

Estándar de oro en el manejo del pie diabético: yeso de contacto total

Adriana Lozano-Platonoff, Melissa Desireé Florida Mejía-Mendoza, Mónica Ibáñez-Doria
y José Contreras-Ruiz*

División Dermatología, Clínica Interdisciplinaria del Cuidado de Heridas y Estomas, Hospital General Dr. Manuel Gea González, México, D.F.

Resumen

Las complicaciones del pie representan uno de los principales problemas de salud de los pacientes con diabetes mellitus, y la úlcera es una de las lesiones más habituales. Dichas ulceraciones se originan por pequeños traumatismos repetidos sobre un pie neuropático. El manejo inadecuado del pie diabético (PD) puede conducir a una de las complicaciones más graves del paciente diabético: la amputación. La clave para el tratamiento de las úlceras plantares consiste en el control de las comorbilidades (niveles de glucosa y enfermedad vascular), el desbridamiento, el manejo del exudado con los diferentes apósitos existentes, el manejo de la infección y la descarga del pie afectado principalmente. Un error común en el tratamiento básico es el método de descarga, que tiene como resultado el retraso en la cicatrización y la realización de la amputación. Para este fin proponemos el yeso de contacto total (YCT), considerado el estándar de oro en la descarga del PD.

El objetivo de la presente revisión es presentar la evidencia existente en la literatura médica sobre la efectividad del uso del YCT para la cicatrización de las úlceras del PD y, por tanto, para prevenir amputaciones.

PALABRAS CLAVE: Úlcera de piel. Pie diabético. Tratamiento. Yeso de contacto total. Úlcera plantar. Diabetes mellitus. Neuropatía.

Abstract

In patients with diabetes, foot complications remain one of the main health issues, with ulcers representing one of the most common. These ulcerations originate from repetitive trauma on a foot with neuropathy. Inadequate care of the diabetic foot may lead to one of the gravest complications of the diabetic foot: amputation.

The key to the treatment of the diabetic foot is the control of comorbidities (glucose levels and vascular disease), debridement, exudate control with the available modern dressings, treatment of infection, and offloading the affected foot. A common error in this basic treatment is the method used for offloading, leading to delayed healing as a result, and maybe even amputation. For this purpose we propose the total contact cast considered the “gold standard” in diabetic foot offloading.

The objective of the present review is to present the existing evidence in the medical literature on the effectiveness of its use for healing diabetic foot ulcers and hence preventing amputations. (Gac Med Mex. 2014;150:58-64)

Corresponding autor: José Contreras-Ruiz, dralozanoplatonoff@hotmail.com

KEY WORDS: Skin ulcer. Diabetic foot. Treatment. Total contact cast. Plantar ulcer. Diabetes mellitus. Neuropathy.

Correspondencia:

*José Contreras-Ruiz

Calzada de Tlalpan, 4800

Col. Sección XVI, Del. Tlalpan, C.P. 14080, México, D.F.

E-mail: dralozanoplatonoff@hotmail.com

Fecha de recepción: 16-10-2013

Fecha de aceptación: 28-11-2013

Antecedentes

La diabetes está experimentando un gran incremento entre la población mundial. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), hay 171 millones de diabéticos en el mundo, y se estima que en el año 2025 el número aumentará hasta los 366 millones¹, debido principalmente al incremento de la esperanza de vida, la obesidad, el estilo de vida sedentario y el cambio de hábitos alimentarios². Se sabe que aproximadamente el 15% (uno de cada seis) de los pacientes diabéticos de todo el mundo presentarán al menos una úlcera plantar a lo largo de su vida³⁻⁵, estimándose una incidencia anual del 2.4-2.6%, con una prevalencia del 4-10%⁶. Más del 25% de los ingresos hospitalarios de pacientes diabéticos están relacionados con la presencia de PD⁷. Entre el 14 y el 24% de los pacientes con esta entidad evolucionarán hacia la amputación⁸, siendo las úlceras plantares la causa del 80% de éstas y la más frecuente de amputación no traumática en los miembros inferiores^{9,10}. Esto ha producido que los centros de atención de urgencias, los hospitales y las clínicas de heridas estén llenos de pacientes con esta entidad, y ha dado pie al auge de la industria innovadora en terapias avanzadas y costosas, tales como los sustitutos de piel, los derivados de factores de crecimiento, el oxígeno hiperbárico, los apósticos biológicos, las herramientas para realizar desbridamientos ultrasónicos, la terapia de células madre, los antibióticos «potentes»¹¹⁻¹³, etc.

Los factores de riesgo identificados para presentar PD son la enfermedad vascular (15-20%) y la neuropatía periférica (60-70%)¹⁴, que, entre otras cosas, causa la pérdida de la sensibilidad y la deformidad estructural del pie, lo cual, aunado a la pérdida del cojinete graso, favorece que haya zonas de presión anormalmente alta con el calzado; se produce entonces un estrés mecánico¹⁵ (trauma repetitivo) que da como resultado zonas de hiperqueratosis, por las altas presiones plantares, y son éstas la causa principal de las úlceras en los pacientes diabéticos¹⁶⁻¹⁸. El tratamiento básico del PD consiste en el control de las comorbilidades (niveles de glucosa y enfermedad vascular), el desbridamiento, el manejo del exudado con los diferentes apósticos existentes, el manejo de la infección y la descarga del pie afectado. Un error común en el tratamiento básico es el método de descarga¹⁹, que tiene como resultado un retraso en la cicatrización. Para este fin proponemos el YCT, el

estándar de oro^{8,20-25} en la descarga del PD, que ha demostrado producir modificaciones en la histología de la úlcera, al pasar de un estado inflamatorio crónico y edematizado a una condición mucho mas evolutiva y reparadora²⁶. Este método ha tenido éxito en más del 70% de los casos²⁷, y hay evidencia que avala su eficacia²⁸. Hoy en día es utilizado como tratamiento de referencia por la Asociación Americana de Diabetes²⁹.

Yeso de contacto total

Brand, a mediados de la década de 1970, fue el primero en utilizar en EE.UU. un yeso para descargar el pie insensible en la enfermedad de Hansen³⁰, y le dio el nombre de *conformado de YCT*. Hoy conocido como YCT, consiste en un molde de yeso y fibra de vidrio mínimamente almohadillado que mantiene un contacto total con toda la planta del pie, el tobillo y la parte inferior de la pierna³¹; al inmovilizar la pierna, lleva a la cicatrización de las úlceras, por disminución de la fricción y redistribución de la presión plantar³²⁻³⁶, y permite la deambulación.

Mecanismo de acción

El YCT se moldea sobre el contorno del pie, desde la parte posterior del talón a través de la región del arco plantar, la región de los metatarsianos, alrededor de ellos e incluso sobre los dedos. Teniendo en cuenta que la presión se expresa en términos de fuerza o gramos sobre el área, si el área de soporte de peso se amplía, la presión por unidad de área de soporte de peso disminuye, y de esta manera la presión que se ha concentrado en la prominencia ósea se distribuye por toda la planta permitiendo la cicatrización. Los mecanismos por los cuales el YCT disminuye la carga del antepié son: transferencia de aproximadamente el 30% de la carga de la pierna directamente a la pared del yeso, mayor intercambio de carga proporcionada por el talón y eliminación de una superficie de soporte de carga de las cabezas de los metatarsianos gracias a la cavidad creada por la suave espuma que cubre la parte delantera del pie.

El YCT también elimina los movimientos de la articulación del tobillo en el plano sagital y la fase de propulsión de la marcha, reduciendo así la presión del antepié, normalmente presente con el despegue de los dedos durante la deambulación. Leibner demostró que uno de los mecanismos de actuación del YCT es mediante la descarga del yeso en su porción proximal,

debido a la reducción del movimiento del tobillo³⁷, lo cual explica parcialmente por qué las plantillas moldeadas y zapatos, sin importar lo ajustados que se encuentren a los pies, no reducen las cargas plantares tan eficazmente como un YCT.

El contacto extremo del YCT con la pierna y el pie también reduce la fricción que existe entre el zapato y el pie, eliminando así otro factor de riesgo para la presencia de PD. Así mismo, el YCT altera la marcha del paciente al requerir una longitud de paso menor y lleva al paciente a una disminución de la velocidad.

Ante el éxito terapéutico del YCT, se han creado algunas modalidades que presentan ciertas diferencias, como por ejemplo el yeso de contacto total removible (YCTR), el cual, como su nombre indica, el paciente puede quitarse y ponerse libremente, el YCTR más una capa de fibra de vidrio que lo hace inamovible (YCTRI) y el YCT-fácil, que se aplica en un tiempo mucho menor que el YCT. Las variantes no removibles del YCT (YCTRI y YCT-fácil) presentan la misma eficacia que el YCT.

Indicaciones del yeso de contacto total

El YCT está indicado en pacientes diabéticos con úlceras del antepié, el mediopié³⁸ o el retropié (las dos primeras presentan una velocidad de cierre mayor que las úlceras localizadas en el retropié³⁹); úlceras de grado IA o IIA de la Universidad de Texas (UT)⁴⁰⁻⁴²; úlceras de grado I y II de la clasificación de Wagner, con un flujo sanguíneo adecuado, presentando pulsos pedio y tibial posterior y un índice tobillo brazo (ITB) ≥ 0.7 ^{43,44}, aunque Sinacore, et al. refieren que puede usarse si el ITB es mayor a 0.4⁴⁵; úlceras no infectadas o con infección superficial²²; Eichenholtz en estadios I o II en el pie de Charcot, y en el postoperatorio quirúrgico de fracturas neuropáticas (inmovilización posquirúrgica de reducción abierta con fijación interna y para inmovilizar después de corregida alguna deformidad).

Contraindicaciones

El YCT está contraindicado en pacientes con infección profunda, osteomielitis y abscesos, isquemia valorada con ausencia de pulsos dorsal pedio y tibial posterior, ITB ≤ 0.4 ⁴⁵ y/o presión de oxígeno transcutánea < 60 mmHg, úlceras de grado III y IV de la clasificación de Wagner y que envuelvan hueso, tendón o cápsula articular, pacientes con deformidades

óseas graves, úlceras bilaterales, problemas visuales o de equilibrio²², dificultades motoras, dermatosis activa o alergia a algún componente del yeso.

Las contraindicaciones relativas incluyen ceguera, ataxia, obesidad y claustrofobia; en estos casos, las circunstancias individuales de cada paciente guiarán la decisión de emplear o no el YCT.

Complicaciones

La complicación más frecuente del uso del YCT son las úlceras por presión, presentes en el 28% de los casos. Ocurren si el yeso se afloja friccionando cualquier parte de la pierna al caminar y se suelen resolver a los pocos días de hacer la adaptación en el almohadillado del yeso. Para minimizar esta complicación el personal que aplique el YCT debe estar bien capacitado. Otra complicación son las infecciones, por lo que es importante estar alerta y retirar el YCT ante cualquier síntoma de infección sistémica (escalofríos, fiebre, náusea, vómito, etc.) para descartar una infección de la herida. También se puede presentar piel irritada (8%) y, en el caso de inmovilización prolongada, engarrotamiento articular e incluso anquilosis (7%)⁴⁶.

Colocación del yeso de contacto total

Es importante que el responsable de la colocación del YCT sea personal calificado y que el seguimiento del paciente sea estrecho para disminuir riesgos y evitar complicaciones.

El YCT se aplica de forma diferente a los demás yesos, ya que el almohadillado sólo se usa en la parte anterior de la tibia, el dorso del pie y los maléolos, logrando así el contacto estrecho con la pierna y el pie, y también se evitan las úlceras sobre las prominencias óseas. Se aplica con el paciente colocado en posición prona, con la pierna flexionada a 90° en relación con el muslo y el tobillo en posición neutra. De esta manera se relajan los músculos gastrocnemios obteniendo un contacto mejor con la pierna y el exceso de tejido blando se va hacia la rodilla, lo cual facilita el máximo uso del «efecto cono»; además, en esta posición, el doctor tiene más acceso a la planta, que es el área más importante, y se evita la formación de edema durante la aplicación.

Primero se cubre la herida con un apósito de esponja, luego se coloca el estoquinete de algodón sobre los pies y se extiende hasta la base de la rodilla, jalándolo en su parte distal para cubrir los dedos.



Figura 1. Yeso de contacto total colocado.

Posteriormente se coloca una almohadilla o molletón sobre la cara anterior de la tibia, el dorso del pie, la planta, el talón y los maléolos, para prevenir las úlceras por presión. Se recuesta al paciente en posición prona y se colocan dos vendas, la primera de yeso y la segunda de fibra de vidrio, en espiral, de distal a proximal, cubriendo los dedos y subiendo hasta 3 cm por debajo de la rodilla. La base del yeso se va moldeando cuidadosa e íntimamente con la planta del pie. Todos los dobleces realizados deberán quedar sobre el almohadillado. Posteriormente se forman dos férulas con fibra de vidrio sin humedecer que cubran desde los dedos hasta la parte proximal del yeso; al colocarlas una sobre la otra, se dobla el sobrante para llenar el arco plantar, y así la suela queda totalmente plana. Se fijan las férulas con una veda de fibra de vidrio colocada en forma de espiral. Se tiene que dejar secar el yeso durante 15 min, o hasta que este frío y duro. Finalmente, se coloca un zapato en mecedora para proteger el yeso (Fig. 1).

El primer cambio del YCT se realiza a los 3-4 días, que es cuando hay una mayor disminución del edema⁴⁷, y el yeso pierde su ajuste favoreciendo la fricción. Los cambios posteriores idealmente serán semanales o bien quincenales, si se usa el YCT en pie de Charcot. Puede ser que los pacientes cuyas úlceras presenten exudado abundante precisen cambios más frecuentes para evitar que la úlcera se macere; así mismo, los pacientes muy activos pueden necesitar cambios más frecuentes por deterioro del yeso⁴⁸.

La descarga debe mantenerse, como con cualquier otro método de descarga, durante una o dos semanas después de la cicatrización, para que el pie esté listo para cambiar a zapatos con plantillas especiales u ortosis.

Estudios que apoyan el uso del yeso de contacto total

El uso del YCT como método de descarga en las úlceras plantares del paciente diabético ha sido bien documentado en la literatura^{27,49-53} (Tabla 1). El YCT ha demostrado ser el método más costo-efectivo, ya que reduce significativamente el tiempo de cierre de dichas úlceras, con un tiempo promedio de cicatrización de 35-52 días en el 85-95% de los casos, y evita complicaciones a largo plazo, como infecciones, hospitalizaciones y amputaciones⁵⁴ (Fig. 2).

Tiempo de cicatrización con el uso del yeso de contacto total

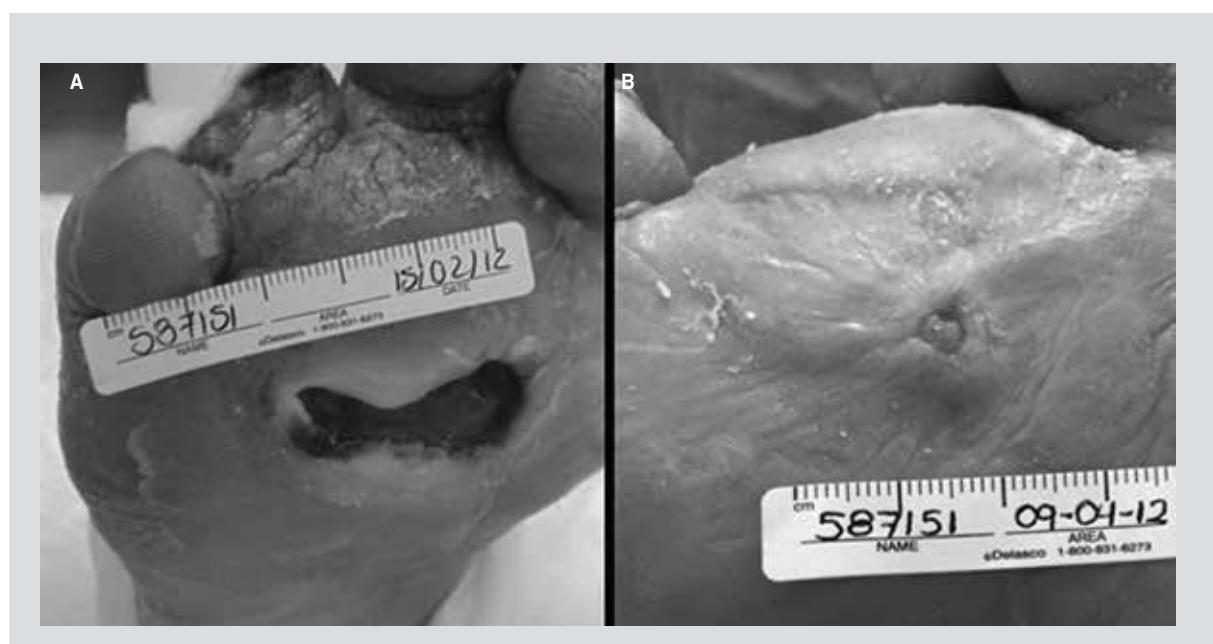
El tiempo de cicatrización de las úlceras neurológicas se reduce de manera significativa en los pacientes que usan el YCT en comparación con otros métodos de descarga. El YCT tiene un porcentaje de cicatrización del 88-94%^{41,42,55-58}, frente al 94%⁵⁹ del YCTR-I, el 94% del YCT-fácil^{57,58}, el 65%⁴⁰ del YCTR, el 63%⁵⁶ del zapato con plantilla, el 58% del zapato volado⁴¹, el 55%⁵⁵ del zapato con plantilla de tres espumas y el 31%⁴¹ del zapato con plantilla simple más la instrucción de «no apoyar el pie». El YCT presenta un tiempo medio de cicatrización de 28-65 días^{60,61}.

Además de la eficacia probada del YCT para disminuir el tiempo de cierre de las úlceras plantares, Fife⁶¹ y Wu⁶² demostraron que su costo es menor: en EE.UU. los pacientes tratados con YCT presentan un gasto de US\$ 11,946 por paciente, mientras que en los que no se utiliza el YCT como método de descarga los costos se elevan a US \$22,494 o más, según la modalidad empleada.

Pese a los estudios realizados y publicados, el YCT es muy poco utilizado por los médicos⁶³, no tan sólo en México, sino en todo el mundo. Fife, et al. determinaron que sólo se utiliza el YCT, o sus modalidades no removibles, como método de descarga en el 6% de los pacientes diabéticos con úlceras plantares⁶¹. Concluyeron que los factores que justifican su falta de uso son la tolerancia del paciente (55.3%), el tiempo necesario para aplicar el yeso (54.3%), los suministros y los problemas de personal cualificado (36.1%), el costo de los materiales (31.6%), los problemas de reembolso por parte de las instituciones públicas (27.5%), la familiaridad con el método de aplicación (25%) y la cobertura clínica (10.6%).

Tabla 1. Estudios clínicos que avalan la eficacia del YCT

Referencia	Modalidad de descarga	Tiempo de curación	Tipo de estudio	Porcentaje de cicatrización	Tipo de úlcera
Armstrong, et al. ⁴²	YCT	34 días	Estudio aleatorio controlado	90%	UT IA
	YCTR	50 días		65%	
	Zapato volado	61 días		58%	
Katz, et al. ⁵⁶	YCT	35 días	Estudio aleatorio controlado	93%	Wagner I y II
	YCT-fácil	28 días		94%	
Piaggesi, et al. ²⁶	YCT	45 días	Estudio aleatorio controlado	95%	UT IA/IIA
	Caminador para diabético	47 días		85%	
Mueller, et al. ⁴¹	YCT	42 días	Estudio aleatorio controlado	90%	UT IA/IIA
	Tratamiento tradicional (apóstitos)	65 días		32%	
Birke ⁶⁶	YCT	48 días	Estudio prospectivo cohorte	92%	Wagner I, II y III
	Apósito acolchado	36 días		93%	
	Zapato de rehabilitación	42 días		81%	
	Caminadora	51 días		83%	
Myerson, et al. ⁵⁷	YCT	Úlceras en antepié: 30 días Úlceras en retropié-mediopié: 63 días	Retrospectivo cohorte	90%	Wagner I y II
Walker, et al. ³⁹	YCT	Úlceras en antepié: 31 días Úlceras en retropié y mediopié: 42 días	Retrospectivo cohorte	No se reportó	Wagner I, II y III
Helm, et al. ⁴⁴	YCT	38 días	Retrospectivo cohorte	73%	Wagner I, II y III
Lavery, et al. ⁶⁷	YCT	Úlceras: 28 días Charcot: 38 días	Retrospectivo cohorte	100%	Wagner I y II, pie de Charcot
Ali, et al. ⁵³	YCT	Úlceras en antepié y mediopié: 32 días	Analítico	79%	Wagner II

**Figura 2.** A: Pie diabético Texas II A de un año de evolución sin respuesta al tratamiento (úlcera de 4.5 cm² de área). B: Tras 7 semanas de tratamiento, presenta un porcentaje de cambio de área de 95.5% y un índice de cicatrización de 0.79 (úlcera de 0.2 cm² de área).

Discusión

La reducción y la redistribución de la presión son un componente crítico en el manejo terapéutico de las úlceras plantares en el PD. El YCT ha demostrado ser el tratamiento ideal y con mayor efectividad para la descarga al reducir la presión plantar máxima en el sitio de la úlcera, logrando una tasa de cicatrización de úlceras de entre el 72 y el 100%, en un tiempo medio de 28 días, como demuestra Lavery⁵⁹, y un tiempo máximo de 65 días, según Myerson⁵⁷. También se ha comprobado su efectividad comparándolo con otras modalidades de descarga, tanto removibles como no removibles, y ha mostrado una diferencia en el porcentaje de cierre del 25-54% respecto a los removibles.

Con el uso del YCT los pacientes reducen de manera voluntaria sus actividades diarias, a diferencia de lo que ocurre con otros dispositivos de descarga, y esto facilita una cicatrización más rápida. De igual forma, el YCT, al ser no removible, favorece el apego absoluto al tratamiento³², cosa que no ocurre con los métodos de descarga que pueden ser removidos cuando el paciente lo desea (por comodidad, al bañarse, al dormir, al estar en casa, etc.). Por ello, a pesar de que tienen la misma función, se recomienda el uso del YCT antes que las modalidades de descarga removible.

Es difícil entender por qué encuestas recientes, tanto europeas como estadounidenses, muestran una gran discrepancia entre las directrices basadas en la evidencia y la práctica clínica habitual para la descarga del pie en úlceras neuropáticas. Muchos médicos continúan utilizando métodos que se sabe que no son eficaces, haciendo caso omiso de los que sí han demostrado eficacia. Peor aún, la práctica común cuando el paciente no responde al uso de apósticos convencionales para el control del exudado (usando descarga no óptima), en lugar de utilizar una terapia de descarga adecuada, como el YCT, recurren al uso de apósticos biotecnológicos costosos que no resuelven el problema de base. Se ha comprobado que el uso de YCT versus el desbridamiento más terapias avanzadas con bioingeniería presenta una velocidad de cierre mayor durante las primeras semanas⁶⁴. Esto es equivalente a la rápida aceleración de la cicatrización y el menor tiempo de cierre que se observa con el YCT. Un tiempo de 35 días a 5 semanas ha sido el punto establecido para el 90% de cierre. Ante esta diferencia alarmante, parece que el YCT es la primera opción para lograr el cierre de úlceras en el PD.

Por tal motivo, es de extrema importancia incluir dentro del tratamiento estándar una descarga efectiva, para así recurrir a las terapias avanzadas sólo en aquellos pacientes que bajo un tratamiento estándar «óptimo» no logren la cicatrización. La descarga ideal es la que logra disminuir las presiones plantares al máximo, y, hasta la fecha, el YCT ha demostrado brindar la menor presión plantar y la máxima redistribución en pacientes ambulatorios⁶⁵, logrando la cicatrización de las úlceras plantares y evitando complicaciones y amputaciones de los pacientes diabéticos.

Bibliografía

- Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R, King H. Global Prevalence of diabetes. Estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care*. 2004;27(5):1047-53.
- International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 5th ed. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation, 2011.
- Boulton J, Kirsner S, Vileikyte L. Neuropathic diabetic foot ulcers. *N Eng J Med*. 2004;351:48-55.
- Boulton A. The diabetic foot: a global view. *Diabetes Metab Res Rev*. 2000;16:2-5.
- Irkovska A. Care of patients with the diabetic foot syndrome based on an international consensus. *Cas Lek Cesk*. 2001;140(8):230-3.
- Mayfield J, Reiber G, Sanders L, Janisse D, Pogach L. Technical Review: Preventive foot care in people with diabetes. *Diabetes Care*. 1998;21:2161-77.
- Got I. Necessary multidisciplinary management of diabetic foot. *J Mal Vasc*. 2001;26:130-4.
- ADA Consensus Development Conference on Diabetic Foot Wound Care. *Diabetes Care*. 1999;22:1354-60.
- Boulton A, Armstrong D. Trials in neuropathic foot ulceration. *Diabetes Care*. 2003;26:2689-90.
- Margolis D, Malay D, Hoffstad O, et al. Incidence of diabetic foot ulcer and lower extremity amputation among Medicare beneficiaries, 2006 to 2008. Data Points 2. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality; 2011. AHRQ Publication No. 10(1)-EHC009-1-EF.
- Wu S, Marston W, Armstrong D. Wound care: the role of advanced healing technologies. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2010;100(5):385-94.
- Redekop W, McDonnell J, Verboom P, Lovas K, Kalo Z. The cost effectiveness of Apligraf treatment of diabetic foot ulcers. *Pharmacoeconomics*. 2003;21(16):1171-83.
- Vivas A, Choudhary S, Escandon J, Tang J, Lebrun E, Kirsner R. New therapies in treatment of diabetic foot ulcers: a review of clinical trials. *Surg Technol Int*. 2010;20:83-96.
- Khaodhia L, Dinh T, Schomacker K, et al. The use of medical hyperspectral technology to evaluate microcirculatory changes in diabetic foot ulcers and to predict clinical outcome. *Diabetes Care*. 2007;30: 903-10.
- Boulton A. The importance of abnormal foot pressure and gait in causation of foot ulcers. En: Connor H, Boulton A, Ward JD, eds. *The Foot in Diabetes*. 1.a ed. Chichester: John Wiley and Sons; 1987. p. 11-26.
- Veves A, Murray H, Young M, Boulton A. The risk of foot ulceration in diabetic patients with high foot pressure: a prospective study. *Diabetologia*. 1992;35:660-3.
- Pham H, Armstrong D, Harvey C, Harkless L, Giurini J, Veves A. Screening techniques to identify people at high risk for diabetic foot ulceration. *Diabetes Care*. 2000;23:606-11.
- Frykberg R, Lavery L, Pham H, Harvey C, Harkless L, Veves A. Role of neuropathy and high foot pressures in diabetic foot ulceration. *Diabetes Care*. 1998;21:1714-9.
- Shah S. Clinical and Economic Benefits of Healing Diabetic Foot Ulcers With a Rigid Total Contact Cast. *Wounds*. 2012;24(6):152-9.
- Boulton A. Pressure and the diabetic foot: clinical science and offloading techniques. *Am J Surg*. 2004;187:17S-24S.
- Hissink R, Manning H, VanBall J. The MABAL shoe, an alternative method in contact casting for the treatment of neuropathic diabetic foot ulcers. *Foot Ankle Int*. 2000;21(4):320-3.
- Nabuurs-Franssen M, Sleegers R, Hinjbert M, et al. Total contact casting of the diabetic foot in daily practice: a prospective follow up study. *Diabetes Care*. 2005;28:243-7.
- Armstrong DG, Lavery LA, Wu S, Boulton A. Evaluation of removable and removable cast walkers in the healing of diabetic foot wounds. *Diabetes Care*. 2005;28:551-4.

24. Armstrong DG, Lavery LA, Kimbriel HR, Nixon BP, Boulton A. Activity patterns of patients with diabetic foot ulceration. *Diabetes Care.* 2003;26:2595-7.
25. Rathur HM, Boulton A. Pathogenesis of foot ulcers and the need for offloading. *Horm Metab Res.* 2005;37(1):61-8.
26. Piaggesi A, Macchiarini S, Rizzo L, et al. An off-the-shelf instant contact casting device for the management of diabetic foot ulcers: a randomized prospective trial versus traditional fiber glass cast. *Diabetes Care.* 2007;30:586-90.
27. Tamir E, Heim M, Siev-Ner I. Total contact cast for management of neuropathic ulceration of the foot. *Harefuah.* 2006;145(2):152-5, 163.
28. Bus SA, Valk GD, Van Deursen RW, et al. The effectiveness of footwear and offloading interventions to prevent and heal foot ulcers and reduce plantar pressure in diabetes: a systematic review. *Diabetes Metab Res Rev.* 2008;24:162-80.
29. Brand PW. The insensitive foot. Disorders of the foot and ankle. Medical and Surgical Management. 2.a ed. Filadelfia: WB Saunders; 1991. p. 2170.
30. Sinacore DR, Mueller MJ, Diamond JE, Blair III VP, Drury D, Rose SJ. Diabetic plantar ulcers treated by total contact casting: a clinical report. *Phys Ther.* 1987;67:1543-9.
31. Burnett O. Total contact cast. *Clin Podiatr Med Surg.* 1987;4:471-9.
32. Armstrong DG, Short B, Espensen EH, Abu-Rumman PL, Nixon BP, Boulton A. Technique for fabrication of an «instant total contact cast» for treatment of neuropathic diabetic foot ulcers. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2002;92(7):405-8.
33. Wertsch JJ, Frank LW, Zhu H, Price MB, Harris GF, Alba HM. Plantar pressures with total contact casting. *J Rehabil Res Dev.* 1995;32(3):205-9.
34. Guzman B, Fisher G, Palladino SJ, Stavosky JW. Pressure-removing strategies in neuropathic ulcer therapy. An alternative to total contact casting. *Clin Podiatr Med Surg.* 1994;11(2):339-53.
35. Laing P. Diabetic foot ulce Am J Surg. 1994 Jan;167(1A):31S-36S.
36. Armstrong DG, Stacpoole-Shea S. Total contact cast and removable cast walkers. Mitigation of plantar heel pressure. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1999;89:50-3.
37. Leibner ED, Brodsky JW, Pollo FE, Baum BS, Edmonds BW. Unloading mechanism in the total contact cast. *Foot Ankle Int.* 2006;27(4):281-5.
38. Shaw JE, Hsi WL, Ulbrecht JS, Norkitis A, Becker MB, Cavanagh PR. The mechanism of plantar unloading in total contact casts: implications for design and clinical use. *Foot Ankle Int.* 1997;18(12):809-17.
39. Walker SC, Helm PA, Pullium G; Total contact casting and chronic diabetic neuropathic foot ulcerations: healing rates by wound location. *Arch Phys Med Rehabil.* 1987;68(4):217-21.
40. Piaggesi A. An Off-the-shelf instant contact casting device for the management of diabetic foot ulcers. *Diabetes Care.* 2007;30(3):586-90.
41. Mueller MJ. Total contact casting in treatment of diabetic plantar ulcers: controlled clinical trial. *Diabetes Care.* 1989;12(6):384-8.
42. Armstrong DG, Nguyen HC, Lavery LA. Off-loading the diabetic foot wound: A randomized clinical trial. *Diabetes Care.* 2001;24(6):1019-22.
43. Coleman W, Brand PW, Birke JA. The total contact cast. A therapy for plantar ulceration on insensitive feet. *J Am Podiatry Assoc.* 1984;74(11):548-52.
44. Helm PA, Walker SC, Pulliam G. Total contact casting in diabetic patient with neuropathic foot ulcerations. *Arch Phys Med Rehabil.* 1984;65:692-3.
45. Sinacore DR. Total contact casting in the treatment of diabetic neuropathic ulcers. En: O'Neal LW, ed. 4.a ed. St. Louis: Mosby; 1988. p. 273-92.
46. Sinacore DR. Total contact casting for diabetic neuropathic ulcers. *Phys Ther.* 1996;76(3):296-301.
47. McGill M, Collins P, Bolton T, Yue DK. Management of neuropathic ulceration. *J Wound Care.* 1996;5:52-4.
48. Bike JA, Patout CA. The total contact cast: an update and case study report. *Wounds.* 2000;12:26-31.
49. Huband MS, Carr JB. A simplified method of total contact for diabetic foot ulcers. *Contemp Orthop.* 1993;26(2):143-7.
50. Walker SC, Helm PA, Pullium G. Total-contact casting, sandals, and insoles. Construction and applications in a total foot-care program. *Clin Podiatr Med Surg.* 1995;12(1):63-73.
51. Baker RE. Total contact casting. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1995;85(3): 172-6.
52. Sinacore DA. Total contact casting for diabetic neuropathic ulcers. *Phys Ther.* 1996;76(3):296-301.
53. Ali R, Qureshi A, Yaqoob MY, Shakil M. Total contact cast for neuropathic diabetic foot ulcers. *J Coll Physicians Surg Pak.* 2008; 18(11):695-8.
54. Bike JA, Sims DS, Buford WL. Walking casts: effect on plantar foot pressures. *J Rehabil Dev.* 1985;22(3):18-22.
55. Muller MJ, Diamond JE, Sinacore DR, et al. Total contact casting in treatment of diabetic plantar ulcers. Controlled clinical trial. *Diabetes Care.* 1989;12(6):384-8.
56. Katz I, Harlan A, Miranda-Palma B, et al. A randomized trial of two irremovable offloading devices in the management of plantar neuropathic diabetic foot ulcers. *Diabetes Care.* 2005;28:555-9.
57. Myerson M, Papa J, Eaton K, Wilson K. The total-contact cast for management of neuropathic plantar ulceration of the foot. *J Bone Joint Surg Am.* 1992;74(2):261-9.
58. Wu SC, Crews RT, Armstrong DG. The pivotal role of offloading in the management of neuropathic foot ulceration. *Curr Diab Rep.* 2005; 5:423-9.
59. Armstrong DG, Lavery LA, Bushman TR. Peak foot pressures influence the healing time of diabetic foot ulcers treated with TCC. *J Rehabil Res Dev.* 1998;35:1-5.
60. Wu SC, Jensen JL, Weber AK, Robinson DE, Armstrong DG. Use of pressure offloading devices in diabetic foot ulcers: do we practice what we preach? *Diabetes Care.* 2008;31:2118-9.
61. Carter MJ, Fife CE, Thomson B, Walker D. Estimating the applicability of wound care randomized controlled trials to general wound care populations by estimating the percentage of individuals excluded from a typical wound-care population in such trials. *Adv Skin Wound Care.* 2009;22:316-24.
62. Caravaggio, Faglia E, DeGiglio R, Mantero M, Quarantiello A, Sommariva E. Effectiveness and safety of a non-removable fiberglass off-bearing cast versus a therapeutic shoe in the treatment of neuropathic foot ulcers: a randomized study. *Diabetes Care.* 2000;23:1746-51.
63. Fife CE, Carter MJ, Walker D. Why is it so hard to do the right thing in wound care? *Wound Repair Regen.* 2010;18:154-8.
64. Shah Sh. Clinical and Economic Benefits of Healing Diabetic Foot Ulcers With a Rigid Total Contact Cast. *Wounds.* 2012;24(6):152-9.
65. Fleischli JG, Lavery LA, Vela S, Ashry H, Lavery DC. Comparison strategies for reducing pressure at the site of neuropathic ulcers. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1997;87(10):466-72.
66. Birke JA, Pavich MA, Patout Jr CA, Horswell R. Comparison of forefoot ulcer healing using alternative off-loading methods in patients with diabetes mellitus. *Adv Skin Wound Care.* 2002;15(5):210-5.
67. Lavery LA, Armstrong DG, Walker SC. Healing rates of diabetic foot ulcers associated with midfoot fracture due to Charcot's arthropathy. *Diabet Med.* 1997;14(1):46-9.