

Исследование клинической эффективности и безопасности нового метода разгрузки у больных с синдромом диабетической стопы – пневмоортеза на голеностопный сустав и стопу TM Orlett

Страхова Г.Ю., Горохов С.В., Ульянова И.Н., Галстян Г.Р.

ФГБУ Эндокринологический научный центр, Москва
(директор – академик РАН И.И. Дедов)

Цель. Оценка клинической эффективности, безопасности и потребительских свойств пневмоортеза на голеностопный сустав и стопу HAS-337 TM Orlett и несъемных иммобилизирующих повязок, выполненных по технологии Total Contact Cast (TCC).

Материалы и методы. В исследование были включены 40 больных с сахарным диабетом 1 и 2 типа, имеющих нейропатическую форму синдрома диабетической стопы и хронические инфицированные раны подошвенной поверхности переднего отдела стопы с длительностью существования не менее 3 недель, площадью не менее 1 см² и глубиной не более II стадии по классификации Wagner.

Первая группа из 20 пациентов получала разгрузку с помощью несъемного пневмоортеза на голеностопный сустав и стопу HAS-337 TM Orlett, во второй контрольной группе из 20 больных разгрузка осуществлялась с помощью несъемного варианта иммобилизирующей повязки TCC. Больные двух групп были сопоставимы по полу, возрасту, длительности и степени компенсации сахарного диабета, а также исходным размерам раневых дефектов (критерий достоверности $p > 0,05$).

Пациенты с инфицированными ранами, остеомиелитом, остеоартропатией Шарко и заболеваниями периферических сосудов были исключены из участия в исследовании.

Исследование продолжалось в течение 6 месяцев. Измерения подошвенного давления проводились всем больным внутри ортеза или иммобилизирующей повязки TCC и были сопоставлены с результатами аналогичных измерений в тестовой обуви. За основные критерии эффективности разгрузки было принято снижение давления в области язвы и всей стопы, а также скорость заживления раны.

Результаты. К концу шестого месяца было достигнуто полное заживление всех язвенных дефектов. Среднее время заживления составило $46,1 \pm 19,0$ дней у пациентов первой группы и $48,3 \pm 20,5$ дней в контрольной группе ($p > 0,05$). В двух случаях ношение пневмоортеза HAS-337 было остановлено по желанию пациента.

Пневмоортез снижал максимальное пиковое давление на стопу на 26%, а в зонах локализации раневых дефектов – на 57%. Показатель интеграла давление/время снизился в среднем на 41% ($p > 0,05$). Отмечалось возрастание максимального пикового давления на 48% и интеграла давление/время на 47% в среднем отделе стопы.

Заключение. Пневмоортез HAS-337 является эффективным и безопасным методом разгрузки, приводящим к излечению 100% не инфицированных нейропатических язв подошвенной поверхности переднего отдела стопы. Не рекомендуется использование пневмоортеза HAS-337 для лечения пациентов с локализацией раневых дефектов в среднем отделе стопы и пяточной области.

Ключевые слова: сахарный диабет; диабетическая стопа; педография; разгрузочная повязка; ортез на стопу

Clinical efficacy and safety of a new method for pressure off-load for patients with diabetic foot syndrome: ankle-foot pneumoorthosis with TM Orlett

Strakhova G.Yu., Gorokhov S.V., Ulyanova I.N. Galstyan G.R.
Endocrinology Research Centre, Moscow, Russian Federation

Aim. The purpose of this study was to assess the clinical efficacy, safety and consumer properties of ankle-foot pneumoorthosis with a HAS-337 TM Orlett compared with non-removable total contact cast (TCC) immobilization.

Materials and methods. Our study included 40 patients with diabetes mellitus type 1 (DM1) and type 2 (DM2) with neuropathic diabetic foot syndrome and chronic uninfected wounds of the plantar surface of the forefoot, with wound duration of at least 3 weeks, wound areas not less than 1 cm² and wound depths not more than stage II based on Wagner's classification. We excluded patients with infected wounds, osteomyelitis, Charcot osteoarthropathy or peripheral vascular disease. Our test group included 20 patients who received pressure off-load using ankle-foot pneumoorthosis with a HAS-337 TM Orlett. For a control group ($n = 20$), pressure off-load was achieved using TCC immobilization. Both groups were comparable with regard to age, gender, duration and degree of diabetes

compensation and by original wound defect sizes ($p > 0.05$). The study duration was 6 months. Plantar pressure was measured inside the orthosis or TCC and was compared with test shoe measurements. Our major criteria for pressure relief were reduced pressures in the wound area and the whole foot and the rate of wound healing.

Results. At the end of the 6-month period, complete healing of all ulcers was achieved. The average healing time was 46.1 ± 19.0 days for the test group and was 48.3 ± 20.5 days for the control group ($p > 0.05$). Two patients who wore pneumoorthosis with HAS-337 were discontinued upon patient request.

With pneumoorthosis, the maximum peak pressure on the foot and wound defect areas was reduced by 26% and 57%, respectively. The pressure/time integral decreased on average by 41% ($p > 0.05$). Furthermore, in the midfoot area with pneumoorthosis, the maximum pressure increased by 48% and the pressure/time integral increased by 47%.

Conclusions. Using pneumoorthosis with HAS-337 was an effective and safe method for pressure off-load, resulting in 100% healing of uninfected neuropathic ulcers of the plantar surface of the forefoot. However, pneumoorthosis with HAS-337 is not recommended for those patients with wound defects in the midfoot and heel areas.

Keywords: diabetes mellitus; diabetic foot; podography; pressure relief; ankle-foot orthosis

DOI: 10.14341/DM2014466-71

Одним из ключевых условий заживления трофической язвы при синдроме диабетической стопы (СДС) является полное устранение воздействия нагрузки на рану. Разгрузка стопы должна быть постоянной, потому что даже несколько шагов в течение дня могут серьезно замедлить заживление нейропатической язвы [1]. Согласно Международному Соглашению по диабетической стопе, «золотым» стандартом разгрузки конечности при неинфицированных подошвенных язвах в отсутствие критической ишемии является технология Total Contact Cast (ТСС) [2]. При этом предпочтение должно отдаваться несъемным устройствам, которые устраняют зависимость от комплаентности пациента и значительно улучшают результаты. Данные рандомизированного исследования На Van и соавт. показали, что процент больных, постоянно соблюдающих режим разгрузки, возрастает с 10% среди больных со съемной иммобилизирующей повязкой ТСС до 98% среди больных с несъемной повязкой ($P=0,001$) [3]. При этом один из основных механизмов ухудшения разгрузки у больных со съемной иммобилизирующей повязкой связан с тем, что они делают достоверно меньше шагов в повязке, чем без нее ($345,3 \pm 219,1$ против $873,7 \pm 828,0$ в день; $p < 0,01$) [4]. Существенное повышение комплаентности приводит к тому, что среди больных с несъемной иммобилизирующей повязкой в течение 12 недель заживает более 80% язв, тогда как среди больных со съемной повязкой — лишь менее 60% [5]. К недостаткам методики ТСС можно отнести относительно высокую стоимость одной повязки (около 5500 рублей на декабрь 2014 г.) и необходимость наличия специально обученного персонала для изготовления, что заставляет искать более доступные альтернативы. По данным международных исследований, эквивалентом ТСС могут служить только готовые полимерные приспособления (Aircast, Walker и т.д.) [6].

Цель

Оценить клиническую эффективность, безопасность и потребительские свойства разгрузочного пневмоортеза

на голеностопный сустав и стопу ТМ Orlett (Производитель: Rehard Technologies GmbH, Германия, артикул HAS-337).

Материалы и методы

Проведено проспективное открытое сравнительное клиническое исследование, включившее 40 больных с сахарным диабетом (СД) 1 и 2 типа, имеющих нейропатическую форму СДС и хронические неинфицированные раны подошвенной поверхности переднего отдела стопы.

Критериями включения в исследование также считались длительность существования раны не менее 3 недель, площадь не менее 1 см^2 и глубина не более II стадии по Wagner. Перед началом обследования все пациенты подписывали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.



Рис. 1. Пневмоортез на голеностопный сустав и стопу ТМ Orlett.

Таблица 1

Клинико-демографическая характеристика групп пациентов на момент включения в исследование		
Параметр	Основная группа (ортез HAS-337 TM Orlett)	Контрольная группа (несъемный ТСС)
Число, n	20	20
Возраст, лет	54,1±9,9	49,3±12,0
Пол, ж/м	10/10	9/11
СД1/СД2	3/17	5/15
Длительность СД, лет	13,2±6,3	15,0±8,9
HbA _{1c} , %	8,4±1,4	9,2±1,3
Вес, кг	87,8±20,11	91,3±15,8
Площадь раны, см ²	3,02 [1,5;5,83]	3,87 [2,32; 5,86]
R эквивалентный, мм	8,75 [6,25;12,5]	9,7 [6,75;15,1]
Глубина раневого дефекта:		
- I ст. Wagner	4	3
- II ст. Wagner	16	17

Примечание: достоверных различий в группах наблюдения не обнаружено.

В зависимости от типа разгрузки пациенты были разделены на две группы. Основная группа больных (n=20) помимо стандартного лечения получала разгрузку с помощью пневмоортеза на голеностопный сустав и стопу TM Orlett (рис. 1).

Ортез был одет на ногу на 1 визите и опломбирован исследователями. Размер подбирался по размеру обуви. Пациенты должны были носить исследуемое изделие ежедневно и круглосуточно в течение всего периода наблюдения. Общий срок наблюдения составлял 12 недель (84±2 дня). В процессе наблюдения было запланировано 12 визитов с частотой 1 визит в неделю. На каждом визите проводилась оценка состояния, обработка и перевязка язвенного дефекта, после чего ортез вновь надевался на ногу и пломбировался.

В контрольной группе (n=20) разгрузка осуществлялась с помощью несъемного варианта иммобилизирующей повязки ТСС (полужесткая повязка на голеностопный сустав и стопу из синтетических полимерных бинтов Scotchcast и Softcast, 3М, США), изготовленной по стандартной методике [7]. Смена ТСС осуществлялась ежедневно вместе со сменой повязки на ране.

Помимо разгрузки все пациенты, включенные в исследование, получали лечение ран согласно стандарту оказания медицинской помощи больным с СДС (Приказ МЗРФ №899н от 12.11.2012 г.).

Обе группы были сопоставимы по полу, возрасту, длительности и степени компенсации СД, а также исходным размерам раневых дефектов. Клинико-демографическая характеристика обследованных пациентов и раневых дефектов представлена в табл. 1.

Инструментальная сравнительная оценка эффективности степени разгрузки плантарной поверхности стопы проводилась методом электронной педобарографии (Tekscan Pressure Measurement System 6.30. Версия программного обеспечения: Tekscan Research 6.3. Тип сенсора: F-Scan). Компьютерная педография всем больным была проведена внутри ортеза или внутри иммобилизирующей повязки ТСС в реальном масштабе времени во время ходьбы (проход по прямой – не менее 5 шагов каждой ногой или 10 шагов всего). Данные исследования были проанализированы по динамике таких показателей, как максимальное пиковое давление и интеграл давления/время и сопоставлены с результатами аналогичных измерений в тестовой обуви у того же пациента. Графическое изображение данных педобарографии в 2D-формате представлено на рис. 2.

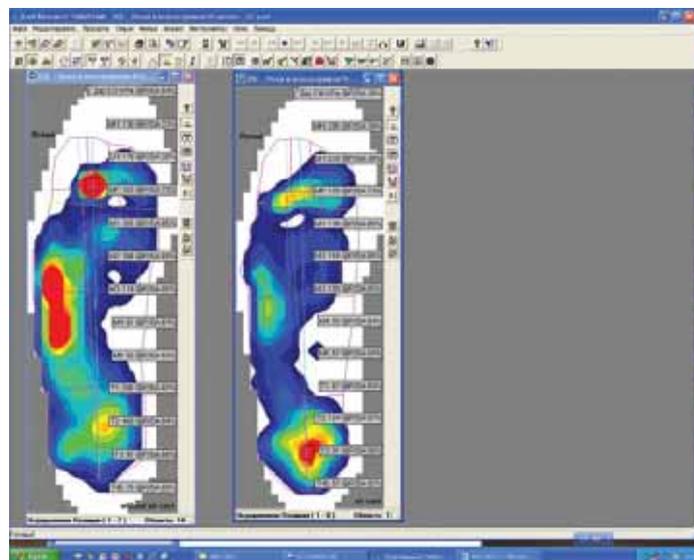


Рис. 2. Графическое изображение данных педобарографии в 2D-формате.

лизирующей повязки ТСС в реальном масштабе времени во время ходьбы (проход по прямой – не менее 5 шагов каждой ногой или 10 шагов всего). Данные исследования были проанализированы по динамике таких показателей, как максимальное пиковое давление и интеграл давления/время и сопоставлены с результатами аналогичных измерений в тестовой обуви у того же пациента. Графическое изображение данных педобарографии в 2D-формате представлено на рис. 2.

Клиническая сравнительная оценка эффективности лечения была произведена путем оценки внешнего состояния раны и определения ее размеров во время ежедневных осмотров в кабинете «диабетическая стопа». Для оценки скорости эпителизации раневого дефекта рассчитывали его площадь путем умножения максимальной длины на максимальную ширину, а также вычисляли эквивалентный радиус раны (Rэкв) по формуле, предложенной Cavanagh [8]: $R_{экв} = (D_{max} + D_{min})/4$, где D_{max} – максимальный диаметр раны; D_{min} – диаметр раны, проведенный перпендикулярно к D_{max} в наиболее широкой области раны.

Кроме оценки состояния раны, при осмотре пациентов основной группы наблюдающий врач на каждом визите заполнял опросник по удобству и комфортности исследуемого ортеза. Выяснялось мнение пациента по следующим критериям: прилегание ортеза к ноге, удобство ходьбы в ортезе, болевые ощущения при ходьбе в ортезе, потертости и покраснения кожи после снятия ортеза. Помимо этого, эффективность ортеза оценивалась по субъективной симптоматике, выражаемой в баллах: наличие и степень выраженности парестезий, тяжести в икроножных мышцах, утомляемости ног и отекающего синдрома.

На завершающем визите после снятия ортеза выяснялось мнение пациента по следующим критериям: вес ортеза, удобство одевания, удобство снятия, комфорт ношения. Врач и пациент совместно оценивали эффективность терапии и выставляли общую оценку ортеза.

Обработка и анализ результатов

Клиническая эффективность определялась по динамике клинических показателей, основанных на результатах инструментального обследования, и субъективной симптоматике. После окончания терапии была проведена оценка удобства одевания и комфортности ношения ортеза, безопасности по контролю нежелательных явлений, общая оценка комплаентности пациентов и эффективности лечения в баллах. Параметры оценки: да/нет, и в баллах – от 0 (нет эффекта) до 2 (очень хорошо).

Статистический анализ полученных данных проводился с использованием рекомендуемых статистических методик с помощью пакетов прикладных программ Excell 2007 и Statistica (StatSoft Inc. США, версия 6.0). Для анализа вида распределений применялись критерии Шапиро-Уилка и Лиллиефорса, дисперсии распределений признаков оценивались с помощью F-критерия в процедуре дисперсионного анализа ANOVA. Учитывая отсутствие нормального распределения значений большинства параметров, для представления данных использована медиана и значения 25-го и 75-го перцентилей множества данных в виде «Me [25%; 75%]». Сравнение групп по качественным признакам осуществлялось непараметрическим методом путем анализа таблиц сопряженности с использованием критерия χ^2 (хи-квадрат). Для сравнения по количественным показателям использовался U-критерий Манна-Уитни. Статистически значимым для всех показателей считался критерий достоверности $p < 0,05$. Результаты исследований, обработанные статистически и представленные в виде таблиц или диаграмм, дают возможность судить о динамике медианы параметра, достоверности и интерквартильном отрезке, а также связи с изменениями других параметров в соответствии с современными требованиями.

Результаты и обсуждение

Общая длительность исследования составила 6 месяцев, максимальный период наблюдения за каждым пациентом – 3 месяца. Из 20 больных основной группы, включенных в исследование, 17 человек досрочно завершили участие в связи с заживлением раневого дефекта. Среднее время заживления составило $46,1 \pm 19,0$ дней (от 21 до 84 дней), что было сопоставимо с данными контрольной группы ($48,3 \pm 20,5$ дней). Один пациент был исключен на 3 визите из-за несоблюдения графика визитов, и еще одна пациентка выбыла на 4 визите в связи с нарушением режима ношения ортеза. Таким образом, полностью завершили исследование 18 человек. У одного больного не удалось добиться полного заживления раны к концу 12 недели. Учитывая то, что у данного пациента 2 раза возникали механические повреждения ортеза, отсутствие достаточного положительного эффекта от разгрузки, вероятнее всего, связано с чрезмерной физической активностью и большим весом пациента (110 кг).

Скорость эпителизации раневых дефектов рассчитывалась по изменению площади раневого дефекта

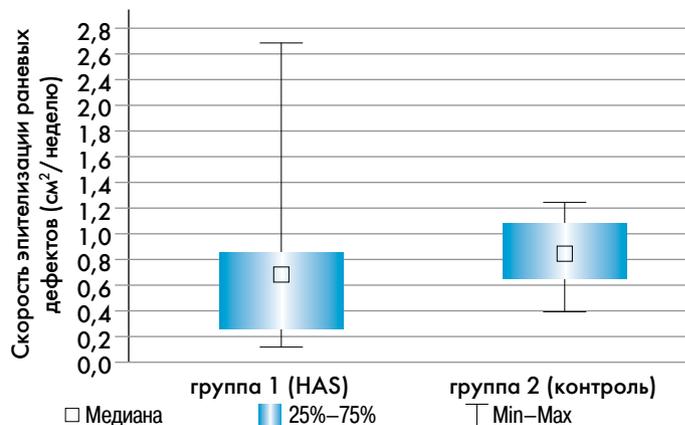


Рис. 3. Скорость эпителизации раневых дефектов.

и также достоверно не различалась в обеих группах: $0,73 [0,29; 0,92]$ см²/неделю в 1-й группе и $0,92 [0,71; 1,17]$ см²/неделю во 2-й группе (рис. 3).

Помимо площади, всем больным вычисляли эквивалентный радиус раны и оценивали скорость его изменения. Достоверных различий по исходному эквивалентному радиусу раны и динамике его изменения у пациентов основной и контрольной группы выявлено не было. В группе, получавшей разгрузку с помощью ортеза, скорость изменения эквивалентного радиуса составила в среднем $0,27 \pm 0,13$ мм/сутки, в контрольной группе – $0,3 \pm 0,15$ мм/сутки ($p > 0,05$).

Клиническая эффективность ортеза оценивалась также по динамике субъективных показателей (парестезии, тяжесть в икроножных мышцах, утомляемость ног, отеки). На момент включения в исследование у основной группы больных парестезии регистрировались у 7 пациентов, тяжесть в ногах – у 4 пациентов, утомляемость ног – у 5 пациентов. Данные симптомы носили умеренный характер и существенно не менялись в ходе исследования. Умеренные и выраженные отеки нижних конечностей наблюдались у 8 человек, однако было отмечено уменьшение их выраженности через 2–3 недели после начала ношения ортеза. В контрольной группе отеки регистрировались у 12 больных и уменьшались через 1–2 недели лечения. Существенной динамики субъективных симптомов отмечено не было.

У 4 пациентов в процессе применения ортезов были отмечены нежелательные явления в виде потертости голени. В 3 случаях осложнения носили умеренный и в 1 случае выраженный характер. Все потертости регистрировались на визитах 2 и 3 и зажили в течение 2 недель. Для предотвращения повторных повреждений кожи голени было произведено ослабление креплений ортеза и рекомендовано уменьшение физической активности. В контрольной группе у 4 пациентов также возникали осложнения, представленные потертостями кожи. Во всех случаях эти потертости, так же, как и в основной группе, не потребовали прекращения лечения и зажили раньше, чем первичная рана.

Болезненность при ходьбе возникала в 3 случаях, носила выраженный характер и регистрировалась сразу после начала исследования на визите 1. После ослабле-

Таблица 2

Снижение давления в переднем отделе стопы, распределенное по зонам интереса		
Зона исследования/показатель	Пиковое контактное давление	Интеграл давление/время
1-й палец, %	68	42
2-й палец, %	67	56
3-й палец, %	75	65
4-й и 5-й пальцы, %	82	78
1-я плюсневая кость, %	50	33
2-я плюсневая кость, %	48	28
3-я плюсневая кость, %	52	32
4-я плюсневая кость, %	33	18
5-я плюсневая кость, %	33	16
Среднее значение	57	41

ния креплений ортеза и уменьшения давления в пневмосистеме болезненность исчезала.

У одной пациентки в ходе исследования на визите 2 возникла выраженная мацерация кожных покровов голени и у 3 пациентов – умеренная мацерация кожных покровов вокруг раны, что потребовало провести депломбирование ортеза. Рекомендовано самостоятельное снятие ортеза на ночь до устранения нежелательных явлений. В течение 2 недель все повреждения были устранены.

Следует отметить, что основная часть исследования проводилась в летние месяцы, поэтому возникновение таких нежелательных явлений, как потертости и мацерация кожи голени и вокруг раны, вероятнее всего, связано с неблагоприятными климатическими факторами и высокой температурой окружающей среды. В основном, данный вид разгрузки хорошо переносился больными. Некоторые пациенты жаловались на большой вес ортеза. В среднем эффективность терапии ортезом, по мнению врача и пациента, была оценена на 1,7 балла (при максимальной оценке 2 балла).

Эффективность разгрузки зоны раневого дефекта у всех больных была подтверждена методом электронной педобарографии, по данным которой исследуемый ортез продемонстрировал высокую степень разгрузки подошвенной поверхности переднего отдела стопы и плюсны (пальцы, межфаланговые и плюснефаланговые суставы) по сравнению с обычной обувью.

Данные по эффективности снижения давления в переднем отделе стопы внутри ортеза, по сравнению с обычной обувью, с распределением по зонам интереса представлены в таблице 2.

В целом, по данным электронной педобарографии, пневмоортез на голеностопный сустав и стопу ТМ Orlett продемонстрировал уменьшение максимального пикового давления на стопу на 26% [-64%;+78%], а в переднем отделе стопы в области целевых зон, то есть зонах локализации раневых дефектов, на 57% [-100%; +159%]. Показатель интеграла давление/время снизился в среднем на 41% [-100%; +369%]. Полученные нами результаты практически аналогичны данным, полученным в предыдущих исследованиях для ТСС, которые показали снижение пикового давления по сравнению с обычной обувью

на 20% [-70%; +84%], а давления в зоне язвы – на 55% [-100%; +359%] [9].

В области предплюсны (среднем отделе стопы) внутри ортеза отмечалось возрастание максимального пикового давления на 48% и интеграла давление/время на 47%, что, наиболее вероятно, является следствием влияния пневматической системы ортеза, оказывающей эффект перераспределения нагрузки с клинически важных участков подошвенной поверхности переднего отдела стопы на область продольных сводов стопы. В заднем отделе стопы также регистрировалось возрастание показателей подошвенного давления: максимального пикового давления на 10% и интеграла давление/время на 18%, что тоже связано с перераспределением нагрузки. Полученные нами данные не позволяют рекомендовать применение ортеза ТМ Orlett для лечения пациентов с локализацией раневых дефектов в пяточной области.

Заключение

Пневмоортез на голеностопный сустав и стопу ТМ Orlett (модель HAS-337) показал себя как эффективный и безопасный метод разгрузки конечности и может быть рекомендован для лечения больных с неинфицированными нейропатическими ранами подошвенной поверхности переднего отдела стопы. Данный вид лечения является комфортным и удобным для большинства пациентов. Результаты применения пневмоортеза на голеностопный сустав и стопу ТМ Orlett, полученные в ходе исследования и подтвержденные данными электронной педобарографии, сопоставимы с результатами, полученными при исследовании иммобилизирующей повязки Total Contact Cast, являющейся на сегодняшний день «золотым стандартом» разгрузки при лечении больных с СДС и входящей в мировые стандарты лечения. Таким образом, пневмоортез на голеностопный сустав и стопу HAS-337 ТМ Orlett может быть рекомендован к включению в стандарты лечения больных СДС с неинфицированными нейропатическими ранами подошвенной поверхности переднего отдела стопы.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование и процесс публикации настоящей статьи осуществлялись без привлечения внешнего финансирования.

Авторы декларируют отсутствие потенциальных и явных конфликтов интересов, связанных с рукописью.

Благодарности

Авторы выражают благодарность ООО «НИКА-МЕД», и персонально руководителю медицинского отдела ООО «НИКАМЕД» П.Б. Новикову за безвозмездное предоставление пневмоортезов на голеностопный сустав и стопу ТМ Orlett и помощь в процессе проведения исследования.

Список литературы

1. Cavanagh P, Ulbrecht J, Caputo G. The biomechanics of the foot in diabetes mellitus. The diabetic foot (6th edition). Bowker J, Pfeifer M, editors. Mosby; 2001:125–195.
2. International working group on the diabetic foot. The consensus report: Footwear and off-loading for the diabetic foot – an evidence based guideline. DVD edition, Amsterdam, 2007.
3. Ha Van G, Siney H, Hartmann-Heurtier A, Jacqueminet S, Greau F, Grimaldi A. Nonremovable, Windowed, Fiberglass Cast Boot in the Treatment of Diabetic Plantar Ulcers: Efficacy, safety, and compliance. *Diabetes Care* 2003;26(10):2848–2852. doi: 10.2337/diacare.26.10.2848
4. Armstrong DG, Lavery LA, Kimbriel HR, Nixon BP, Boulton AJ. Activity Patterns of Patients With Diabetic Foot Ulceration: Patients with active ulceration may not adhere to a standard pressure off-loading regimen. *Diabetes Care* 2003;26(9):2595–2597. doi: 10.2337/diacare.26.9.2595
5. Armstrong DG, Lavery LA, Wu S, Boulton AJ. Evaluation of Removable and Irremovable Cast Walkers in the Healing of Diabetic Foot Wounds: A randomized controlled trial. *Diabetes Care* 2005;28(3):551–554. doi: 10.2337/diacare.28.3.551
6. Piaggese A, Macchiarini S, Rizzo L, Palumbo F, Tedeschi A, Nobili LA, et al. An Off-the-Shelf Instant Contact Casting Device for the Management of Diabetic Foot Ulcers: A randomized prospective trial versus traditional fiberglass cast. *Diabetes Care* 2007;30(3):586–590. doi: 10.2337/dc06-1750
7. Галстян ГР, Страхова ГЮ, Удовиченко ОВ, Логвинов НЛ, Дедов ИИ. Применение иммобилизирующих разгрузочных повязок при лечении синдрома диабетической стопы (методика Total Contact Cast). Методические рекомендации. Издание 3-е, переработанное и дополненное. М.; 2010. [Galstyan GH, Strakhova GYu, Udovychenko OV, Logvinov NL, Dedov II. Application of immobilization offloading bandages in the treatment diabetic foot syndrome (Procedure Total Contact Cast). Guidelines. 3rd edition, revised and enlarged. Moscow; 2010.]
8. Cavanagh P, Ulbrecht J, Caputo G. The biomechanics of the foot in diabetes mellitus. In: The diabetic foot (6th edition). Ed by Bowker J, Pfeifer M. Mosby; 2001.
9. Горохов СВ, Удовиченко ОВ, Ульянова ИН, Берсенева ЕА, Галстян ГР. Педографическая и клиническая оценка эффективности иммобилизирующих разгрузочных повязок при синдроме диабетической стопы. *Сахарный диабет*. 2012;(3):50–58. [Gorokhov SV, Udovychenko OV, Ulyanova IN, Berseneva EA, Galstyan GR. Pedography and clinical evaluation of the effectiveness of the immobilization offloading bandages in diabetic foot. *Diabetes mellitus* 2012;(3):50–58.] doi: 10.14341/2072-0351-6086

Страхова Галина Юрьевна

к.м.н., врач кабинета «Диабетическая стопа» лечебно-диагностического отдела, ФГБУ Эндокринологический научный центр, Москва, Российская Федерация

Горохов Сергей Валентинович

врач-ортопед, н.с. лечебно-диагностического отдела, ФГБУ Эндокринологический научный центр, Москва, Российская Федерация

E-mail: gorohov.sergey@gmail.com

Ульянова Ирина Николаевна

к.м.н., зав. лечебно-диагностическим отделом, ФГБУ Эндокринологический научный центр, Москва, Российская Федерация

Галстян Гагик Радикович

д.м.н., проф., зав. отделением терапевтических и хирургических методов лечения диабетической стопы, ФГБУ Эндокринологический научный центр, Москва, Российская Федерация