



<https://doi.org/10.34883/PI.2025.14.2.032>



Близнец А.А.¹✉, Хаджи-Исмаил И.А.¹, Пукита И.С.², Шишко О.Н.²

¹ Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения
Белорусского государственного медицинского университета, Минск, Беларусь

² Минский городской клинический эндокринологический центр, Минск, Беларусь

Опыт лечения нейропатической формы синдрома диабетической стопы с использованием модификации постановки иммобилизирующих разгрузочных повязок Total Contact Cast на базе Минского городского клинического эндокринологического центра

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: Близнец А.А. – концепция и дизайн исследования, набор и обработка материала, подготовка и структурирование статьи, формирование результатов; Хаджи-Исмаил И.А. – формирование идеи и задач исследования, редактирование текста статьи; Пукита И.С. – набор материала, анализ полученных данных; Шишко О.Н. – статистический анализ, редактирование текста статьи.

Этическое заявление: исследование выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской декларации.

Информированное согласие: до включения в исследование от всех участников было получено письменное информированное согласие (протокол заседания комитета по исследовательской этике Минского городского клинического эндокринологического центра, № 1/20).

Подана: 02.02.2025

Принята: 15.05.2025

Контакты: aabliznets@gmail.com

Резюме

Введение. Лечение нейропатических трофических язв стопы требует комплексного подхода, включающего не только уход за раневой поверхностью, но и коррекцию углеводного обмена, артериального давления и дислипидемии. Однако ключевым фактором заживления является постоянная разгрузка стопы. В статье представлены результаты применения модифицированной постановки Total Contact Cast (TCC) в кабинете «Диабетическая стопа» Минского городского клинического эндокринологического центра.

Цель. Изучить эффективность и безопасность модификации постановки TCC при лечении нейропатической формы синдрома диабетической стопы.

Материалы и методы. Проведен анализ данных 85 пациентов с синдромом диабетической стопы и наличием язв; все пациенты проходили лечение в учреждении здравоохранения «Минский городской клинический эндокринологический центр» с 01.01.2020 по 01.05.2024. Была использована авторская модификация постановки TCC. Критерии, по которым оценивалась эффективность постановки TCC, – заживление язвы, а также длительность применения TCC.

Результаты. У 62 (72,94%) пациентов имелись трофические язвы переднего отдела стопы, у 20 (23,53%) – среднего отдела стопы, у 3 (3,53%) – заднего отдела стопы. Заживление язв наблюдалось у 71,76% пациентов, неопределенный результат был

получен у 16,47%, отрицательный – у 11,76%. Большая часть положительных результатов лечения язв наблюдалась в переднем отделе стопы: из 61 пациента полное заживление язв произошло у 46 человек (74,19%).

Заключение. Предлагаемый метод лечения нейропатических трофических язв на ступательной поверхности с использованием модификации иммобилизирующих разгрузочных повязок при сахарном диабете по сравнению с применением существующих методов позволяет сократить сроки заживления язв и увеличить процент заживших язв, добиться большего удобства при ходьбе. Данный метод можно использовать ежедневно вместо обуви, а также применять в амбулаторных условиях.

Ключевые слова: сахарный диабет, диабетическая стопа, трофическая язва стопы, разгрузка, Total Contact Cast

Bliznets H.¹✉, Hadji-Ismaïl I.¹, Pukita I.², Shyshko V.²

¹ Institute of Advanced Training and Retraining of Healthcare Personnel of the Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

² Minsk City Clinical Endocrinology Center, Minsk, Belarus

Experience in Treating the Neuropathic Form of Diabetic Foot Syndrome Using a Modification in the Application of Immobilizing Offloading Dressings Total Contact Cast at the Minsk City Clinical Endocrinology Center

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: Bliznets H. – study concept and design, materials collection and processing, article drafting and structuring, result compiling; Hadji-Ismaïl I. – forming study idea and objectives, text editing; Pukita I. – material collection, data analysis; Shyshko V. – statistical analysis, text editing.

Ethics statement: the study was conducted in accordance with Good Clinical Practice and the principles of the Declaration of Helsinki.

Informed consent: written informed consents were obtained from all participants prior to their inclusion in the study (minutes of the meeting of the Research Ethics Committee of the Minsk City Clinical Endocrinology Center No. 1/20).

Submitted: 02.02.2025

Accepted: 15.05.2025

Contacts: aabliznets@gmail.com

Abstract

Introduction. The treatment of neuropathic trophic foot ulcers requires a comprehensive approach including not only wound care but also corrections of carbohydrate metabolism, blood pressure, and dyslipidemia. However, the key factor in healing is continuous offloading of the foot. This article presents the results of applying a modified Total Contact Cast (TCC) technique at the Minsk City Clinical Endocrinology Center.

Purpose. To study the effectiveness and safety of the modified application of TCC in the treatment of the neuropathic form of diabetic foot syndrome.

Materials and methods. Data from 85 patients with diabetic foot syndrome and ulcers who received treatment at the healthcare institution Minsk City Clinical Endocrinology



Center from 01/01/2020 to 05/01/2024 were analyzed. An authorship modification of the TCC application was used. The criteria for evaluating the effectiveness of TCC application included wound healing and the duration of TCC use.

Results. Of the patients, 62 (72.94%) had trophic ulcers in the forefoot, 20 (23.53%) in the midfoot, and 3 (3.53%) in the hindfoot. Wound healing was observed in 71.76% of patients, with an uncertain result in 16.47% and a negative result in 11.76%. The majority of positive treatment outcomes for ulcers were observed in the forefoot, as complete healing occurred in 46 out of 61 patients (74.19%).

Conclusion. The proposed treatment method for neuropathic trophic ulcers of the plantar surface in diabetes using a modification of immobilizing offloading dressings, compared to existing methods, allows reducing healing time and increasing the percentage of healed ulcers, and improving comfort while walking. It should be used daily instead of shoes, and applied in outpatient settings.

Keywords: diabetes mellitus, diabetic foot, foot ulcer, offloading, Total Contact Cast

■ ВВЕДЕНИЕ

Ведение пациентов с нейропатическими трофическими язвами является задачей команды врачей-специалистов и направлено не только на уход за раневой поверхностью, но и на компенсацию углеводного обмена, артериального давления, дислипидемии. Однако устранение нагрузки на нейропатическую трофическую язву стопы является ключевым фактором, который способствует ее заживлению [1]. Разгрузка стопы должна быть постоянной: даже несколько шагов в течение дня могут значительно замедлить заживление раны.

Total Contact Cast (далее – ТСС) признана «золотым стандартом» в лечении синдрома диабетической стопы и одобрена международными консенсусными документами [2, 3]. Основными механизмами действия являются: перераспределение части нагрузки со стопы на голень и увеличение площади опорной поверхности стопы, что в совокупности с более равномерным распределением нагрузки на разные участки стопы приводит к значительному уменьшению пиковой нагрузки на опорные точки, в том числе на область раны; защита раны от горизонтальных сил трения; уменьшение отека конечности и улучшение кровоснабжения.

Важно отметить, в ТСС происходит перераспределение нагрузки со стопы на голень на 34–48% площади подошвенного контакта [4]. ТСС изменяет походку пациента, вынуждая уменьшить шаг и скорость движения [5]. Также устраняется перемещение голеностопного сустава в сагитальной плоскости и меняется толчковая фаза ходьбы, что снижает давление на переднюю часть стопы, которое обычно возникает при отталкивании от земли [6].

В статье представлены результаты применения метода для лечения нейропатической формы синдрома диабетической стопы с использованием модификации постановки иммобилизирующих разгрузочных повязок ТСС в кабинете «Диабетическая стопа» Минского городского клинического эндокринологического центра.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучить эффективность и безопасность модификации постановки ТСС при лечении нейропатической формы синдрома диабетической стопы.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен анализ данных 85 пациентов с синдромом диабетической стопы и наличием язв; пациенты проходили лечение в учреждении здравоохранения «Минский городской клинический эндокринологический центр» с 01.01.2020 по 01.05.2024. Разделение локализации язвы по отделам проводилось согласно анатомической классификации: передний отдел стопы – фаланги пальцев и кости плюсны; средний отдел стопы, состоящий из 3 клиновидных, кубовидной и ладьевидной костей; задний отдел стопы, представленный таранной и пяточной костями [7].

Была использована авторская модификация постановки ТСС (рис. 1). Стандартно применяется одна из техник съемной ТСС, предложенная Voogers и Droogmans в 2000 г., под названием BoDro-cast [8]. Дополнительно для улучшения данной методики из ригидного бинта синтетического гипса мы формировали U-образный лонгет, поднимающийся примерно до границы средней и нижней трети голени, и стремя для стабилизации повязки с целью предотвращения ее деформации при ходьбе пациента, а на стопу раскатывали еще один ригидный бинт синтетического гипса и в него фиксировали суппорт. Суть модификации – жесткий суппорт между слоями синтетического гипса (рис. 2). Конструкция суппорта позволяет изменить угол наклона стандартного лонгета ТСС, сделать лонгет более устойчивым и удобным для ходьбы, повысить износостойчивость. Все ТСС были съемными, так как несъемные в связи со сниженной комплаентностью пациентов по сравнению со съемными разгрузочными устройствами чаще приводили к появлению новых повреждений кожи или язв [9].



Рис. 1. Модификация постановки Total Contact Cast
Fig. 1. Modification of Total Contact Cast

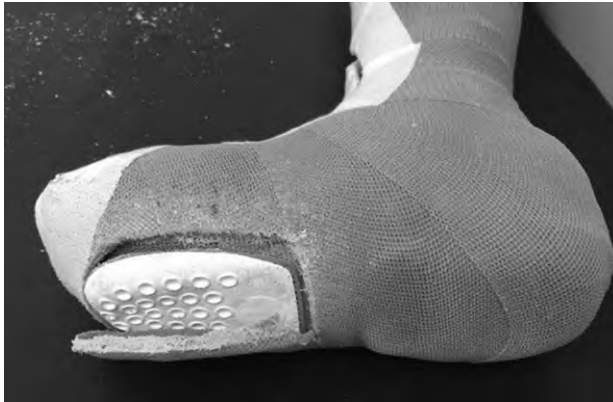


Рис. 2. Жесткий суппорт между слоями синтетического гипса
Fig. 2. Rigid support between layers of synthetic plaster

Также съёмные ТСС позволяли пациентам проводить перевязки самостоятельно дома. Применялась комбинация ригидных (Scotchcast) и полужестких (Softcast) бинтов синтетического гипса. Количество бинтов синтетического гипса и их ширина зависели от веса пациента. Так, если пациент до 70 кг, то необходимо 5 бинтов (2 Softcast, 3 Scotchcast), если пациент весит от 70 до 90 кг, то 6 бинтов (2 Softcast, 4 Scotchcast), и при весе пациента более 90 кг – 7 бинтов (2 Softcast, 5 Scotchcast).

Состояние язв пациентов оценивалось визуально с определением размеров во время перевязок, которые проводились ежедневно пациентами самостоятельно дома и еженедельно в условиях кабинета «Диабетическая стопа».

Критерии, по которым оценивалась эффективность постановки ТСС, – заживление язвы, а также длительность применения ТСС.

Результаты устанавливались как положительный, неопределенный или отрицательный. Положительный результат – полное заживление язвы, неопределенный результат – значительное уменьшение размеров язвы, но неполное ее заживление за 9 месяцев, отрицательный результат – отсутствие заживления язвы.

Критерии включения в исследование: наличие показаний для постановки модифицированной ТСС и подписанное информированное согласие. Критерии исключения из исследования: отказ от участия в исследовании, отсутствие приверженности к лечению.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием программы SPSS 23. Для проверки нормальности распределения использовали критерий Шапиро – Уилка. Учитывая, что распределение количественных признаков было отличным от нормального, для проверки значимости статистических гипотез применяли непараметрические методы. Данные представлены в виде медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (LQ; UQ).

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Характеристика пациентов, включенных в исследование, представлена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика пациентов групп исследования

Table 1

Characteristics of patients

Характеристики	Всего (n=85)	СД 1 (n=13)	СД 2 (n=70)	χ ² , p*
Стаж СД (год)	14,00 [8,00; 22,50]	31,00 [21,00; 37,00]	12,00 [8,00; 17,00]	p=0,002
Пол, м/ж (% , n)	68,2% (58) / 31,8% (27)	30,77% (4) / 69,23% (9)	74,72% (52) / 25,71% (18)	χ ² =7,581 p=0,006
HbA1c, %	8,20 [7,10; 9,50]	6,95 [6,51; 8,38]	8,40 [7,40; 9,68]	p=0,033
Масса тела (кг)	98,00 [82,50; 113,00]	75,00 [68,50; 83,00]	104,00 [90,00; 117,00]	p=0,001
Длительность язвы (мес.)	5,0 [3,0; 9,0]	6,00 [2,50; 11,50]	4,0 [3,0; 8,0]	p=0,380
Длительность ношения гипса (дни)	113,0 [67,25; 175,75]	82,00 [58,00; 152,00]	119,00 [69,00; 188,50]	p=0,216
Локализация язвы: – передний отдел стопы, % (n) – средний отдел стопы, % (n) – задний отдел стопы, % (n)	72,94 (62) 23,53(20) 3,53 (3)	76,92 (10) 15,38(2) 7,69 (1)	74,29 (52) 22,86(16) 2,86(2)	χ ² =0,021 p=0,884 χ ² =0,055 p=0,816 χ ² =0,002 p=0,962
Исход лечения язвы: –положительный результат, % (n) – неопределенный результат, % (n) – отрицательный результат, % (n)	71,76(61) 16,47(14) 11,76(10)	76,92(10) 15,38(2) 7,69(1)	72,86(51) 15,71(11) 11,43(8)	χ ² =0,001 p=0,971 χ ² =0,149 p=0,700 χ ² =0,008 p=0,931

Примечание: * достоверность различий оценивалась между СД 1 и СД 2.

В исследование были включены 85 пациентов с синдромом диабетической стопы и наличием язв, из них – 15,29% (13) пациентов с сахарным диабетом (СД) 1-го типа, 82,35% (70) – с СД 2-го типа и 2,35% (2) – со специфическим типом СД. Соотношение мужчины/женщины – 68,2%/31,8% (58/27). У 72,94% (62) пациентов были трофические язвы переднего отдела стопы, у 23,53% (20) – среднего отдела стопы и у 3,53% (3) – заднего отдела стопы.

В группе с СД 1 длительность заболевания значительно больше (31,00 [21,00; 37,00] года), чем в группе с СД 2 (12,00 [8,00; 17,00]) (p=0,033). Уровень гликированного гемоглобина на момент включения в исследование выше среди пациентов с СД 2 (8,40 [7,40; 9,68] %) по сравнению с пациентами с СД 1 (6,95 [6,51; 8,38] %) (p=0,033). Пациенты с СД 2 имели значительно больший средний вес (104 [90,00; 117,00] кг), чем пациенты с СД 1 (75 [68,50; 83,00] кг) (p=0,001).

Следует отметить, что в исследовании число мужчин (74,72% (52)) с СД 2 преобладало по сравнению с числом женщин (25,71% (18)), в то время как в группе СД 1 женщин было больше – 69,23% (9) по сравнению с 30,77% (4) мужчин (p=0,006).

Длительность наличия язвы и период использования ТСС не имели статистически значимых различий между группами пациентов с СД 1 и СД 2. В группе с СД 1 средняя продолжительность язвы составила 6 месяцев [2,50; 11,50], в группе с СД 2 –



4 месяца [3,0; 8,0] ($p=0,380$). Средний срок ношения ТСС в группе с СД 2 составил 119 дней [69,00; 188,50], а в группе с СД 1 – 82 дня [58,00; 152,00] ($p=0,216$).

Локализация язв в переднем отделе стопы преобладала в обеих группах – 72,94% (62 пациента) в целом.

Результаты лечения синдрома диабетической стопы при различных локализациях язвы представлены в табл. 2.

Лучшее заживление язв наблюдалось при локализации язвы в переднем отделе – 74,19%, хуже всего заживали язвы заднего отдела – в 33,33%. Отрицательный исход чаще наблюдался в заднем отделе стопы (66,67%), реже всего в переднем отделе стопы (8,06%).

Статистически значимых различий по исходам лечения в зависимости от локализации язвы не обнаружено, что может указывать на схожие возможности заживления язв в различных отделах стопы при применении разгрузки, что отображено в табл. 2.

Характеристика групп исследования в зависимости от локализации язвы стопы и исходов лечения показана в табл. 3.

Группа с положительным результатом лечения язвы в переднем отделе (группа 1) имела средний возраст 56,92 [50,74; 62,62] года на момент постановки ТСС, группа с положительным результатом в среднем отделе (группа 4) – 60,12 [50,05; 63,32] года, группа с положительным результатом в заднем отделе (группа 7) – 57,13 [49,97; 62,13] года. Разница в возрасте между группами незначительна.

Группа 1 имела среднюю длительность СД 12 [8; 19,25] лет. Группа 4 имела более длительный стаж СД – 22 [14,00; 29,00] года, группа 7 – 15 [6,00; 23,00] лет. Длительность СД у группы 4 значительно больше, что может повлиять на исход лечения.

Группа 1 имеет среднюю длительность язвы до установки гипса 4 [3; 9] месяца, группа 4 – также 4 [2,0; 7,0] месяца, группа 7 – 8 [5,0; 18,0] месяцев. В заднем отделе язвы существовали дольше до начала лечения.

Таблица 2
Результаты лечения синдрома диабетической стопы при различных локализациях язвы
Table 2
Results of treatment of diabetic foot syndrome in different ulcer locations

Исход	Локализация			
	Передний отдел стопы (п)	Средний отдел стопы (ср)	Задний отдел стопы (з)	χ^2 , p
Положительный (n=61)	74,19% (46)	70,00% (14)	33,33% (1)	$\chi^2_{n-(cp+z)}=0,667$ $p_{n-(cp+z)}=0,415$ $\chi^2_{cp-(n+z)}=2,307$ $p_{cp-(n+z)}=0,129$
Неопределенный (n=14)	17,74% (11)	15,00% (3)	0	$\chi^2_{n-(cp+z)}=0,197$ $p_{n-(cp+z)}=0,658$ $\chi^2_{cp-(n+z)}=0,053$ $p_{cp-(n+z)}=0,819$
Отрицательный (n=10)	8,06% (5)	15,00% (3)	66,67% (2)	$\chi^2_{n-(cp+z)}=3,022$ $p_{n-(cp+z)}=0,083$ $\chi^2_{cp-(n+z)}=0,264$ $p_{cp-(n+z)}=0,698$

Таблица 3
Характеристика групп исследования в зависимости от локализации язвы стопы и исходов лечения
Table 3
Characteristics of the study groups depending on the location of the foot ulcer and treatment outcomes

Группы	Возраст (на момент установки гипса) (лет)	Стаж СД на момент установки гипса (лет)	Длительность наличия язвы до установки гипса (мес.)	Длительность применения гипса (дни)
Передний отдел, положительный результат (группа 1) (n=46)	56,92 [50,74; 62,62]	12 [8; 19,25]	4,0 [3; 9]	107,5 [62,5; 160,25]
Передний отдел, неопределенный результат (группа 2) (n=14)	52,48 [48,54; 64,84]	16 [9,5; 24]	7,5 [3,75; 11,25]	67,0 [7,0; 67,0]*
Передний отдел, отрицательный результат (группа 3) (n=1)	59,23	8	2,0	–
Средний отдел, положительный результат (группа 4) (n=11)	60,12 [50,05; 63,32]	22,0 [14,00; 29,00]	4,0 [2,0; 7,0]	152,0 [69,0; 251,0]
Средний отдел, неопределенный результат (группа 5) (n=3)*	47,05 [29,99; 47,05]	2,0 [1,0; 2,0]	44,0 [28,0; 44,0]	–
Средний отдел, отрицательный результат (группа 6) (n=0)	–	–	–	–
Задний отдел, положительный результат (группа 7) (n=5)	57,13 [49,97; 62,13]	15,0 [6,00; 23,00]	8,0 [5,0; 18,0]	106,0 [68,5; 205,0]
Задний отдел, неопределенный результат (группа 8) (n=3)	59,09	17,00	4,0	
Задний отдел, отрицательный результат (группа 9) (n=2)	57,56	23,00	5,0	

Примечание: * представлены 25 и 50 процентиля.

Длительность применения гипса: группа 1 носила гипс в среднем 107,5 [62,5; 160,25] дня, группа 4 – 152 [69,0; 251,0] дня, группа 7 – 106 [68,5; 205,0] дней.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

В данном исследовании мы получили собственные данные о том, что модификация постановки ТСС эффективна при лечении нейропатической формы синдрома диабетической стопы. В исследовании Armstrong и др. приняли участие 63 пациента с неинфицированными нейропатическими язвами на подошвенной поверхности стопы, частота заживления язв у пациентов со съёмными ТСС составила 65% [10]. Такой же процент заживления был у пациентов со съёмными ТСС в исследовании Wendland и др. [11]. Согласно нашим данным, процент заживших язв составил 71,76% при применении разработанной нами модификации ТСС.

Для лечения язв среднего отдела стопы требуется более продолжительное ношение гипса.



На исход лечения может влиять длительность наличия язвы, а также стаж СД.

Съемная разгрузка является распространенным стандартом лечения нейропатических диабетических язв подошвенной поверхности стопы [12]. Данный метод имеет свою зависимость от комплаентности пациента, но позволяет вовремя обнаружить наличие инфекции с учетом возможности ежедневных перевязок.

Преимущество для пациента заключается в том, что он может ходить и продолжать заниматься повседневными делами, получая при этом лечебный эффект ТСС [13]. Заживление язв устраняет дополнительные расходы, связанные с длительными листами временной нетрудоспособности и госпитализациями, ампутациями, длительным приемом антибиотиков и реабилитацией.

Риск осложнений небольшой при правильной постановке ТСС и соблюдении рекомендаций пациентами. При возникновении небольших повреждений кожи уход за ними аналогичен уходу за небольшими ранами.

У нашего исследования было несколько ограничений. Важным из них является отсутствие сравнительного анализа преимуществ предложенной методики в сопоставимых группах. В силу специфики оказания медицинской помощи и методологии лечения группа, в которой применялась стандартная постановка ТСС (BoDro-cast), не была сформирована. Соответственно, не проводился анализ эффективности различных подходов в условиях прямого сравнения. Представленные результаты отражают исключительно данные лечения пациентов, которым проводилась модифицированная постановка ТСС. Важно отметить, что стандартная постановка ТСС требует использования дополнительного ортеза на повязку, что влечет за собой дополнительные затраты для пациента. В отличие от нее, предложенная модификация позволяет избежать этих дополнительных расходов, обеспечивая эффективную разгрузку без необходимости применения дополнительных приспособлений.

За соблюдением режима и активностью пациентов не велось постоянное наблюдение, так как все пациенты были амбулаторными.

Другим ограничением являлось включение в исследуемые группы разного количества пациентов. Поскольку язвы переднего отдела встречаются значительно чаще язв других отделов, распределение пациентов по исследуемым группам было неравномерным. Тем не менее, согласно анализу мощности для заживления, это исследование является достаточно убедительным. Все эти ограничения могут исказить результаты исследования.

Стоимость материалов для ТСС составляла около 250–350 белорусских рублей. Это меньше стоимости длительных курсов антибиотиков или расходов на перевязочные материалы при продолжительном лечении трофической язвы. ТСС сокращает сроки заживления раны, что позволяет уменьшить длительность, повысить эффективность лечения и сократить расходы, улучшить качество жизни пациентов [14].

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемый метод лечения нейропатических трофических язв наступательной поверхности с использованием модификации иммобилизирующих разгрузочных повязок при сахарном диабете по сравнению с применением существующих методов позволяет сократить сроки заживления язв и увеличить процент заживших язв, улучшить удобство при ходьбе. Данный метод можно использовать ежедневно вместо обуви, а также применять в амбулаторных условиях. Он отличается доступностью, отсутствием технической сложности, низким уровнем осложнений.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Gauna C., Romeo F., Scatena A., et al. Offloading systems for the treatment of neuropathic foot ulcers in patients with diabetes mellitus: a meta-analysis of randomized controlled trials for the development of the Italian guidelines for the treatment of diabetic foot syndrome. *Acta Diabetol.* 2024;61(6):693–703. doi:10.1007/s00592-024-02262-9
2. Messenger G., Masoetsa R., Hussain I.A. Narrative Review of the Benefits and Risks of Total Contact Casts in the Management of Diabetic Foot Ulcers. *The Journal of the American College of Clinical Wound Specialists.* 2018;9(1–3):19–23. Published 2018 Jun 7. doi: 10.1016/j.jccw.2018.05.002
3. Westra M., van Netten J.J., Manning H.A., et al. Effect of different casting design characteristics on offloading the diabetic foot. *Gait Posture.* 2018 Jul;64:90–94. doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.05.022
4. Begg L., McLaughlin P., Vicaretti M., et al. Total contact cast wall load in patients with a plantar forefoot ulcer and diabetes. *J Foot Ankle Res.* 2016;9:2. Published 2016 Jan 7. doi: 10.1186/s13047-015-0119-0
5. Snyder R.J., Frykberg R.G., Rogers L.C., et al. The management of diabetic foot ulcers through optimal off-loading: building consensus guidelines and practical recommendations to improve outcomes. *Journal of the American Podiatric Medical Association.* 2014;104(6):555–567. doi: 10.7547/8750-7315-104.6.555
6. Shaw J.E., Hsi W.L., Ulbrecht J.S., et al. The mechanism of plantar unloading in total contact casts: implications for design and clinical use. *Foot Ankle Int.* 1997;18(12):809–817. doi: 10.1177/107110079701801210
7. Maffulli N., Giai Via A., Oliva F. (2019) Foot and Ankle Anatomy. In: Paschos N., Bentley G. (eds). *General Orthopaedics and Basic Science. Orthopaedic Study Guide Series.* Springer, Cham. doi: 10.1007/978-3-319-92193-8_5
8. Udovichenko O.V., Bublik E.V., Maksimova N.V., et al. Effectiveness of total contact cast immobilization: Overview of randomized clinical studies conducted in foreign clinics and original data. *Diabetes mellitus.* 2010;13(2):50–55. (In Russ.) doi: 10.14341/2072-0351-5674
9. Lazzarini P.A., Armstrong D.G., Crews R.T., et al. Effectiveness of offloading interventions for people with diabetes-related foot ulcers: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes Metab Res Rev.* 2024;40(3):e3650. doi: 10.1002/dmrr.3650
10. Armstrong D.G., Nguyen H.C., Lavery L.A., et. al. Off-loading the diabetic foot wound: a randomized clinical trial [published correction appears in *Diabetes Care*, 2001 Aug;24(8):1509]. *Diabetes Care.* 2001;24(6):1019–1022. doi: 10.2337/diacare.24.6.1019
11. Wendland D.M., Kline P.W., Bohnert K.L., et al. Offloading of Diabetic Neuropathic Plantar Ulcers: Secondary Analysis of Step Activity and Ulcer Healing. *Adv Skin Wound Care.* 2023;36(4):194–200. doi: 10.1097/01.ASW.0000919476.24220.cc
12. Bus S.A., van Netten J.J., Kottink A.I., et al. The efficacy of removable devices to offload and heal neuropathic plantar forefoot ulcers in people with diabetes: a single-blinded multicentre randomised controlled trial. *Int Wound J.* 2018;15(1):65–74. doi: 10.1111/iwj.12835
13. Lazzarini P.A., Jarl G., Gooday C., et al. Effectiveness of offloading interventions to heal foot ulcers in persons with diabetes: a systematic review. *Diabetes Metab Res Rev.* 2020;36 (Suppl 1):e3275. doi: 10.1002/dmrr.3275
14. Bliznets H.A., Hadji-Ismail I.A., Pukita I.S., et al. Total contact cast immobilizing offloading bandage in the treatment of neuropathic foot ulcers inpatients with diabetes. *Military medicine.* 2024;4(73):77–81. doi: 10.51922/2074-5044.2024.4.77