

**Intermittierende pneumatische
Kompression (IPK, AIK)****Прерывистая пневматическая
компрессия (ППК)**

AWMF Registernummer: 037/007

Регистрационный номер AWMF: 037/007

Autoren: C. Schwahn-Schreiber, S. Reich-Schupke,
F.X. Breu, E. Rabe, I. Buschmann, W. Döllner,
G. Lulay, A. Miller, E. Valesky

Авторы: Кристина Шван-Шрайбер, Стефани
Райх-Шупке, Франц Ксавье Брой, Эберхард Рабе,
Иво Бушманн, Вальтер Дёллер, Герд Лулай, Аня
Миллер, Ева Валески

Publiziert bei AWMF online. Aktueller Stand 01/2018

Издано AWMF online. По состоянию на 01/2018

Перевод: Дмитрий Валериевич Зайцев

Преамбула

Руководство подготовлено по запросу и под руководством Немецкого общества флебологии (*Deutschen Gesellschaft für Phlebologie*). Участвующими профессиональными обществами были:

- Общество немецкоязычных лимфологов
- Немецкое общество лимфологии
- Немецкое дерматологическое общество
- Немецкое общество ангиологии - общество сосудистой медицины
- Немецкое общество сосудистой хирургии и сосудистой медицины - Общество оперативной, эндоваскулярной и профилактической сосудистой медицины

В этом руководстве обобщаются соответствующие аспекты применения ППК после обширного обзора литературы на основе научных выводов с позиции до апреля 2017 года.

Мы сосредоточились на устройствах, перечисленных в немецком индексе помощи² (*Hilfsmittelverzeichnis*⁴²).

1. Введение

Целью данного руководства является оптимизация показаний и терапевтического применения ППК при сосудистых и отечных заболеваниях. Решающими были медицинские, а не экономические аспекты.

Показания к ППК для тромбоэмболической профилактики были всесторонне рассмотрены в Руководстве по профилактике венозной тромбоэмболии (ВТЭ) S3³⁷ и обобщены здесь только в качестве обзора. Этот вопрос повторно специально не изучали.

Для показаний липоэдемы и лимфедемы, пожалуйста, также соблюдайте соответствующие независимые рекомендации^{29, 28}.

2. Определение

ППК применяется для предотвращения тромбоэмболии, противоотечной терапии при заболеваниях с отеками и для улучшения артериального и венозного кровообращения с купированием симптоматики, а также ускорения заживления язв в амбулаторных и стационарных условиях. Используемые устройства различаются по индикации и целевому местоположению.

¹ Рекомендации, разрабатываемые AWMF (Ассоциацией научных медицинских обществ), в зависимости от сложности процесса их создания, разделены на четыре класса. Класс S1 означает, что экспертная группа, представляющая профессиональное общество, путем неофициального консенсуса составляет рекомендацию, которая принимается исполнительным советом общества.

² Список медицинских пособий. Каталог ресурса общественного медицинского страхования в Германии, содержит перечень видов помощи, которые могут быть заказаны и должны оплачиваться в Федеральном объединенном комитете системы обязательного медицинского страхования. Он включает средства реабилитации и ухода, их стандарты качества, стоимость, описания и указания по применению и обеспечивает прозрачность продукта для застрахованных лиц, поставщиков услуг, страховой системы и врачей-контрактников. Справочник составлен Федерацией фондов медицинского страхования и постоянно адаптируется: новые продукты добавляются после их проверки медицинской службой Немецкой ассоциации фондов медицинского страхования.

3. Влияние ППК

Таблица 1: Сводная информация о воздействии ППК (модифицирована в соответствии с ^{23, 103, 4, 122, 62, 63})

Категория	Физиологический эффект	Потенциальные прямые и косвенные «преимущества»
Гемодинамика Гематология	<ul style="list-style-type: none"> ▼ венозный застой ▲ скорость потока в системе глубоких вен ▲ фибринолиз ▲ объем крови ▲ эндотелиальное напряжение сдвига ▼ артерио-венозный градиент давления ▲ напряжение сдвига эндотелиальных стволовых клеток 	<ul style="list-style-type: none"> ▼ венозное давление ▲ интерстициальный отек ▲ тромбогенность ▲ внутрисосудистая коагуляция ▲ венозное опорожнение ▼ застой и отек ▲ артериальный приток ▲ фибринолиз ▲ вазодилатация ▼ риск тромбоза ▲ продукция простациклина ▼ эндотелиальный релаксирующий фактор ▼ тромбоцитарный фактор роста ▲ микроциркуляция ▲ венозный обратный поток
Фибринолиз Гематология	<ul style="list-style-type: none"> ▲ фибринолитическая активность ▼ tPA и PAI-1 антиген ▼ PAI-1 антиген и активность ▲ активность tPA ▼ уровень FVIIa ▲ уровень TFPI 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ эндогенная фибринолитическая активность ▲ тромбоз ▼ внутрисосудистая коагуляция ▼ гиперкоагуляция
Тканевое напряжение кислорода	<ul style="list-style-type: none"> ▲ уровень чрезкожного напряжения кислорода ▼ объем интерстициальной жидкости ▼ венозный застой 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ кислородный диффузионный барьер ▼ отёк ноги ▲ температура кожи
Отёк	<ul style="list-style-type: none"> ▼ артерио-венозный шунт ▼ отёк 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ капиллярная перфузия ▲ питание тканей
Другое		<ul style="list-style-type: none"> ▲ плотность кости

Сокращения: PAI-1 – ингибитор активатора плазминогена 1; TFPI – ингибитор пути тканевого фактора; tPA – тканевой активатор плазминогена

4. Показания

В многочисленных исследованиях изучалось использование ППК по различным показаниям. В соответствии с методологией и качеством исследований предлагаются следующие рекомендации

Показания к применению:

Рекомендация 1:

ППК обязательно должен применяться в следующих случаях:

- Тромбоэмболическая профилактика, если невозможна медикаментозная профилактика.

ППК должен использоваться для следующих показаний:

- Венозная язва нижней конечности с отсутствием тенденции к выздоровлению, несмотря на постоянную компрессионную терапию с помощью чулков или бандажей.
- Выраженная хроническая венозная недостаточность на стадиях C4b-C6 (классификация CEAP).
- Лимфедема конечности, как дополнительная терапия при отсутствии компенсации состояния на фоне комплексной физической противоотечной терапии – ???
- Болезнь периферических артерий (атеросклероз, эндартериит) со стабильной перемежающейся хромотой или критической ишемией, если программа упражнений и оперативное вмешательство (реконструкция) невозможны.

ППК может выполняться в таких ситуациях:

- *Посттравматический отек.*
- *Устойчивый к терапии венозный отек.*
- *Липоэдема.*
- *Лимфедема конечностей, в дополнение к комплексной физической противоотечной терапии.*
- *Гемиплегия с сенсорным нарушением и отеком.*
- *Тромбоэмболическая профилактика в дополнение к медикаментозной профилактике*

Здесь следует обратить внимание на комбинированные формы отеков в отношении следующих противопоказаний. Они должны быть выявлены до начала лечения и индивидуально контролироваться во время терапии.

5. Противопоказания

Рекомендация 2:

- *Если существует абсолютное противопоказание, ППК не должен выполняться.*
- *Если имеется относительное противопоказание, ППК может выполняться при тщательном клиническом контроле и соответствующих мерах предосторожности (см. побочные эффекты).*

Противопоказания к ППК в соответствии с мнением экспертов:

Рекомендация 3. Абсолютные противопоказания:

- *Декомпенсированная сердечная недостаточность.*
- *Длительный тромбоз, тромбоз или подозрение на тромбоз.*
- *Острая рожа.*
- *Острая флегмона.*
- *Компартмент-синдром³.*
- *Тяжелая, неконтролируемая гипертензия.*
- *Кроме того, ППК не должен выполняться при окклюзиях в области лимфатического дренажа, при наличии закупорки в зоне паха или гениталий.*

Рекомендация 4. Относительные противопоказания:

- *Обширная, возможно, открытая травма мягких тканей конечностей.*
- *Выраженная невропатия конечностей.*
- *Пузырьковые дерматозы, такие как IgA-дерматит или пемфигоид.*

Рекомендация 5:

Во избежание рисков следует учитывать:

- *При внимательном осмотре, исключении противопоказаний и правильном использовании устройств ППК является эффективной и безопасной терапией.*
- *Чтобы избежать повреждения кожи, следует использовать текстильную защиту под пластиковой манжетой, регулярный осмотр кожи и уход за ней.*
- *Чтобы предотвратить повреждение нервов и компрессионный некроз, особенно у худых и кахектичных пациентов, следует использовать подкладки под манжету в соответствующих местах.*
- *Генитальный лимфатический отек не был описан ни в одном исследовании с 1998 года или явно отрицается. Следует обратить внимание. Если наблюдается увеличение отека в области таза или гениталий под ППК в случае лимфедемы, следует прекратить ППК и повторно диагностировать характер нарушения оттока.*

³ Порочный круг: отёк, вызывающий сдавление сосудов и ишемию, усиливающую и поддерживающую отёк.

6. Осложнения и риски

Для возможных осложнений с использованием ППК найдены только отдельные описания случаев и ретроспективное обследование. Описаны повреждения кожи при многодневном непрерывном использовании ППК (в контексте профилактики тромбоза):

- Поражения кожи: фолликулит¹⁶ и волдыри^{66, 124} – особенно у пожилых пациентов с хрупкой кожей.
- Повреждение мягких тканей⁶⁹ при неправильном размещении манжеты (наложении непосредственно на кожу).
- Повреждение малоберцового нерва^{90, 61, 67} у пациентов с кахексией.
- Некроз, вызванный сдавлением^{7, 82}.
- Компартмент-синдром¹²¹.
- Легочная эмболия¹⁰⁴.
- Генитальная лимфедема – ретроспективное исследование¹³. Под действием ППК межклеточная жидкость по тканевым пространствам перемещается проксимально; дальнейший отток из ноги за паховую связку еще не продемонстрирован^{78, 79, 70, 38}. Исследования последних 15 лет не описали и явно не отрицали развитие генитальной лимфедемы через паховое кольцо. Требуется дополнительные исследования.
- При нестабильных условиях кожи (выраженный застойный дерматоз, лимфо-кожные свищи и т. д.) ППК следует проводить только с антибиотикозащитой до стабилизации кожи.

7. Обучение пациентов.

Рекомендация 6:

- *Необходимо информировать пациента о преимуществах, рисках и альтернативах ППК и документировать это.*

Обучение пациента о преимуществах, рисках и альтернативах терапии требуется по закону. Вышеуказанные рекомендации приводятся в соответствии с действующей правовой ситуацией. Существенное требование эффективного образования является обсуждение информированного согласия. Необходимо также письменно зафиксировать существенное содержание обсуждения информации и согласия пациента.

В соответствии с текущей ситуацией ППК не считается неизбежной, единственной или абсолютно необходимой мерой, но дает значительные положительные последствия в некоторых областях применения. Соответственно, по судебным причинам отказ пациента выполнить терапию или преднамеренный / обоснованный медицинский отказ от этой дополнительной меры должен быть документирован в письменной форме. Таким образом, врач должен сообщить пациенту о конкретных преимуществах и недостатках с точки зрения использования ППК, рисков и побочных эффектов и возможных альтернатив. Эта задача не может быть передана медсестре.

8. Правовые основы, стандарты и положения

8.1. Правовые основы и стандарты

Устройства для ППК перечислены как «средства для лечения компрессией» (*Hilfsmittel zur Kompressionstherapie*) в 17 группе продуктов справочника вспомогательных средств (*Hilfsmittelverzeichnis*, по состоянию на 9.2015) и снабжены многозначным номером помощи⁴². Согласно Универсальной системе номенклатуры медицинских устройств (UMDNS), устройствам перемежающейся пневматической компрессии назначен № 10-969, последовательной пневматической компрессии – № 16-387. В дополнение к используемым в клинике и тренировочным устройствам есть домашние устройства, которые могут быть назначены врачом. Стандартизация устройств пока не существует и в настоящее время не предвидится.

8.2. Инструкции по применению и рецепту

Рекомендация 7:

- *Устройства для ППК могут использоваться в стационаре или амбулаторных условиях в медицинском учреждении.*
- *Долгосрочно ППК следует использовать в качестве домашней терапии.*

Устройства для ППК могут использоваться в больнице или амбулаторных условиях в медицинском учреждении. Также имеет смысл использование домашнего прибора, особенно для долгосрочных показаний (заболевание периферических артерий, лимфедема, хроническая венозная недостаточность) и способствует самоуправлению и самообновлению пациента.

Поскольку устройства для ППК перечислены в списке вспомогательных средств, регулирование может производиться за счет медицинского страхования. Перед назначением соответствующего рецепта должно быть доступно доказательство эффективности (этап тестирования в клинике или практика под наблюдением врача), и должна быть сделана соответствующая инструкция пациенту по обращению с устройством. Кроме того, даже при домашнем использовании должен быть обеспечен регулярный медицинский мониторинг клинических данных. Для домашнего использования пациенту следует дать четкую медицинскую инструкцию по использованию ППК в отношении следующих параметров:

- Продолжительность терапии в день
- Частота использования в день или в неделю
- Продолжительность терапии в целом
- Настройка давления
- Защитные меры относительно потенциальных побочных эффектов
- Необходимые медицинские проверки во время курса

8.3. Приборы

Рекомендация 8:

- В будущем термин «многоступенчатое устройство» (*Mehrstufigengerät*; вместо многокамерного устройства) должен иметь приоритет для последовательной и ясной коммуникации.
- Приоритет следует отдавать многоступенчатым устройствам.
- В зависимости от разных показателей, сосудистых систем - мишеней, которые должны быть достигнуты, и состояния ткани, протокол терапии следует определять индивидуально.

Устройства обычно состоят из двух компонентов – блока управления и манжет.

В клиническом применении существует большой выбор разных типов устройств, которые различаются по типу компрессоров и рукавов, количеству и расположению (перекрытие / без перекрытия) камер в рукавах и способу их заполнения (одновременно или один за другим). Существует также широкий диапазон регулируемых параметров для фаз надува, плато и сдува, и последующего времени паузы.

8.3.1. Блок управления или генератор

Блок управления или генератор классифицируется как медицинское устройство класса Па. Здесь требуется не только знак CE, но и знак CE с точным указанием испытательного центра, который контролирует соответствующий продукт (4 цифры рядом с отметкой CE, например: CE 0197 описывает TÜV Rheinland).

Контроллер имеет решающее значение для курса обработки – наращивания давления, фазы удержания давления, фазы сдува, времени паузы и повторения цикла. Как правило, создаются значения давления 12-200 мм рт.ст. При желании наращивание давления может быть прерывистым или последовательным (т. е. непрерывным от дистальных к дальнейшим проксимальным камерам). Индивидуально необходимое давление настраивается и снимается с определенными интервалами.

8.3.2. Манжеты

Имеются одно- и многокамерные манжеты. С однокамерной манжетой воздействие может быть только прерывистое, т. е. регулярно сжимающее, с многокамерными же манжетами оно может быть как прерывистым, так и последовательным, т. е. работающим от одной (дистальной) к другой (проксимальной) камере – т. наз. «дойка». Защитные манжеты многоступенчатых систем различаются по количеству отдельных воздушных камер.

Есть манжеты с перекрытием воздушных камер и с их прилеганием. Национальная ассоциация статутных страховых фондов (*GKV-Spitzenverband*) призывает выбирать в списке помощи (*Hilfsmittelverzeichnis*) многокамерные манжеты с перекрытием камер, чтобы предотвратить нежелательную раздробленность, сужения и маятниковое движение лимфы с нефизиологичным напряжением на клапанах (статус списка помощи 09.21.2015)⁴².

Манжеты различаются в зависимости от места применения

- стопы или стопы и нижние ножные манжеты (специальная обувь с надувной подошвой и, возможно, также манжетой для голени),
- манжеты для конечностей (ноги или руки),
- брюки и куртки, манжеты для оказания давления на конечность или туловище.

8.3.3. Концепция

Постоянно возникает путаница с терминами «многоступенчатые» и «многокамерные устройства». Для возможностей устройства, прежде всего, производительности блока управления, имеет решающее значение достижение различного количества уровней давления, а не количества камер, связанных в манжете. Манжеты – это аксессуары.

8.3.4. Изучение ситуации (преимущества и недостатки различных типов устройств)

В зависимости от различных показаний, чтобы достичь целевой сосудистой сети (липедема, профилактика тромбоза, лимфедема, болезнь периферических артерий) и типа ткани значительно меняются применяемые протоколы терапии³⁸.

Существует лишь несколько исследований, посвященных контролируемому сравнению различных типов устройств и протоколов лечения^{85, 96}.

Ряд исследований исходит из стран американского мира, чьи устройства нельзя сравнивать с немецкими стандартами.

9. Внедрение ППК по показаниям

ППК может использоваться в стационаре или амбулаторно в медицинском учреждении. Кроме того, имеет смысл использование домашнего прибора, особенно для долгосрочных показаний.

9.1. Тромбоэмболическая профилактика (профилактика ВТЭ)

Рекомендации по профилактике тромбоза относятся к S3-ориентированной профилактике венозной тромбоэмболии (ВТЭ) и были обобщены здесь для лучшего тематического обзора и полноты. Из этого руководства взяты следующие основные рекомендации:

- У пациентов с умеренным и высоким риском ВТЭ в дополнение к лекарственной профилактике следует использовать основные средства.
- Кроме того, могут применяться физические средства.
- Основные средства и физические средства не должны заменять указанную профилактическую терапию ВТЭ.
- Напротив, в случае профилактики ВТЭ на основе лекарственных препаратов основные средства не должны быть отменены, а физические средства должны использоваться по показаниям.
- В случае противопоказаний к фармакопрофилактике ВТЭ следует использовать физические средства.
- В каждой больнице целесообразно иметь устройства для ППК, чтобы иметь возможность использовать эту процедуру у пациентов с высоким риском ВТЭ и противопоказаниями к лекарственной профилактике.

Подробную информацию о различных показаниях и исследованиях можно найти в руководстве S3 по венозной тромбоэмболической профилактике³⁷.

9.2. Хроническая венозная недостаточность (ХВН)

Рекомендация 9:

- У пациентов с ХВН ППК может использоваться для улучшения хронических венозных симптомов и качества жизни.
- ППК может использоваться в качестве домашней терапии у пациентов с ХВН.
- ППК при ХВН без язв ног следует выполнять с показателями давления 30-40 мм рт.ст., надувом 15 с, сдувом 10 с многоступенчатыми манжетами, сдавливая от дистального к проксимальному участку.
- ППК на ноге следует использовать для стимуляции заживления ран у пациентов, у которых язвы ног не вылечиваются при стандартной терапии многоступенчатыми манжетами (последовательное наращивание давления, целевое давление 40-50 мм рт. ст., не менее 1 часа в день, не менее 3 раз в неделю).

Данные об использовании ППК при венозных заболеваниях менее полны, чем в области профилактики венозных тромбоэмболий. Есть только несколько исследований по использованию в ХВН без язв, гораздо больше данных для венозных язв.

9.2.1. ХВН без язв

Оптимальное давление для удаления венозного отека составляет от 30 до 40 мм рт.ст., с временем надува 15 с и временем сдува 10 с. Авторы⁴³ определили эти результаты у 24 пациентов с отеком, систематически меняя указанные параметры.

У пациентов с варикозными расширениями венозный возврат может быть значительно ускорен с помощью ППК⁴⁴.

У пациентов с ХВН (независимо от этиологии) ППК снижает венозный отек, клинические симптомы и улучшает общее качество жизни^{120, 63, 40, 77, 41, 8}. Обнаружена корреляция дозы: чем выше приложенное давление, тем выраженнее уменьшение объема отека¹²⁰.

В частности, пациенты, у которых другие виды компрессии из-за сопутствующих заболеваний невозможны или не принимаются, а также пациенты с ожирением и пожилые получают пользу от применения ППК при ХВН⁹².

9.2.2. ХВН с трофической язвой

В Кокрановском обзоре 2014 года было проанализировано 8 рандомизированных клинических исследований, в которых используется ППК при венозных трофических язвах⁷⁵. Все оцениваемые исследования имели небольшие группы пациентов и давали неполную информацию о точном режиме ППК или средстве, с которым ППК сравнивалась. Все исследования имели методологическую критику в отношении рандомизации и / или ослепления.

Многие исследования показали положительный эффект ППК на скорость и время заживления, уменьшение боли и снятие отека, а также перфузию и оксигенацию кожи^{76, 5, 21, 58, 59, 31, 57, 99, 87, 73, 20, 68, 101}.

Некоторые исследования не показали никакой разницы между схемами «компрессионная терапия + ППК» против «компрессионная терапия» с точки зрения скорости излечения^{68, 101, 34, 35, 99}.

Авторы делают вывод, что применение ППК эффективнее, чем вообще отсутствие компрессии. Однако существующие исследования не позволяют доказать, что ППК можно использовать вместо компрессионной терапии с повязками или чулками. Впрочем, есть свидетельства того, что ППК, помимо компрессионных бинтов, улучшает заживление венозных язв⁷⁵.

Николовская и др. на материале 104 пациентов сравнили в рандомизированном контролируемом исследовании быстрый режим ППК (надув 0,5 с, плато 6 сек., сдув 12 сек.) с медленным режимом (надув 60 с, плато 30 сек., сдув 90 сек.). Используемое устройство имело 7 камер от ступни до бедра и создавало давление 45 мм рт.ст. на ноге и 30 мм рт. ст. на бедре. Процедура проводилась один раз в день без дополнительной компрессионной терапии. Значительно более высокий уровень излечения и значительно более короткий срок заживления наблюдался при более быстром режиме ППК⁷⁶.

Краткий обзор существующей ситуации:

- ППК ноги лучше для заживления язв, чем вообще отсутствие компрессии.
- Как дополнительное средство ППК ноги ускоряет заживление язв.
- В дополнение к давящей повязке или местной терапии ППК ноги ускоряет заживление язв¹¹.
- Преимущества наблюдаются для пациентов, которые неподвижны, имеют выраженный отек или ожирение⁸⁴.
- В большинстве случаев параметры ППК, используемые при ХВН для лечения трофических язв, были следующими: последовательное наращивание давления, целевое давление 40-50 мм рт. ст., по меньшей мере 1 час в день, по меньшей мере 2 раза в неделю. Данные о цикле неоднородны.
- Из имеющихся данных остается неясным, действительно ли ППК также может повлиять на боль при трофической язве, и можно ли использовать ППК вместо компрессионных биндажей.

9.3. Посттравматический отек

Рекомендация 10:

- *ППК может использоваться у пациентов с посттравматическим отеком. Он уменьшает отек, снижает уровень предоперационного инфицирования и улучшает заживление и боль в мягких тканях.*

В экспериментах на животных после ППК^{23, 100} были обнаружены ускоренные процессы восстановления на разорванном ахилловом сухожилии с точки зрения организации коллагена, плотности фибробластов, ангиогенеза, появления сенсорных нейропептидов, маркеров регенерации нервов и

белков роста. Тиббиальная остеотомия также приводила к более быстрому образованию каллюса⁴ и увеличению минерального содержания кости^{4, 81}.

В клинических исследованиях мало доказательств использования ППК при посттравматическом отеке. Вероятно, ППК ускоряет заживление трещин и мягких тканей⁵⁴, но рандомизированные клинические исследования затрагивают только немногочисленные случаи с недостаточно хорошими доказательствами.

Тем не менее, в каждом случае применение ножной помпы для ППК при отеке низа ноги после дисторсии голеностопного сустава³, острого перелома лодыжки^{116, 17, 53, 33} и пяточной кости¹¹⁷ в дополнение к другим физическим мерам привели к значительному уменьшению отеков в острой фазе. Послеоперационные раневые инфекции после переломов лодыжки также были значительно ниже. После тотального эндопротезирования коленного сустава опухоль низа ноги и боль значительно снизились на фоне использования ППК с ножным насосом¹¹².

После забора вены для коронарного шунтирования в рандомизированном клиническом исследовании у 200 пациентов наблюдалось снижение осложнений заживления ран⁴⁸.

В Кокрановском обзоре 2015 года имеющихся доказательств было недостаточно для установления правил эффективности различных вмешательств в реабилитации взрослых с переломами дистального радиуса⁴⁶. В двух исследованиях^{18, 108} после консервативного лечения перелома запястья было показано, что сила в запястье и диапазон движения с ППК увеличились в течение 10 недель по сравнению с пациентами, не получавшими ППК.

Существуют другие международные исследования по посттравматическому отеку, которые были выполнены с устройствами, которые недоступны в Германии.

9.4. Лимфедема

Рекомендация 11:

- *ППК может быть дополнительной терапией для комплексной физической противоотечной терапии (КФПоТ), особенно при дистальном отеке руки или отеке ног, без участия ипсилатерального квадранта корпуса и при ограниченной подвижности пациентов.*
- *Для лимфедемы, которая не компенсируется на фоне КФПоТ, ППК следует использовать в качестве дополнения.*
- *ППК может использоваться как домашняя терапия у пациентов с лимфедемой; должны быть гарантированы медицинские проверки.*
- *Для лечения лимфедемы следует использовать многоступенчатые устройства с прерывистым давлением: на ноге до 120 мм рт.ст. в зависимости от состояния ткани, на руке до 40 мм рт.ст. В этом случае следует выбрать более длительное время надува и сдува (каждые 50 с) и последовательное нарастание давления.*

Согласно действующему руководству S2k «Диагностика и терапия лимфедемы», применяется следующее ключевое заявление: ППК может быть адьювантной формой терапии для КФПоТ, в частности для дистально выделенной лимфедемы руки или ноги – без участия ипсилатеральных соединительных секторов – и при ограниченной подвижности пациентов.

Механизм действия ППК, как показывают исследования, заключается в смещении тканевой жидкости централизованно в межтканевые промежутки²⁸.

Также в соответствии с руководством Международного общества лимфологии ППК успешно сочетается с компрессионными чулками. Следует осторожно контролировать сдвиг отека в конечности и в область гениталий и развитие фибросклеротического кольца в проксимальном участке конечности, усугубляющего лимфатическую непроходимость. Сообщается также о комбинации ППК с ML, но она недостаточно изучена⁵⁰.

При лечении лимфедемы используемые устройства и протоколы исследования сильно различаются, число пациентов низкое, качество доступных рандомизированных исследований невелико, а результаты едва ли сопоставимы. Кроме того, устройства, используемые в исследованиях на американском рынке, часто не соответствуют европейским стандартам (результаты США - 2, 74, 95). Систематический обзор за период 2004-2011 гг. показал значительную изменчивость результатов терапии ППК на основе индивидуальных схем лечения пациентов. Руководства по лучшей практике нет. Многие исследования имеют высокие доказательства³⁸. Исследования обычно сравнивают комбинированные режимы лечения друг с другом, так что отдельные факторы не могут быть оценены как эффективные³⁹. Многоступенчатые системы ППК более эффективны, чем одноступенчатые системы

⁴ Ткань, образующаяся на поверхности поранения и способствующая заживлению ран.

для первичной и вторичной лимфедемы ног. Многоступенчатые системы приводят к значительному уменьшению объема после однократного использования^{83, 55, 10}. Долгосрочное использование ППК у пациентов с лимфедемами рук и ног не показало значительных различий, но многоступенчатые системы привели к значительному успеху⁹¹. Поэтому для лечения лимфедемы сегодня не рекомендуется одноступенчатые системы.

9.4.1. Лимфедема нижней конечности

Эффективность ППК может быть продемонстрирована с помощью плетизмографии тензодатчиков. ППК с многоступенчатой системой на ноге приводил к изменению объема от 10 до 30 мл на цикл сжатия, в некоторых случаях до 100 мл в паховой области, в зависимости от давления и продолжительности приложенного давления. В этом случае было давление от 50 до 125 мм рт.ст. в течение периода 50 секунд за цикл⁷⁹.

Результаты исследований 2007-2012 годов рекомендуют использовать более низкие давления, до 60-70 мм рт.ст. максимум³⁸. Они также указывают, что давление должно быть достаточным для преодоления сопротивления ткани. Однако, подкожно измеренное давление ткани может быть значительно увеличено в лимфедеме, до 15-18 мм рт.ст., дополнительное сопротивление создается при развитии фиброза кожи. Поэтому результаты позднейших исследований рекомендуют использовать при сжатии более высокие давления порядка 80-120 мм рт.ст. для лимфедемы II стадии.

В исследовании с 15 пациентами лимфедема II ступени лечилась с помощью ППК с 8-камерной системой с различными временами надува и сдува и различными давлениями 50-80-120 мм рт.ст. при непрерывном измерении давления в пораженной ткани и сопутствующем круговом измерении с тензодатчиками для определения наиболее эффективных давлений и времени сжатия. Было обнаружено, что давление в камере значительно выше, чем возникающее при этом давление в ткани. Для достижения устойчивого давления в тканях, которое порождало бы миграцию тканевой жидкости, были рекомендованы время удержания давления 50 сек и отдыха 50 сек. и давление 120 мм рт.ст. с учетом фиброза ткани¹²⁸. Более короткое время надува даже в последовательных камерах вызывает в тканях такие же изменения, как при работе однокамерной системы¹²⁸.

У 18 пациентов с наличием нескольких первичных и преимущественно вторичных воспалительных лимфатических отеков II стадии, особенно дистальных, при этой схеме лечения с высоким давлением до 120 мм рт.ст. с манжетами для бедер и дополнительным ношением компрессионного трикотажа II класса при трехлетнем исследовании наблюдалось стойкое снижение размера с одновременным улучшением эластичности тканей, но без корреляции друг с другом. Осложнений терапии, таких как генитальная лимфоэдема или окклюзия бедра, не происходило¹²⁶.

Также лимфосцинтиграфия показала, что при одном и том же режиме лечения ППК пропитанные жидкостью тканевые каналы внизу ноги уменьшались, и одновременно увеличивались на бедре и в паху, что интерпретировалось как поток от дистального участка к проксимальному. Параллельно с этим уменьшалась окружность низа ноги. Тканевая жидкость протекала через спонтанно образовавшиеся тканевые каналы, а не через оригинальные лимфатические сосуды, которые зарастали или забивались на разных уровнях. ППК ускорила поток.

Гистологически какие-либо новые лимфатические сосуды найдены не были¹²⁷.

В сопоставимом с предыдущим исследовании ручным дренажом нижней части живота заблокированная лимфатическая жидкость была дополнительно смещена в оставшиеся функционирующими лимфатические сосуды и межтканевые пространства паховой области и бедренного канала⁷⁸. Дальнейший отток оставался неясным. Отток в нижнюю часть живота и смежные зоны обнаружить не удалось^{78, 70}.

В дополнение к транспорту воды существенных перенос белка не обнаруживается⁷⁰.

Среди пациентов с лимфедемой, получавших как комплексную физическую противоотечную терапию, так и ППК, значительно лучше восстанавливались те, у кого ППК делался с давлением 120 мм рт.ст., по сравнению с теми, кому назначали 60 мм рт.ст. Состояние последних оставалось на том же уровне, что и у пациентов без дополнительной ППК¹¹³.

9.3.2. Лимфедема руки

Пациенты с лимфедемой после мастэктомии, получавшие ППК, показали в сравнении с пациентами, не имевшими терапии, уменьшение отека³².

Два системных обзора и мета-анализ рандомизированных клинических исследований с применением ППК руки на фоне лимфедемы после лечения рака молочной железы показали, что комплексная физическая терапия и ППК приводят к значительному улучшению отека и субъективных симптомов^{111, 102, 97}. Дополнительное использование ППК не показало превосходства в терапевтическом успехе, хотя и уменьшило необходимое время ручного лимфодренажа^{118, 45}.

В исследовании с ППК в качестве монотерапии после рака молочной железы достигнута редукция лимфедемы на 47%, независимо от типа устройства (использовались трехступенчатое и одноступенчатое) и степени сжатия⁸⁹.

Давление при сжатии на руке, в отличие от методик для ноги, было в большинстве исследований от 20 до 40 мм ртутного столба. Исследований для оценки этих уровней давления нет.

9.3.3. Применение у детей

Австралийский обзор Philipps с соавт. относительно эффективности ППК у детей с первичной лимфедемой пришел к выводу, что есть только «низкий уровень доказательств» для применения, так как цифры в исследованиях слишком малы, результаты противоречивы и терапевтические подходы не являются ясными и сопоставимыми⁸⁸.

9.4. Липедема

Рекомендация 12:

- Для лечения липедемы ППК может быть использован для уменьшения отека, облегчения боли и уменьшения синяков, в т. ч. в качестве домашней терапии.

Согласно действующему руководству «Липедема» от 2015 года²⁹, ППК также оказывает поддержку при лечении липедемы, но не в качестве замены ручного лимфатического дренажа и компрессии^{47, 108}, а как дополнение для уменьшения отека, облегчения боли и уменьшения гематомы⁴⁷.

Перспективное рандомизированное экспериментальное исследование комплексной физической противоотечной терапии липедемы продемонстрировало уменьшение объема конечностей и улучшение симптомов в небольшом числе случаев. Дополнительно ППК не привела к дальнейшему улучшению, но смогла сэкономить время, затрачиваемое на ручной лимфодренаж¹⁰⁹. Снижение хрупкости капилляров было также продемонстрировано на фоне обеих терапевтических тактик¹¹⁰.

9.5. Периферическая артериальная болезнь (ПАБ) II-IV стадии по Фонтену

Рекомендация 13:

- Мнение о том, что ППК показана при ПАБ со стабильной прерывистой хромотой или критической ишемией, нуждается в дальнейшей проверке. Однако ППК может применяться, если исключена возможность интервенционной или хирургической реконструкции, и невозможно применить программу упражнений.
- ППК для ПАБ следует выполнять с помощью манжеты для стопы и голени, с целевым давлением 85-120 мм рт.ст., коротким временем надува, 3 циклами в минуту и ежедневным использованием.
- Чтобы уменьшить послеоперационный отек, ППК может использоваться после оперативного восстановления при ПАБ.

Руководство S3 «Диагностика, терапия и уход за пациентом» не занимает определенной позиции в отношении ППК⁶⁴.

В период с 2003 по 2017 годы было опубликовано множество работ, которые демонстрируют положительное влияние ППК на ногу и / или голень при ПАБ в стадии стабильной прерывистой хромоты и в стадии критической ишемии. Значительные улучшения могут быть доказаны в отношении следующих целевых параметров:

- Расширение начальной безболезненной ходьбы.
- Расширение общей ходьбы.
- Улучшение качества жизни.
- Ослабление дискомфорта.
- Гемодинамика – измеряется как артерио-венозный индекс в состоянии покоя и после тренировки.
- Улучшение заживления ран.
- Снижение уровня ампутации.
- Улучшение перфузии ноги (стопы) - измеряется как оксигенация ноги (стопы)^{24, 25, 51, 60, 93, 105, 94, 52, 107, 12, 125, 6, 14, 65, 114, 19, 106}.

Качество исследований при ПАБ значительно лучше, чем для большинства других показаний, упомянутых выше. Многие исследования были рандомизированы, контролировались и выполнялись проспективно. Тем не менее, все они включали небольшое количество субъектов (от 20 до 187) и, особенно в исследованиях до 2013 года, имели высокий риск ошибки⁷².

Лечение проводили ежедневно в течение 2-8 часов (возможно, в нескольких заходах) и в течение 3-6 месяцев. Стойкие эффекты можно наблюдать также через год после окончания лечения ППК.

Аппараты и схемы также различались, хотя некоторые параметры повторялись: манжета для стопы и голени, целевое давление 85-120 мм рт.ст., короткое время надува, 3 цикла в минуту и ежедневное использование.

Тем не менее, нет единого стандарта в отношении типа устройства, времени цикла, частоты ППК в неделю, продолжительности общего применения ППК и положения пациента (сидя или лежа).

Нет сравнительных исследований по использованию ППК против интервенционных или хирургических процедур. В имеющихся исследованиях ППК изучается как альтернатива автономным или управляемым программам упражнений. Здесь их эффективность представляется одинаковой.

Систематический обзор 2017 года¹²² с поиском в Embase и Medline оценил 31 работу, где у больных с ПАБ использовались ППК, электростимуляция нервов или мышц или гальванизация. Авторы заключают, что имеются достоверные данные об использовании ППК при ПАБ с прерывистой хромотой или критической ишемией. При ППК определялось расширение безболезненного и абсолютного расстояния ходьбы, а также улучшение качества жизни¹²³.

Систематический обзор с 2015 года¹ на основе 19 включенных исследований (2779 пациентов) также нашел доказательства использования ППК у пациентов с тяжелой или критической ишемией. Использование ППК уменьшило риск ампутации¹.

В другом обзоре того же года⁷² оценивались работы, найденные в Medline и Embase. Существующие результаты показали, что использование ППК при критической ишемии приводило к улучшению кровотока, заживлению ран и уменьшению боли⁷². Однако все исследования имели высокий риск ошибки.

Эффективность ППК при ПАБ объясняется следующими эффектами:

- Увеличение скорости артериального потока⁷¹.
- Стимуляция коллатералей (эксперимент на животных)¹¹⁹.
- Улучшение перфузии кожи путем временной отмены авторегуляторной вазоконстрикции⁴⁹.

Кроме того, использование ППК после оперативного восстановления при ПАБ может уменьшить послеоперационный отек^{56, 115, 86, 80}.

Рекомендации должны даваться в индивидуальном порядке хирургом.

9.6. Диабетическое поражение стопы

Руководство «Диабетическая стопа» не занимает определенной позиции в отношении ППК при лечении синдрома диабетической стопы, также как и Руководство Германского общества по лечению ран^{26, 27, 30}.

Согласно исследованию Armstrong'a (2000), ежедневное 8-часовое, 12-недельное лечение ППК стопы вызывает значительно более быстрое заживление ран у пациентов с диабетической инфекцией стопы⁹.

9.7. Гемиплегия с сенсорным нарушением и отеком

Рекомендация 15:

- *Для гемиплегических пациентов с сенсорным расстройством ППК может использоваться для улучшения состояния.*

Обнаружено улучшение сенсорного нарушения при гемиплегии на фоне ППК³⁶. ППК руки в дополнение к обычной физиотерапии в рандомизированном контролируемом пилотном исследовании у 11 пациентов с апоплексией привела к значительному снижению сенсорного нарушения, особенно осязательному ощущению¹⁵.

Использование ППК руки в дополнение к физиотерапии без компрессионной терапии у гемиплегических пациентов с отеком руки не дает никаких преимуществ в плане снижения отека и улучшения подвижности в исследовании с низкой достоверностью⁹⁸.

10. Общее положение

Существующие данные по различным показаниям очень неоднородны при использовании широкого спектра устройств и протоколов лечения.

Таким образом, на основе существующей литературы можно сделать вывод, что ППК с правильной индикацией и применением – также как дополнительная мера – эффективный и безопасный метод лечения, особенно при лечении различных заболеваний сосудов и отеков, заживления ран, профилактики тромбоза и лечения болезни периферических артерий даже если доступны только рандо-

мизированные клинические исследования с крайне низкими доказательствами, а рекомендации частично эмпирические.

Неблагоприятные события встречаются крайне редко.

Тем не менее, по-прежнему существует настоятельная необходимость в методологически хорошо проведенных исследованиях ППК по различным показаниям (за исключением профилактики венозных тромбозов, которая достоверно доказана). Протоколы должны включать обязательные сведения об используемом устройстве (сжатие и манжету) и протокол лечения (инфляция, дефляция, плато, время паузы, частота лечения в день или неделю и общая продолжительность использования).

12. Литература

1. Abu Dabrh AM, Steffen MW, Asi N, Undavalli C, Wang Z, Elamin MB, Conte MS, Murad MH. Nonrevascularization-based treatments in patients with severe or critical limb ischemia. *J Vasc Surg* 2015; 62(5):1330-9.
2. Adams KE, Rasmussen JC, Darme C. Direct evidence of lymphatic function improvement after advanced pneumatic compression device treatment of lymphedema. *Biomed Opt Expr* 2010;1; 1: 114
3. Airaksinen O, Kolari TJ, Miettinen H. Elastic bandages and intermittent pneumatic compression for treatment of acute ankle sprains. *Arch Phys Med Rehabil* 1990; 71: 380-3.
4. Almstedt HC, Lewis ZH. Intermittent Pneumatic Compression and Bone Mineral Density: An Exploratory Study. *J Sport Rehabil* 2016; Feb;25(1):1-6.
5. Alvarez O, Wendelken M, Markowitz L, Parker R, Comfort C. Effectiveness of Intermittent Pneumatic Compression for the Treatment of Venous Ulcers in Subjects with Secondary (Acquired) Lymphedema. *Vein* 2012;5(1):32-34.
6. Alvarez OM, Wendelken ME, Markowitz L, Comfort C. Effect of High-pressure, Intermittent Pneumatic Compression for the Treatment of Peripheral Arterial Disease and Critical Limb Ischemia in Patients Without a Surgical Option. *Wounds* 2015; 27(11):293-301.
7. Anand A. Complications associated with intermittent pneumatic compression device. *Anesthesiology* 2000; 93: 1556-7.
8. Arcelus JI, Caprini JA, Sehgal IR, Reyna JJ: Home use of impulse compression of the foot and compression stockings in the treatment of chronic venous insufficiency. *J Vasc. Surg Vol* 2001;34(5):805
9. Armstrong DG, Nguyen HC. Intermittent pneumatic compression promoted healing in foot infections. *Arch Surg* 2000; 135: 1405-9.
10. Bergan JJ, Sparks S, Angle N. A comparison of compression pumps in the treatment of lymphedema. *J Vasc Surg* 1998; 32: 455-62.
11. Berliner E, Ozbilgin B, Zarin DA. A systemic review of pneumatic compression for treatment of chronic venous insufficiency and venous ulcers. *J Vasc Surg* 2003; 37:539-44.
12. Berni A, Tromba L, Falvo L, Tartaglia F, Sgueglia M, Blasi S, Polichetti P. Randomized study on the effects of different strategies of intermittent pneumatic compression for lower limb claudication. *G Chir* 2009; 30(6-7):269-73.
13. Boris M, Weindorf S, Lasinski BB. The risk of genital edema after external pump compression for lower limb lymphedema. *Lymphology* 1998; 31:15-20.
14. Breu FX, Zelikovski A, Loberman Z, Rauh G. Wirksamkeit und Sicherheit einer neuen pneumatischen Kompressionstherapie bei peripherer arterieller Verschlusskrankheit mit Claudicatio intermittens. *Phlebologie* 2014; 43; 5-11.
15. Cambier DL, De Corte E, Daniels LA et al. Treating sensory impairment in the post-stroke upper limb with intermittent pneumatic compression. *Clin Rehabil* 2003; 17: 14-20.
16. Carli AB, Kaya E, Turgut H, Selek MB. Letter to the editor. Folliculitis associated with intermittent pneumatic compression. *Yonsei Med J* 2014; 55:545-54
17. Caschman J, Blagg S, Bishay M. The efficacy of the A-V Impulse system in the treatment of posttraumatic swelling following ankle fracture: a prospective randomized controlled study. *J Orthop Trauma* 2004; Oct;18(9):596-601.
18. Challis MJ1, Jull GJ, Stanton WR, Welsh MK. Cyclic pneumatic soft-tissue compression enhances recovery following fracture of the distal radius: a randomised controlled trial. *Aust J Physiother* 2007;53(4):247-52.
19. Chang ST, Hsu JT, Chu CM, Pan KL, Jang SJ, Lin PC, Hsu HC, Huang KC. Using intermittent pneumatic compression therapy to improve quality of life for symptomatic patients with infrapopliteal diffuse peripheral obstructive disease. *Circ J* 2012;76(4):971-6
20. Coleridge Smith P, Sarin S, Hasty J, Scurr JH. Sequential gradient pneumatic compression: enhances venous ulcer healing: a randomized trial. *Surgery* 1990; 108:871-875
21. Coleridge Smith P, Sarin S, Hasty J, Scurr JH. Improved venous ulcer healing using intermittent pneumatic compression. *Phlebologie* 1988;41(4):788-9.
22. Comerota AJ. Intermittent pneumatic compression: physiologic and clinical basis to improve management of venous leg ulcers. *J Vasc Surg*. 2011 Apr;53(4):1121-9.
23. Dahl J, Li J, Bring DK, Renström P, Ackermann PW. Intermittent pneumatic compression enhances neurovascular ingrowth and tissue proliferation during connective tissue healing: a study in the rat. *Orthop Res* 2007; 25(9):1185-92.
24. Delis KT, Nicolaides AN, Wolfe JH et al. Improving walking ability and ankle brachial pressure indices in symptomatic peripheral vascular disease with intermittent pneumatic foot compression. *J Vasc Surg* 2000; 31: 650-61.
25. Delis KT, Nicolaides N. Effect of intermittent pneumatic compression of foot and calf on walking distance, hemodynamics and quality of life in patients with arterial claudication. *Ann Surg* 2005; 241: 431-41.
26. Deutsche Diabetes Gesellschaft, Evidenzbasierte Diabetes-Leitlinie DDG – Diabetisches Fußsyndrom, Update 2008, Diagnostik, Therapie, Verlaufskontrolle und Prävention des diabetischen Fußsyndroms https://www.kvwl.de/arzt/recht/.../diabetes_fuss_anlage_01.pdf Zugriff 3/2016
27. Deutsche Diabetes Gesellschaft, Nationale Versorgungsleitlinie Typ-2-Diabetes: Präventions- und Behandlungsstrategien für Fußkomplikationen, NVL-Programm Stand 30.11.2006, Registernummer nvl-001c
28. Deutsche Gesellschaft für Lymphologie und Gesellschaft Deutschsprachiger Lymphologen. S2k Leitlinie „Diagnostik und Therapie des Lymphödems AWMF Reg.- Nr.058-001. Stand Mai 2017.
29. Deutsche Gesellschaft für Phlebologie. S1-Leitlinie Lipödem AWMF Registernummer 037-012 ICD 10. Stand Oktober 2015.
30. Deutsche Gesellschaft für Wundheilung und Wundbehandlung e.V., Lokalthherapie chronischer Wunden bei Patienten mit den Risiken peripherer arterielle Verschlusskrankheit, Diabetes mellitus, chronische venöse Insuffizienz, Stand: 12.06.2012 AWMF-Register Nr. 091/001 Klasse: S3
31. Dillon RS. Treatment of resistant venous stasis ulcers and dermatitis with the enddiastolic pneumatic compression boot. *Angiology* 1986; 37:47-56
32. Dini D, Del Mastro L, Gozza A et al. The role of pneumatic compression in the treatment of postmastectomy lymphedema: A randomized phase III study. *Ann Oncol* 1998; 9: 187-90.
33. Dodds M.K. FRCS, A. Daly BA, K. Ryan MRCS, L. D'Souza FRCS, Effectiveness of 'in-cast' pneumatic intermittent pedal compression for the pre-operative management of closed ankle fractures: A clinical audit. *Foot and Ankle Surgery* 2014; 20: 40-43
34. Dolibog P, Franek A, Taradaj J, Dolibog P, Blaszcak E, Polak A, Brzezinska-Wcislo L, Hrycek A, Urbanek T, Ziaja J, Kolanko M. A comparative clinical study on five types of compression therapy in patients with venous leg ulcers. *Int J Med Sci* 2013; 11(1):34-43. (a)
35. Dolibog P, Franek A, Taradaj J, Polak A, Dolibog P, Blaszcak E, Wcislo L, Hrycek A, Urbanek T, Ziaja J, Kolanko M. A randomized, controlled clinical pilot study comparing three types of compression therapy to treat venous leg ulcers in patients with superficial and/or segmental deep venous reflux. *OstomyWound Manage* 2013; 59(8):22-30. (b)

36. Doyle S, Bennett S, Fasoli SE, McKenna KT., Interventions for sensory impairment in the upper limb after stroke., *Cochrane Database Syst Rev.* 2010 Jun 16;(6):CD006331. doi: 10.1002/14651858.CD006331.pub2. Review
37. Encke A, Haas S, Kopp I et al. S3-Leitlinie Prophylaxe der venösen Thromboembolie (BTЭ). AWMF Leitlinien-Register Nr. 003/001.
38. Feldman JL, Stout NL, Wanchai A, Stewart BR, Cormier JN, Armer JM. Intermittent pneumatic compression therapy: a systemic review. *Lymphology* 2012; 45:13-15.
39. Finnane A, Janda M, Hayes SC., Review of the evidence of lymphedema treatment effect. *Am J Phys Med Rehabil.* 2015 Jun;94(6):483-98.
40. Ginsberg JS, Magier D, Mackinnon B et al. Intermittent compression units for severe postphlebotic syndrome: a randomized crossover study. *CMAJ* 1999; 160: 1303-6.
41. Ginsberg JS, Brill-Edwards P, Kowalchuk G, Hirsh J. Intermittent compression units for the postphlebotic Syndrome. A pilot study. *Arch Intern Med* 1989; 149:1651
42. GKV Spitzenverband. Hilfsmittelverzeichnis. https://hilfsmittel.gkvspitzenverband.de/hmvAnzeigen_input.action, Zugriff vom 20.06.2017 und 17.8.2017
43. Grieveason S. Intermittent pneumatic compression pump settings for the optimum reduction of oedema. *J Tissue Viability* 2003; 13: 98-110.
44. Griffin M, Kakkos SK, Geroulakos G, Nicolaides AN. Comparison of three intermittent pneumatic compression systems in patients with varicose veins: a hemodynamic study. *Int Angiol* 2007; 26(2):158-64.
45. Haghight S, Lotfi-Tokaldany M, Yunesian M, Akbari ME, Nazemi F, Weiss J, Comparing two treatment methods for post mastectomy lymphedema: complex decongestive therapy alone and in combination with intermittent pneumatic compression. *Lymphology* 2010; 43(1):25-33.
46. Handoll HH, Elliott J. Rehabilitation for distal radial fractures in adults, *Cochrane Database Syst Rev* 2015 Sep 25;(9):CD003324.
47. Herpertz U. Krankheitsspektrum des Lipödems an einer Lymphologischen Fachklinik - Erscheinungsformen, Mischbilder und Behandlungsmöglichkeiten. *Vasomed* 1997; 5: 301-307
48. Ho CK, Sun MP, Au TW, Chiu CS. Pneumatic pump reduces leg wound complications in cardiac patients. *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 2006; 14(6):452-7.
49. Husmann M, Willenberg T, Keo HH, Spring S, Kalodiki E, Delis KT. Integrity of venoarteriolar reflex determines level of microvascular skin flow enhancement with intermittent pneumatic compression. *J Vasc Surg* 2008; 48(6):1509-13.
50. International Society Of Lymphology. Consensus Document: The Diagnosis And Treatment Of Peripheral Lymphedema: 2013. *Lymphology* 2013; 46:1-11
51. Kakkos SK, Nicolaides AN, Griffin M, Geroulakos G. Comparison of two intermittent pneumatic compression systems. A hemodynamic study. *Int Angiol* 2005; 24(4):330-5.
52. Kavros SJ, Delis KT, Turner NS, Voll AE, Liedl DA, Gloviczki P, Rooke TW. Improving limb salvage in critical ischemia with intermittent pneumatic compression: a controlled study with 18-month follow-up. *J Vasc Surg* 2008; 47(3):543-9.
53. Keehan R, Shigong G, Riaz A, Bould M, Impact of intermittent pneumatic foot pumps on delay to surgery following ankle fracture. , *Foot and Ankle Surgery* 2013; 19: 173-176.
54. Khanna A, Gougoulas N, Maffulli N., Intermittent pneumatic compression in fracture and softtissue injuries healing. *Br Med Bull* 2008; 88(1):147-56.
55. Klein MJ, Alexander MA, Wright JM, Redmond CK, LeGasse AA. Treatment of adult lower extremity lymphedema with the Wright linear pump statistical analysis of a clinical trial. *Arch Phys Rehabil* 1988; 69:202-206.
56. Kohl P. Reducing leg oedema after femoro-popliteal bypass surgery: a challenge. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2010; 40(5):643-4.
57. Kolari PI, Pekanmaki K. Intermittent pneumatic compression in healing of venous ulcers. *Lancet* 1986; 2:1108
58. Kumar S, Walker MA. The effects of intermittent pneumatic compression on the arterial and venous system of the lower limb: a review. *J Tissue Viability.* 2002 Apr;12(2):58-60, 62-6. (A)
59. Kumar S, Samraj K, Nirujogi V, Budnik J, Walker MA. Intermittent pneumatic compression as an adjuvant therapy in venous ulcer disease. *J Tissue Viability.* 2002 Apr;12(2):42-4, 46, 48 passim. (B)
60. Labropoulos N, Leon LR Jr, Bhatti A, Melton S, Kang SS, Mansour AM, Borge M. Hemodynamic effects of intermittent pneumatic compression in patients with critical limb ischemia. *J Vasc Surg* 2005; 42(4):710-6.
61. Lachmann EA, Rook JL, Tunkel R et al. Complications associated with intermittent pneumatic compression. *Arch Phys Med Rehabil* 1992; 73: 482-5.
62. Lattimer CR, Azzam M, Kalodiki E, Xu XY, Geroulakos G. Hemodynamic changes in the femoral vein with increasing outflow resistance. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord* 2014; 2(1):26-33.
63. Lattimer CR, Kalodiki E, Azzam M, Geroulakos G. Pneumatic thigh compression reduces calf volume and augments the venous return. *Phlebology* 2015; 30(5):316-22.
64. Lawall H, Huppert H, Rümenapf G. S3 Leitlinie „Diagnostik, Therapie und Nachsorge der pAVK“, AWMF-RegisterNr. 065-003
65. Manfredini F, Malagoni AM, Felisatti M, Mandini S, Lamberti N, Manfredini R, Mascoli F, Basaglia N, Zamboni P. Acute oxygenation changes on ischemic foot of a novel intermittent pneumatic compression device and of an existing sequential device in severe peripheral arterial disease. *BMC Cardiovasc Disord.* 2014; 31:14:40.
66. Marlborough F, Allouni A, Erdmann M. An unusual referral with skin loss following intermittent pneumatic compression therapy. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2014; 67(5):e136-7.
67. Mc Grory B, Burke DM. Peroneal nerve palsy following intermittent sequential pneumatic compression. *Orthopedics* 2000; 23: 1103-5.
68. McCulloch JM, Marler KC, Neal MB, Phifer TJ. Intermittent pneumatic compression improves venous ulcer healing. *Advances in Wound Care* 1994;7(4):22-6.
69. McIlhone S, Ukra H, Karim A, Vratshovski V. Soft tissue injury to the sole of the foot secondary to a retained AV impulse foot pump. *Foot Ankle Surg* 2012; 18(3):216-7
70. Miranda FJ, Perez MC, Castiglioni ML, et al: Effect of sequential intermittent, pneumatic compression on both leg lymphedema volume and on lymph transport as semi-quantitatively evaluated by lymphoscintigraphy. *Lymphology* 2001; 34:135-141.
71. Mokhtar S, Azizi ZA, Govindarajantran N. Prospective study to determine the effect of intermittent pneumatic foot and calf compression on popliteal artery peak systolic blood flow. *Asian J Surg* 2008; 31(3):124-9.
72. Moran PS, Teljeur C, Harrington P, Ryan M. A systematic review of intermittent pneumatic compression for critical limb ischaemia. *Vasc Med* 2015; 20(1):41-50.
73. Mulder GD, Reis TM: Venous ulcers: pathophysiology and medical therapy. *Am Fam Physician* 1990; 42:1323-1330
74. Muluk SC, Hirsch AT, Taffe EC. Pneumatic Compression Device Treatment of Lower Extremity Lymphedema Elicits Improved Limb Volume and Patient-reported Outcomes. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery* 2013; 46:480-487.
75. Nelson EA, Hilmann A, Thomas K. Intermittent pneumatic compression for treating venous leg ulcers. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014 May 12;(5):CD001899.
76. Nikolovska S, Arsovski A, Damevska K, Gocev G, Pavlova L. Evaluation of two different intermittent pneumatic compression cycle settings in the healing of venous ulcers: a randomized trial. *Med Sci Monit* 2005; 11(7):CR337-43.
77. O'Donnell MJ, McRae S, Kahn SR, Jualian JA, Kearon C, Mackinnon B, Magier D, Strulovich C, Lyons T, Robinson S, Hirsh J, Ginsberg JS. Evolution of a venous-return assist device to treat severe postthrombotic syndrome (VENOPTS). A randomized controlled trial. *Thromb Haemost* 2008; 99:623-629.
78. Olszewski WL, Cwikla J, Zaleska M, Domaszewska-Szostek A, Gradalski T, Szopinska S. Pathways of lymph and tissue fluidflow during intermittent pneumatic massage of lower limbs with obstructive lymphedema. *Lymphology* 2011; 44:54-64.
79. Olszewski WL, Jain P, Ambujam G, Zaleska M, Cakala M, Gradalski T: Tissue Fluid Pressure and Flow during Pneumatic Compression in Lymphedema of Lower Limbs. *Lymphat Res Biol* 2011; Vol. 9; 2: 77-83.

80. Öztürk Ç, te Slaa A, Dolmans DE, Ho GH, de Vries J, Mulder PG, van der Laan L. Quality of life in perspective to treatment of postoperative edema after peripheral bypass surgery. *Ann Vasc Surg* 2012; 26(3):373-82.
81. Park SH, Silva M. Effect of intermittent pneumatic soft-tissue compression on fracture-healing in an animal model. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85-A(8):1446-53.
82. Parra RO. Pressure necrosis from intermittent pneumatic-compression stockings. *N Engl J Med* 1987; 321: 1615.
83. Partsch H, Mostbeck A, Leitner G: Experimentelle untersuchungen zur Wirkung einer Druckwellenmassage (Lymphapress) beim Lymphödem. *Phlebologie und Proktologie* 1980; 9:124-128
84. Partsch H. Intermittent pneumatic compression in immobile patients. *Int Wound J* 2008; 5(3):389-97.
85. Patterson RB, Cardullo P. Superior hemodynamic performance of a thigh-length versus kneelength intermittent pneumatic compression device. *Vasc Surg Venous Lymphat Disord* 2013; 1(3):276-9.
86. Pawlaczyk K, Gabriel M, Urbanek T, Dzieciuchowicz Ł, Krasieński Z, Gabriel Z, Olejniczak-Nowakowska M, Stanisic M. Effects of Intermittent Pneumatic Compression on Reduction of Postoperative Lower Extremity Edema and Normalization of Foot Microcirculation Flow in Patients Undergoing Arterial Revascularization. *Med Sci Monit* 2015; 21; 21:3986-92.
87. Pekannmaki K, Kolari PJ, Kiistala U: Intermittent pneumatic compression treatment for postthrombotic leg ulcers. *Clin Exp Dermatol* 1987; 12:350-353
88. Phillips JJ, Gordon SJ. Conservative management of lymphedema in children: A systematic review, *Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine: An Interdisciplinary Approach* 2014; 7:361–372
89. Pilch U, M. Wozniowski, A. Szuba, Influence of Compression Cycle Time and Number of Sleeve Chambers on Upper Extremity, Lymphedema Volume Reduction During Intermittent Pneumatic Compression. *Lymphology* 2009; 42:26-35.
90. Pittmann GR. Peroneal nerve palsy following sequential pneumatic compression. *JAMA* 1989; 261: 2201–2.
91. Pohjola RT, Pekannmäki K, Kolari PJ. Intermittent pneumatic compression of lymphoedema. *Eur J Lymphol* 1995; 5: 87–90.
92. Rabe E et al. Apparative intermittierende Kompressionstherapie. *Viavital Verlag* 2003, Köln.
93. Ramaswami G, D'Ayala M, Hollier LH, Deutsch R, McElhinney AJ. Rapid foot and calf compression increases walking distance in patients with intermittent claudication: results of a randomized study. *J Vasc Surg* 2005; 41(5):794-801.
94. Riccioni CI, Sarcinella R, Palermo G, Izzo A, Liguori M, Koverech A, Messano M, Virmani A. Evaluation of the efficacy of propionyl-L-carnitine versus pulsed muscular compressions in diabetic and non-diabetic patients affected by obliterating arteriopathy Leriche stage II. *Int Angiol* 2008; 27(3):253-9.
95. Ridner S, Murphy B, Deng J et al. Advanced pneumatic therapy in self-care of chronic lymphedema of the trunk. *Lymphat Res Biol* 2010; 8: 209.
96. Rithalia SVS, Heath GH, Gonsalkorale M. Evaluation of intermittent pneumatic compression systems. *J Tissue Viability* 2002; 12: 52–7.
97. Rogan S, Taeymans J, Luginbuehl H, Aebi M, Mahnig S, Gebruers N. Therapy modalities to reduce lymphoedema in female breast, cancer patients: a systematic review and metaanalysis, *Breast Cancer Res Treat* 2016; 159:1–14.
98. Roper TA, Redford S, Tallis RC. Intermittent compression for the treatment of the oedematous hand in hemiplegic stroke: a randomized controlled trial. *Age Ageing* 1999; 28: 9–13.
99. Rowland J. Intermittent pump versus compression bandages in the treatment of venous leg ulcers. *Aust NZ J Surg* 2000;70:110-113
100. Schizas NI, Li J, Andersson T, Fahlgren A, Aspenberg P, Ahmed M, Ackermann PW. Compression therapy promotes proliferative repair during rat Achilles tendon immobilization. *J Orthop Res* 2010; 28(7):852-8.
101. Schuler JJ, Maibenco T, Megerman J et al. Treatment of chronic venous ulcers using sequential gradient intermittent pneumatic compression. *Phlebologie* 1996; 111:(11):6.
102. Shao Yi, Kang Qi, Qing-Hua Zhou, Dian-Sheng Zhong, Intermittent Pneumatic Compression Pump for Breast Cancer-Related Lymphedema: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials, *Oncol Res Treat* 2014;37:170–174
103. Shimizu Y, Kamada H, Sakane M, Aikawa S, Mutsuzaki H, Tanaka K, Mishima H, Ochiai N, Yamazaki M. A novel apparatus for active leg exercise improves venous flow in the lower extremity. *J Sports Med Phys Fitness* 2016; 56(12):1592-1597.
104. Siddiqui AU, Buchman TG, Hotchkiss RS. Pulmonary embolism as an consequence of applying sequential compression device on legs in a patient asymptomatic of deep vein thrombosis. *Anesthesiology* 2000; 92: 880–2.
105. Sultan S, Esan O, Fahy A. Nonoperative active management of critical limb ischemia: initial experience using a sequential compression biomechanical device for limb salvage. *Vascular* 2008; 16(3):130-9.
106. Sultan S, Hamada N, Soyul E, Fahy A, Hynes N, Tawfick W. Sequential compression biomechanical device in patients with critical limb ischemia and nonreconstructible peripheral vascular disease. *Vasc Surg* 2011; 54(2):440-6; discussion 446-7.
107. Sutkowska E, Wozniowski M, Gamian A, Gosk-Bierska I, Alexewicz P, Sutkowski K, Wysokinski WE. Intermittent pneumatic compression in stable claudicants: effect on hemostasis and endothelial function. *Int Angiol* 2009; 28(5):373-9.
108. Svensson BH, Frellsen MB, Basse PN, Bliddal H, Caspers J, Parby K. Effect of pneumatic compression in connection with ergotherapeutic treatment of Colles' fracture. A clinical controlled trial. *Ugeskr Laeger* 1993; 155(7):463-6.
109. Szolnoky G, Borsos B, Bársony K, Balogh M, Kemény L. Complete decongestive, physiotherapy with and without pneumatic compression for treatment of lipedema: a pilot study. *Lymphology* 2008; 41: 40-44.
110. Szolnoky G, Nagy N, Kovács RK, Dósa-Rácz E, Szabó A, Bársony K, Balogh M, Kemény L. Complex decongestive physiotherapy decreases capillary fragility in lipedema. *Lymphology* 2008; 41: 161-166.
111. Szuba A, Achalu R, Rockson SG. Decongestive lymphatic therapy for patients with breast carcinoma-associated lymphedema. A randomized, prospective study of a role for adjunctive intermittent pneumatic compression. *Cancer* 2002; 95: 2260–7.
112. Tamir L, Hendel D, Neyman C et al. Sequential foot compression reduces low limb swelling and pain after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1999; 14: 333–8.
113. Taradaj J, Rosińczuk J, Dymarek R, Halski T, Schneider W. Comparison of efficacy of the intermittent pneumatic compression with a high- and low-pressure application in reducing the lower limbs phlebotymphedema *Therapeutics and Clinical Risk Management* 2015;11 1545–1554
114. Tawfick WA, Hamada N, Soyul E, Fahy A, Hynes N, Sultan S. Sequential compression biomechanical device versus primary amputation in patients with critical limb ischemia. *Vasc Endovascular Surg* 2013; 47(7):532-9.
115. te Slaa A, Dolmans DE, Ho GH, Mulder PG, van der Waal JC, de Groot HG, van der Laan L. Evaluation of A-V impulse technology as a treatment for oedema following polytetrafluoroethylene femoropopliteal surgery in a randomized controlled trial. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2010; 40(5):635-42.
116. Thordarson DB, Ghalambor N, Perlman M. Intermittent pneumatic pedal compression and edema resolution after acute ankle fracture: a randomized study. *Foot Ankle Int* 1997; 18: 347–50.
117. Thordarson DB, Greene N, Shepherd L et al. Facilitating edema resolution with a foot pump after calcaneus fracture. *J Orthop Trauma* 1999; 13: 43–6.
118. Uzkeser H, Karatay S, Erdemci B, Koc M, Senel K. Efficacy of manual lymphatic drainage and intermittent pneumatic compression pump use in the treatment of lymphedema after mastectomy: a randomized controlled trial. *Breast Cancer* 2015; 22:300–307
119. van Bemmelen PS, Choudry RG, Salvatore MD, Goldenberg M, Goldman BI, Blebea J. Long-term intermittent compression increases arteriographic collaterals in a rabbit model of femoral artery occlusion. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2007; 34(3):340-6. *Epub* 2007 Jun 19.
120. Vanscheidt W, Ukat A, Partsch H. Dose-response of compression therapy for chronic venous edema--higher pressures are associated with greater volume reduction: two randomized clinical studies. *J Vasc Surg* 2009; 49(2):395-402, 402.e1.
121. Werbel GB, Shybut GT. Acute compartment syndrome caused by a malfunctioning pneumatic-compression boot. *J Bone Joint Surg* 1986; 68: 1445–6.
122. Williams KJ, Babber A, Ravikumar R, Davies AH. Non-Invasive Management of Peripheral Arterial Disease. *Adv Exp Med Biol* 2017; 906:387-406.

123. Williams KJ, Moore HM, Davies AH. Haemodynamic changes with the use of neuromuscular electrical stimulation compared to intermittent pneumatic compression. *Phlebology* 2015; 30(5):365-72.

124. Won SH, Lee YK, Suh YS, Koo KH. Extensive bullous complication associated with intermittent pneumatic compression. *Yonsei Med J* 2013; 1:54(3):801-2.

125. Zaki M, Elsherif M, Tawfik W, El Sharkawy M, Hynes N, Sultan S. The Role of Sequential Pneumatic Compression in Limb Salvage in Non-reconstructable Critical Limb Ischemia. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2016; 51(4):565-71.

126. Zaleska M, Olszewski WL, Durlak M. The Effectiveness of Intermittent Pneumatic Compression in Long-Term Therapy of Lymphedema of Lower Limbs, *Lymphatic Research and Biology* 2014; 12: Number 2: 103-109

127. Zaleska M, Olszewski ML, Cakala M, Cwikla J, and Budlewski T, Intermittent Pneumatic Compression Enhances Formation of Edema Tissue Fluid Channels in Lymphedema of Lower Limbs, *Lymphatic Research and Biology* Volume 13, Number 2, 2015 :146-153

128. Zaleska M, Olszewski WL, Jain P, Gogia S, Rekha A, Mishra S, and Durlak M, Pressures and Timing of Intermittent Pneumatic Compression Devices for Efficient Tissue Fluid and Lymph Flow in Limbs with Lymphedema, *Lymphatic Research and Biology* Volume 11, Number 4, 2013:227-232

Методический отчет

1. Цели, адресаты и область действия

Немецкое руководство по перемежающейся пневматической компрессионной терапии (ППК) обобщает текущие национальные и международные «доказательства» и консенсус между немецкоязычными экспертами и дает рекомендации, которые должны привести к наилучшему использованию ППК. За основу взяты национальный опыт и обстоятельства. Рекомендации предназначены в качестве руководства в смысле действий и рамок принятия решений, за которые можно выходить в обоснованных случаях. Настоящее руководство в первую очередь оценивает научные данные, а в их отсутствие – экспертный консенсус в отношении использования ППК. Стандарты, касающиеся частоты или клинической значимости диагностических и терапевтических мер, упоминаются только там, где это возможно на основе научных данных и / или опыта. Данное руководство применяется ко всем пациентам, которым назначается ППК. Данное руководство направлено на собрание важнейших идей и сведений из различных областей специализации касательно использования ППК, чтобы обеспечить практическую помощь в повседневной клинической практике. Руководство адресовано всем, кто участвует в использовании ППК: врачам из различных специализированных дисциплин, немедицинскому персоналу в многопрофильных группах лечения и клинически активным коллегам. Данное руководство также должно быть актуальным источником информации для всех учреждений здравоохранения и ориентировочной помощью для пострадавших пациентов и их родственников.

2. Организация разработки, финансирование и редакционная независимость

Руководство подготовлено от имени и под управлением Немецкого общества флебологии (НОФ) и заменяет более старое Руководство по ППК 2005 года (В. Винерт, Х. Парч, Г. Галленкемпер, Х. Герлах, М. Юнгер, М. Маршалл, Е. Рабе, *Phlebologie* 2005, 34: 176-80).

5. Исследование и подбор научных данных

Были учтены следующие источники за период с 2003 года (статус последнего руководства) до 30.01.2017:

- Основная литература – это действующие национальные и международные руководства для ППК.
- Систематический поиск литературы. В качестве баз данных использовались Medline, Embase, DIMDI, Web of Science и Кокрановская библиотека.
- Дальнейшие источники: немецкоязычные журналы «Lymph Forsch», «Phlebologie» и «Vasomed», стандартные книги по лимфологии, рефераты статей и резолюции конгрессов, лекции.

Классификация литературы в соответствии с «доказательными» степенями (критериями Оксфорда, EBM) не проводилась. Было проведено различие между тремя уровнями рекомендаций, различное качество которых было выражено словами «обязательно должно», «должно» и «может».

6. Формулирование рекомендации и консенсуса

7.9.2017: одобрение всех компаний, за исключением Немецкого общества ангиологии, поскольку пункт «болезнь периферических артерий» (БПА) был оценен им как дискуссионный.

С 15.11.17 он-лайн опрос по выбранным вопросам на основе консенсуса ввиду отрицательного голосования Немецкого общества ангиологии по теме БПА. Результат этого опроса:

- Нужно ли удалить показание ППК для диагноза БПА из руководства? 30% да, 70% нет.
- Нужно ли уменьшить рекомендацию для БПА с «обязательно должно» до «должно»? 70% да, 30% нет.
- Должны ли манжеты многоступенчатых устройств иметь перекрывающиеся воздушные камеры? 90% да, 10% нет.
- Следует ли добавить последнее предложение: использование ППК после оперативно-восстановительного вмешательства в БПА также может уменьшить послеоперационный отек. Указание должно быть предоставлено индивидуально хирургом? 100% да.
- Следует ли удалить диабетическую стопу из рекомендаций? 60% да, 40% нет.
- Следует ли добавить вторичную злокачественную лимфому к абсолютным противопоказаниям для ППК? 30% да, 70% нет.
- Должны ли пузырьчатые дерматозы быть добавлены к относительным противопоказаниям? 100% да.

7. Реализация

Реализация этого руководства осуществляется в основном посредством публикации на домашней странице AWMF, а также в журналах компаний. В выдержках и со ссылкой на оригинальную публикацию она также представлена в виде лекций на научных конгрессах и сообщается в других медицинских журналах.

8. Целевая группа

Цель этого руководства - помочь врачам исправить индикацию ППК и правильно ее использовать. Рекомендации для использования также применимы к немедицинскому персоналу, который участвует в использовании ППК у пациента.

В руководстве основное внимание уделяется пациентам всех возрастов и независимо от пола с показаниями для ППК.

9. Срок действия

Это руководство действует до 1/2023.

AWMF регистрирует и публикует руководящие принципы профессиональных ассоциаций с максимально возможной осторожностью, однако AWMF не несет никакой ответственности за точность содержания. В частности, с информацией о дозировке всегда следует учитывать информацию производителя!