK-Geräte nur einen kleinen Teil Ihrer gesamten VTE-Präventionsstrategie ausmachen. Mit dem langjährigen Wissen und der Erfahrung von Arjo in der VTE-Prävention können wir Ihre Einrichtung mit einer Reihe von Schulungs-, Bewertungs- und Servicelösungen unterstützen, um Ihre VTE-Präventionsstrategie zu unterstützen.

Für weitere Informationen besuchen Sie **[www.arjo.com](http://www.arjo.com)**

# Quellen

- 1 Jha AK, Larizgoitia I, Audera-Lopez C et al. The global burden of unsafe medical care: analytic modelling of observational studies. *BMJ Qual Saf* 2013; 22: 809-15.
- 2 Mahan CE, Borrego ME, Woerschling AL et al. Venous thromboembolism: annualised United States models for total, hospital-acquired and preventable costs utilising long-term attack rates. *Thromb Haemost*. 2012; 108(2): 291-302.
- 3 Falck-Ytter Y, Francis CW, Johanson NA et al. Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th edition: ACCP Evidence Based Clinical Practice Guidelines: Prevention of VTE in Orthopedic Surgery Patients. *Chest*. 2012; 141: S2.
- 4 Beckman MG, Hooper WC, Critchley SE et al. Venous thromboembolism: a public health concern. *Am J Prev Med*. 2010; 38(4): S495-501.
- 5 Nelzen O, Bergqvist D, Lindhagen A. Leg ulcer etiology - a cross sectional population study. *J Vasc Surg*. 1991; 14: 557-64 cited in Nicolaidis A, Fareed J, Kakkar A et al. Prevention and treatment of venous thromboembolism - International Consensus Statement. *International Angiology*. 2013; 32(2): 111-260.
- 6 Ruppert A, Steinle T, Lees M. Economic burden of venous thromboembolism: a systematic review. *J Med Econ*. 2011; 14(1): 65-74
- 7 Reitsma PH, Versteeg HH, Middeldorp S. Mechanistic view of risk factors for venous thromboembolism. *Arteriosclerosis, thrombosis and vascular biology*. 2012; 32(3): 563-8.
- 8 Cohen AT, Tapson VF, Bergman J-F et al. Venous thromboembolism and prophylaxis in the acute hospital setting (ENDORSE study): A multinational cross-sectional study. *Lancet*. 2008;371: 387-394.
- 9 Geerts WH, Pineo GF, Heit JA et al. Prevention of venous thromboembolism: the seventh ACCP conference on antithrombotic and thrombolytic therapy. *Chest*. 2004; 126(suppl 3): 338-400S
- 10 Nicolaidis A, Fareed J, Kakkar A et al. Prevention and treatment of venous thromboembolism - International Consensus Statement. *International Angiology*. 2013; 32(2): 111-260.
- 11 Blom JW, Doggen CJ, Osanto S, Rosendaal FR. Malignancies, prothrombotic mutations and the risk of venous thrombosis. *JAMA* 2005; 293: 715-22.
- 12 Kute DJ, Konkle BA, Hamza TH et al. Clinical outcomes in a cohort of patients with heparin-induced thrombocytopenia. *Am J Hematol*. 2017; 92(8): 730-738.
- 13 Piazza G, Nguyen TN, Cios D et al. Anticoagulation-associated Adverse Drug Events. *Am J Med* 2011; 124(12): 1136-1142
- 14 Shoeb M, Fang C. Assessing bleeding risk in patients taking anticoagulants. *Journal of Thrombosis and Thrombolysis*. 2013; 35(3): 312-319
- 15 Autar R. A review of the evidence for the efficacy of anti-embolism stockings (AES) in venous thromboembolism prevention. *J Orth Nurs*. 2009; 13: 41-49
- 16 Winslow EH, Brosz DL. Graduated compression stockings in hospitalized postoperative patients: correctness of usage and size. *Am J Nurs*. 2008; 108(9): 40-50.
- 17 Dennis M, Sandercock PAG, Reid J (Clots Trial Collaboration) et al. Effectiveness of thigh-length graduated compression stockings to reduce the risk of deep vein thrombosis after stroke (CLOTS trial 1): a multicentre, randomised controlled trial. *Lancet*. 2009; 373(9679): 1958-1965.
- 18 Morris RJ & Woodcock JP. Evidence based compression. Prevention of stasis and deep vein thrombosis. *Annals of Surgery*. 2004; 239(2): 162-171.
- 19 Proctor MC, Zajkowski PJ, Wakefield TW et al. Venous hemodynamic effects of pneumatic compression devices. *The Journal of Vascular Technology*. 2001; 25(3): 141-145.
- 20 Kumar S, Walker M. The effects of intermittent pneumatic compression on the arterial and venous system of the lower limb: a review. *Journ Tiss Viab*. 2002; 12(2): 58-65.
- 21 Chen A, Frangos S, Kilaru S et al. Intermittent pneumatic compression devices - physiological mechanisms of action. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2001; 21: 383-392.
- 22 Morris RJ, Giddings JC, Ralis HM et al. The influence of inflation rate on the hematologic and hemodynamic effects of intermittent pneumatic calf compression for deep vein thrombosis prophylaxis. *J Vas Surg*. 2006; 44: 1039-1045.
- 23 Giddings JC, Ralis H, Jennings G et al. Systemic haemostasis after intermittent compression. Clues for the investigation of DVT prophylaxis and traveller's thrombosis. *Clinical and Laboratory Haematology*. 2004; 26(4): 269-273.
- 24 Comerota A, Chouhan V, Harada R et al. The fibrinolytic effects of intermittent pneumatic compression. *Annals of Surgery* 1997; 226(3): 306-313.
- 25 Chouhan VD, Comerota AJ, Sun L. Inhibition of tissue factor pathway during intermittent pneumatic compression: a possible mechanism for antithrombotic effect. *Arteriosclerosis Thrombosis and Vascular Biology*. 1999; 19: 2812-2817.
- 26 Sutkowska E, Wozniowski M, Gamian A et al. Intermittent pneumatic compression in stable claudicants: effect on hemostasis and endothelial function. *International Angiology*. 2009; 28(5): 373-379.
- 27 Morris RJ, Giddings JC, Ralis HM, et al. Haematological and haemodynamic comparison of the Kendall AV Impulse™ and the Arjo [Huntleigh] FP5000 Intermittent Pneumatic Foot Compression System. *Arjo Clinical Report* 2003.
- 28 Westrich G, Specht LM, Sharrock NE et al. Venous haemodynamics after total knee arthroplasty: evaluation of active dorsal to plantar flexion and several mechanical compression devices. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 1998; 80B(6): 1057-1066.
- 29 Woodcock JP and Morris RJ. The effect of the Kendall SCD™ and Arjo [Huntleigh] DVT30 garments on femoral and popliteal vein blood flow measurements. *Arjo Clinical Report*. 2002.
- 30 Flam E, Berry S, Coyle A et al. Blood flow augmentation of intermittent pneumatic compression systems used for the prevention of deep vein thrombosis prior to surgery. *The American Journal of Surgery*. 1996; 171(3): 312-315.
- 31 Flam E, Nackman G, Tarantino D et al. Intermittent pneumatic compression devices of the foot: a comparison of various systems on femoral vein blood flow velocity augmentation in the v supine and dependent, non weight bearing positions. *Arjo Clinical Report* 2000.
- 32 Flam E, Berry S, Coyle A et al. DVT prophylaxis: comparison of two thigh high intermittent pneumatic compression systems. Presented at the meeting of the American College of Surgeons, San Francisco. 1993.
- 33 Morris RJ and Woodcock JP. Intermittent pneumatic compression for bariatric patients - the DVT60 compression garment. *Arjo Clinical Report* 2003.
- 34 Delince P. RCT of intermittent pneumatic compression (IPC) versus low molecular weight heparin (LMWH) plus anti-embolic stockings (AES) in the prevention of venous thromboembolism during elective hip and knee surgery. *Am. Ass. Orth. Surg. Conference* 2011.

- 35 Ginzburg E, Cohn S, Lopez J et al. Randomised clinical trial of intermittent pneumatic compression and low molecular weight heparin in trauma. *British Journal of Surgery*. 2003; 90: 1338- 1344.
- 36 Montgomery JS and Wolf JS (2005). Venous Thrombosis Prophylaxis for Urological Laparoscopy: Fractionated Heparin versus Sequential Compression Devices. *The Journal of Urology*. 2005; 173: 1623-1626.
- 37 Brooks PJ, Keramati M, Wickline A . Thromboembolism in patients undergoing total knee arthroplasty with epidural analgesia. *Journal of Arthroplasty*. 2007; 22(5): 641-643.
- 38 Kurtoglu M, Guloglu R, Ertekin C et al. Intermittent pneumatic compression in the prevention of venous thromboembolism in high-risk trauma and surgical ICU patients. *Turkish Journal of Trauma & Emergency Surgery*. 2005; 11(1): 38-42.
- 39 Kurtoglu M, Yanar H et al. Venous thromboembolism prophylaxis after head and spinal trauma: Intermittent pneumatic compression devices versus low molecular weight heparin. *World Journal of Surgery*. 2004; 28(8): 807-811.
- 40 Kamran SI, Downey D and Ruff RL. Pneumatic sequential compression reduces the risk of deep vein thrombosis in stroke patients. *Neurology*. 1998; 50(6): 1683- 1688.
- 41 Capper C. External pneumatic compression therapy for DVT prophylaxis. *British Journal of Nursing*. 1998; 7(14): 851-854.
- 42 Eskander M, Limb D, Stone M et al. Sequential mechanical and pharmacological thromboprophylaxis in the surgery of hip fractures. *International Orthopaedics*. 1997; 21: 259-261.
- 43 Kakkos SK, Caprini JA, Geroulakos G et al. Combined intermittent pneumatic leg compression and pharmacological prophylaxis for prevention of venous thromboembolism. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Wiley & Sonds. 2016; 9. [www.cochranelibrary.com](http://www.cochranelibrary.com)
- 44 Eppsteiner RW, Shin JJ, Johnson J, van Dam RM. Mechanical compression versus heparin therapy in postoperative and post trauma patients: a systematic review and meta-analysis. *World Journal of Surgery*. 2010; 34(1): 10-19.
- 45 Morris RJ, Woodcock JP. Intermittent pneumatic compression or graduated compression stockings for deep vein thrombosis prophylaxis? A systematic review of direct clinical comparisons. *Annals of Surgery*. 2010; 251(3): 393-6.
- 46 National Institute of Health & Clinical Excellence (NICE). Venous thromboembolism in over 16s: reducing the risk of hospital-acquired deep vein thrombosis or pulmonary embolism. <https://www.nice.org.uk/guidance/ng89> accessed June 2018
- 47 Guyatt GH, Akl EA, Crowther M et al for the American College of Chest Physicians Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis Panel. Zusammenfassung: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9TH ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest*. 2012; 141(2 Suppl): 75-475
- 48 Elpern E, Killeen K, Patel G, Senecal PA. Original Research: The Application of Intermittent Pneumatic Compression Devices for Thromboprophylaxis. *AJN The American Journal of Nursing*. 2013 Apr 1;113(4):30-6
- 49 ECRI Institute. March 2017 <https://www.ecri.org/Pages/default.aspx>
- 50 Van Blerk D. Evaluating an Intermittent Compression System for Thromboembolism Prophylaxis. *Professional Nurse*. 2004; 20(4): 48-49.
- 51 Pagella P, Cipolle M, Sacco E et al. A randomised trial to evaluate compliance in terms of patient comfort and satisfaction of two pneumatic compression devices. *Orthopaedic Nursing*. 2007; 26(3): 169-174.
- 52 Proctor MC, Greenfield LJ, Wakefield TW et al. A clinical comparison of pneumatic compression devices: the basis for selection. *Journal of Vascular Surgery*. 2001; 34(3): 459-464.
- 53 Tweed C, Wigglesworth N. Re-using intermittent pneumatic compression garments designed for single-patient use is a potential source of cross infection. *Journal of Infection Prevention*. 2009; 10(4): 128-133.
- 54 Kucher N, Koo S, Quiroz R et al. Electronic Alerts to Prevent Venous thromboembolism among Hospitalized Patients *N Engl J Med* 2005; 352: 969-977

DVT.CEB.01.DE.1.ARJO - Arjo VTE Evidence Review V1. July 2018.

Alle Produkte tragen das CE-Zeichen. Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass im Zusammenhang mit den von Arjo gelieferten Geräten und zur Vorbeugung von Verletzungen, die durch die Verwendung von Fremdteilen auftreten könnten, nur Arjo Originalteile verwendet werden dürfen. Bei Nichtbeachtung dieses Hinweises übernehmen wir entsprechend unserer Verkaufsbedingungen keinerlei Haftung. Da wir unsere Erzeugnisse ständig weiterentwickeln, behalten wir uns das Recht auf Änderungen ohne vorherige Ankündigung vor.

Für uns bei Arjo ist die Erleichterung des Alltags von Menschen mit eingeschränkter Mobilität und altersbedingten Problemen besonders wichtig. Mit Produkten und Lösungen, die eine ergonomische Handhabung, Körperpflege, Desinfektion, Diagnose und die effiziente Vermeidung von Dekubitus und Venenthromboembolien bei Patienten gewährleisten, unterstützen wir Pflegefachkräfte bei der Verbesserung von Standards für eine sichere und würdige Betreuung. Bei allem, was wir tun, steht der Mensch im Vordergrund.

Arjo AB • Hans Michelsengatan 10 • 211 20 Malmö • Sweden • +46 10 335 4500

Arjo GmbH • Peter-Sander-Straße 10 • 55252 Mainz-Kastel • Deutschland • Tel: +49 6134-186 0 • Fax: +49 6134-186 160

Arjo AG • Fabrikstrasse 8/Postfach • 4614 Hägendorf • Schweiz • Tel: +41 (0)61 337 97 77 • Fax: +41 (0)61 3119742

Arjo GmbH • Lemböckgasse 49A • 123 Wien • Österreich • Tel: +43 (0) 866 56 • Fax: +43 (0) 866 56 7000

[www.arjo.com](http://www.arjo.com)

**ARJO**