J Crit Care Nurs. 2025 June;18(4):33-46

doi 10.30491/JCC.18.4.33 **Research Article**

Modern Approaches and Emerging Technologies in Wound Management: A Narrative Review

Fatemeh Ghasemi Fard[1], Mahdi Jafari- Oori[2]*

[1] Department of Occupational Therapy, Pediatric Neurorehabilitation Research Center, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran
[2] Nursing Care Research Center, Clinical Sciences Institute, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

* **Corresponding Author:** Mahdi Jafari- Oori, Nursing Care Research Center, Clinical Sciences Institute, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran. E-mail: m.jafarioori@gmail.com

How to Cite: Ghasemifard F, Jafari- Oori MH, Keikhaei Dehdezi B. Analysis of Factors Facilitating Burden of Care in Caregivers of Children with Hemophilia. J Crit Care Nurs. 2026;18(4):33-46. doi: 10.30491/JCC.18.4.33

Received: 15 May 2026 **Accepted:** 16 June 2026 **Online Published:** 27 June 2026

Abstract

Background & aim: Management of acute and chronic wounds remains a major healthcare challenge, exacerbated by the rising prevalence of chronic diseases and aging populations. In recent years, modern approaches and emerging technologies have played an increasingly important role in improving wound healing outcomes. This narrative review aimed to explore contemporary approaches and emerging technologies in wound management.
Methods: This narrative review was conducted through a comprehensive search of PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar, and Science Direct databases from 2010 to 2026. Studies addressing advanced wound care strategies, including mechanical, biological, pharmacological, and technology-based interventions, were included. Data were extracted and narratively synthesized.
Results: A total of 27 studies were included. Modern wound management strategies were categorized into four main domains: mechanical therapies (including negative pressure wound therapy, compression therapy, and energy-based modalities), biological approaches (including cellular and tissue-based products, platelet-rich plasma, and stem cell therapy), pharmacological treatments (including antimicrobials and oxygen therapy), and emerging technologies (including smart dressings and artificial intelligence). Most studies focused on chronic wounds, particularly diabetic foot ulcers and pressure injuries, highlighting a shift toward personalized and technology-driven wound care.
Conclusion: Future wound management appears to be moving toward integrated approaches combining biotechnology, tissue engineering, and artificial intelligence. Despite significant advances, challenges such as cost, accessibility, and limited high-quality evidence remain, underscoring the need for further clinical research.

Keywords: Wound Management, Chronic Wound, Advanced Wound Dressings, Negative Pressure Wound Therapy, Smart Dressings, Artificial Intelligence, Regenerative Medicine, Emerging Healthcare Technologies, Bioactive Dressings, Diabetic Foot Ulcer.

[Downloaded from mail.jccnursing.com on 2026-11-14]

[DOI: 10.30491/JCC.18.4.33]

Copyright © 2026 The Author(s). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/6.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

مجله پرستاری مراقبت‌های ویژه
مقاله پژوهشی
دوره ۱۸، شماره ٤، زمستان ۱۴۰۴
10.30491/JCC.18.4.33

رویکردهای مدرن و فناوری‌های نوظهور در مدیریت زخم: یک مطالعه بررسی روایی

فاطمه قاسمی فرد[۱]، مهدی جعفری عوری[۲*]

[۱] گروه کار درمانی، مرکز تحقیقات نوروتوانبخشی کودکان، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران
[۲] مرکز تحقیقات مراقبت‌های پرستاری، پژوهشکده علوم بالینی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج)، تهران، ایران

* **نویسنده مسئول:** مهدی جعفری عوری، مرکز تحقیقات مراقبت‌های پرستاری، پژوهشکده علوم بالینی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله، تهران، ایران. پست الکترونیک: m.jafarioori@gmail.com

دریافت مقاله: ۱۴۰۵/۰۲/۲۵ **پذیرش مقاله:** ۱۴۰۵/۰۳/۲۶ **انتشار مقاله:** ۱۴۰۵/۰۴/۰۶

چکیده

زمینه و هدف: مدیریت زخم‌های حاد و مزمن یکی از چالش‌های مهم نظام‌های سلامت است که با افزایش شیوع بیماری‌های مزمن و سالمندی جمعیت، اهمیت آن بیش از پیش افزایش یافته است. در سال‌های اخیر، رویکردهای نوین و فناوری‌های نوظهور نقش مهمی در بهبود روند ترمیم زخم و کاهش عوارض آن ایفا کرده‌اند. این مطالعه با هدف مرور روایتی رویکردهای مدرن و فناوری‌های نوین در مدیریت زخم انجام شد.

روش‌ها: این مطالعه یک مرور روایتی است که با جستجوی نظام‌مند در پایگاه‌های PubMed, Scopus، Web of Science، Google Scholar و Science Direct از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۶ انجام شد. مطالعات مرتبط با روش‌های نوین مدیریت زخم شامل پانسمان‌های پیشرفته، درمان‌های مکانیکی، بیولوژیک، دارویی و فناوری‌های نوین وارد مطالعه شدند. داده‌ها بصورت توصیفی و بر اساس تحلیل موضوعی استخراج و طبقه‌بندی شدند.

یافته‌ها: در مجموع ۲۷ مطالعه وارد تحلیل نهایی شدند. یافته‌ها نشان داد که مداخلات نوین مدیریت زخم در چهار طبقه اصلی شامل درمان‌های مکانیکی (مانند فشار منفی، درمان فشاری و روش‌های انرژی‌محور)، درمان‌های بیولوژیکی (محصولات مبتنی بر سلول و بافت، پلاسمای غنی از پلاکت و درمان با سلول‌های بنیادی)، درمان‌های دارویی (آنتی‌بیوتیک‌ها، عوامل موضعی و اکسیژن‌درمانی) و فناوری‌های نوین (پانسمان‌های نوین، پانسمان‌های هوشمند و هوش مصنوعی) قابل دسته‌بندی هستند. بیشترین مطالعات مربوط به زخم‌های مزمن به‌ویژه زخم پای دیابتی و زخم فشاری بودند و روند کلی نشان‌دهنده حرکت به سمت مراقبت شخصی‌سازی‌شده و فناوری‌محور است.

نتیجه‌گیری: یافته‌های این مرور نشان می‌دهد که آینده مدیریت زخم به سمت استفاده ترکیبی از فناوری‌های زیستی، مهندسی بافت و هوش مصنوعی در حال حرکت است. با وجود پیشرفت‌های قابل توجه، چالش‌هایی مانند هزینه، دسترسی محدود و کمبود شواهد با کیفیت همچنان پابرجاست و نیاز به مطالعات بالینی قوی‌تر وجود دارد.

کلیدواژه‌ها: مدیریت زخم، زخم مزمن، پانسمان‌های پیشرفته، درمان زخم با فشار منفی، پانسمان‌های هوشمند، هوش مصنوعی، پزشکی بازساختی، فناوری‌های نوین سلامت، پانسمان زیست‌فعال، زخم پای دیابتی.

مقدمه

مدیریت زخم همچنان یکی از چالش‌های مهم نظام‌های سلامت در سراسر جهان محسوب می‌شود؛ این موضوع علی‌رغم پیشرفت‌های چشمگیر علوم پزشکی و فناوری‌های مراقبت سلامت، همچنان بار قابل‌توجهی را بر بیماران، خانواده‌ها و سیستم‌های درمانی تحمیل می‌کند. زخم‌های حاد و مزمن می‌توانند منجر به درد، ناتوانی، کاهش کیفیت زندگی، بستری طولانی‌مدت، افزایش هزینه‌های درمانی و حتی مرگ شوند. در این میان، زخم‌های مزمن نظیر زخم پای دیابتی، آسیب فشاری، زخم‌های وریدی و زخم‌های ایسکمیک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند؛ زیرا به‌دلیل روند طولانی ترمیم، عفونت‌های مکرر و احتمال بالای قطع عضو، از پیچیده‌ترین مشکلات بالینی در حوزه مراقبت سلامت به شمار می‌روند. افزایش امید به زندگی، شیوع روزافزون دیابت، چاقی، بیماری‌های عروقی و سایر بیماری‌های مزمن، سبب افزایش قابل‌توجه بروز زخم‌های مزمن در دهه‌های اخیر شده است [۱].

[Downloaded from mail.jccnursing.com on 2026-11-14]
[DOI: 10.30491/JCC.18.4.33]

ترمیم طبیعی زخم یک فرایند زیستی پیچیده، پویا و هماهنگ است که شامل مراحل هموستاز، التهاب، تکثیر سلولی و بازسازی بافت می‌شود. در این روند، انواع سلول‌ها، فاکتورهای رشد، سیتوکین‌ها، پروتئین‌های ماتریکس خارج سلولی و پاسخ‌های عروقی با یکدیگر تعامل دارند تا ترمیم بافت به‌طور مؤثر انجام شود. با این حال، عواملی نظیر ایسکمی، عفونت، تشکیل بیوفیلم، التهاب مزمن، سوءتغذیه، نوروپاتی و بیماری‌های سیستمیک می‌توانند این فرایند را مختل کرده و منجر به ایجاد زخم‌های مزمن و غیرقابل ترمیم شوند [۲]. زخم‌های مزمن معمولاً با التهاب پایدار، افزایش فعالیت پروتئازها، کاهش آنژیوژنز، هیپوکسی بافتی و کلونیزاسیون میکروبی همراه هستند که این عوامل روند ترمیم را به‌طور قابل‌توجهی به تأخیر می‌اندازند و خطر بروز عوارضی همچون سپسیس و قطع عضو را افزایش می‌دهند [۳].

روش‌های سنتی مدیریت زخم عمدتاً بر اصولی نظیر شستشوی زخم، دبریدمان، کنترل عفونت، حفظ تعادل رطوبتی و استفاده از پانسمان‌های متداول تمرکز داشته‌اند. اگرچه این اقدامات همچنان پایه اصلی مراقبت از زخم را تشکیل می‌دهند، اما در بسیاری از زخم‌های پیچیده و مقاوم به درمان کافی نیستند. به همین دلیل، طی سال‌های اخیر توجه ویژه‌ای به توسعه روش‌های نوین درمانی و فناوری‌های پیشرفته در مدیریت زخم معطوف شده است؛ روش‌هایی که هدف آن‌ها تسریع ترمیم بافت، کاهش عوارض و بهبود پیامدهای بالینی بیماران است [۴].

یکی از مهم‌ترین پیشرفت‌ها در حوزه مدیریت نوین زخم، توسعه پانسمان‌های پیشرفته و زیست‌فعال است. این پانسمان‌ها شامل هیدروکلوئیدها، هیدروژل‌ها، آلژینات‌ها، هیدروفایبرها، فوم‌ها، پانسمان‌های ضدمیکروبی و پانسمان‌های بیولوژیک هستند که به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند تا محیط مرطوب مطلوب برای ترمیم زخم را فراهم کرده، دبریدمان اتولیتیک را تسهیل کنند، اگزودا را کنترل کرده و تکثیر سلولی و مهاجرت سلول‌ها را تقویت نمایند [۵]. علاوه بر این، کاربرد نانوفناوری در تولید پانسمان‌های نوین حاوی نانوذراتی نظیر نقره، زینک اکساید و کیتوزان، افق‌های جدیدی را در کنترل عفونت و تسریع ترمیم زخم ایجاد کرده است [۶].

از دیگر روش‌های نوین در مدیریت زخم می‌توان به درمان زخم با فشار منفی (Negative pressure wound therapy) (NPWT) اشاره کرد که امروزه به‌عنوان یکی از مؤثرترین مداخلات در درمان زخم‌های پیچیده شناخته می‌شود. این روش از طریق اعمال فشار زیر اتمسفری کنترل‌شده، موجب افزایش تشکیل بافت گرانوله، کاهش ادم، بهبود خون‌رسانی و تسریع انقباض زخم می‌شود [۷]. همچنین، درمان‌های بازساختی نظیر پلاسمای غنی از پلاکت (Platelet-Rich Plasma (PRP))، سلول‌های بنیادی، فاکتورهای رشد و پوست‌های مهندسی‌شده، به‌دلیل توانایی در تحریک آنژیوژنز، سنتز کلاژن و بازسازی بافت، توجه گسترده‌ای را در سال‌های اخیر به خود جلب کرده‌اند [۸].

در کنار پیشرفت‌های درمانی، فناوری‌های دیجیتال و هوش مصنوعی نیز تحول چشمگیری در ارزیابی و مدیریت زخم ایجاد کرده‌اند. استفاده از تله‌مدیسین و سامانه‌های مراقبت از راه دور زخم، امکان دسترسی بیماران به خدمات تخصصی را به‌ویژه در مناطق محروم و دورافتاده افزایش داده است. همچنین، سامانه‌های تصویربرداری هوشمند، الگوریتم‌های یادگیری ماشین و ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند در ارزیابی اندازه زخم، تشخیص نوع بافت، پیش‌بینی روند ترمیم و شناسایی زودهنگام عفونت نقش مهمی ایفا کنند [۹]. علاوه بر این، پانسمان‌های هوشمند مجهز به حسگرهای زیستی که قابلیت پایش پارامترهایی نظیر pH، دما، اکسیژن و میزان اگزودا را دارند، به‌عنوان نسل آینده مراقبت شخصی‌سازی‌شده از زخم مطرح شده‌اند [۱۰].

با وجود این پیشرفت‌های چشمگیر، چالش‌های متعددی همچنان در مسیر استفاده گسترده از فناوری‌های نوین مدیریت زخم وجود دارد. هزینه بالای برخی درمان‌ها، محدودیت دسترسی، کمبود شواهد باکیفیت، نبود پروتکل‌های استاندارد، مقاومت آنتی‌بیوتیکی و تفاوت زیرساخت‌های سلامت در کشورهای مختلف، از جمله موانع اصلی در پیاده‌سازی این فناوری‌ها در مراقبت بالینی محسوب می‌شوند [۱۱]. همچنین، تنوع گسترده محصولات و روش‌های درمانی موجود، انتخاب مناسب‌ترین رویکرد درمانی را برای متخصصان حوزه زخم با چالش مواجه کرده است.

با توجه به بار روبه‌رشد زخم‌های مزمن و پیشرفت سریع فناوری‌های مرتبط با ترمیم زخم، نیاز به مرور جامع و به‌روز در زمینه روش‌های نوین مدیریت زخم بیش از پیش احساس می‌شود. بنابراین، مطالعه مروری حاضر با هدف ارائه مروری جامع بر رویکردهای مدرن مدیریت زخم، شامل پانسمان‌های پیشرفته، درمان‌های بازساختی، فشار منفی، نانوفناوری، هوش مصنوعی، سامانه‌های هوشمند پایش زخم و مراقبت از راه دور طراحی شده است.

روش‌ها

پژوهش حاضر یک مرور روایتی (Narrative Review) است که با هدف بررسی جامع رویکردهای مدرن و فناوری‌های نوظهور در مدیریت زخم انجام شد. در این مطالعه تلاش شد جدیدترین شواهد علمی مرتبط با حوزه مراقبت از زخم، شامل پانسمان‌های پیشرفته، درمان با فشار منفی، فناوری‌های بازساختی، نانوفناوری، هوش مصنوعی، پانسمان‌های هوشمند و

[Downloaded from mail.jccnursing.com on 2026-11-14]

[DOI: 10.30491/JCC.18.4.33]

همچنین مراقبت از راه دور زخم مورد بررسی، تحلیل و تلفیق قرار گیرد تا تصویری جامع از وضعیت فعلی و روندهای آینده این حوزه ارائه شود.

راهبرد جستجوی منابع

برای شناسایی مطالعات مرتبط، جستجوی گسترده‌ای در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر بین‌المللی شامل PubMed/MEDLINE، Scopus، Web of Science، Google Scholar و Science Direct انجام شد. بازه زمانی جستجو از ژانویه ۲۰۱۰ تا مارس ۲۰۲۶ در نظر گرفته شد تا امکان پوشش حداکثری مطالعات مرتبط با فناوری‌های نوین فراهم شود.

راهبرد جستجو بر اساس ترکیبی از کلیدواژه‌های تخصصی و عبارات مرتبط با استفاده از عملگرهای بولی (AND, OR) طراحی شد.

از جمله کلیدواژه‌های اصلی مورد استفاده می‌توان به «Wound Management»، «Advanced Wound Care»، «Modern Wound Dressing»، «Negative Pressure Wound Therapy»، «Smart Dressings»، «Nanotechnology»، «Artificial Intelligence»، «Telemedicine»، «Regenerative Medicine»، «Stem Cell Therapy»، «Platelet-Rich Plasma»، «Chronic Wounds» و «Diabetic Foot Ulcer» اشاره کرد. به‌عنوان نمونه، در پایگاه PubMed از ترکیب جستجوی ("Wound Management" OR "Advanced Wound Care") AND ("Smart Dressings" OR "Nanotechnology" OR "Artificial Intelligence" OR "Negative Pressure Wound Therapy" OR "Regenerative Medicine") استفاده شد.

علاوه بر جستجوی الکترونیک، منابع مقالات منتخب نیز به‌صورت دستی بررسی شدند تا مطالعات مرتبطی که در جستجوی اولیه شناسایی نشده بودند نیز به مطالعه اضافه شوند و جامعیت مرور افزایش یابد.

معیارهای ورود و خروج مطالعات

مطالعاتی وارد مرور شدند که به زبان انگلیسی یا فارسی منتشر شده و به موضوع فناوری‌ها و روش‌های نوین در مدیریت زخم مرتبط بودند. همچنین انواع مختلف طراحی‌های پژوهشی شامل مطالعات مروری، کارآزمایی‌های بالینی، مطالعات تجربی و مطالعات آینده‌نگر در صورتی که به بررسی زخم‌های حاد یا مزمن از جمله زخم پای دیابتی، زخم فشاری، زخم‌های عروقی و سوختگی‌ها پرداخته بودند، در این مرور لحاظ شدند. شرط دیگر ورود، دسترسی به متن کامل مقاله بود تا امکان استخراج دقیق داده‌ها فراهم شود.

در مقابل، مطالعات تکراری، مقالاتی با دسترسی محدود به متن کامل، پژوهش‌هایی که صرفاً بر روش‌های سنتی و غیرنوین تمرکز داشتند، و همچنین نامه به سردبیر، خلاصه مقالات کنفرانس و گزارش‌های موردی یا مطالعات فاقد شواهد علمی کافی از روند بررسی حذف شدند. علاوه بر این، مقالاتی که با اهداف این مطالعه همخوانی نداشتند نیز کنار گذاشته شدند.

انتخاب مطالعات

فرآیند انتخاب مطالعات در چند مرحله انجام شد. ابتدا عناوین و چکیده مقالات شناسایی‌شده مورد بررسی قرار گرفت تا ارتباط اولیه آن‌ها با موضوع مطالعه تعیین شود. در ادامه، مقالاتی که بالقوه مرتبط تشخیص داده شدند، به‌صورت کامل مطالعه و ارزیابی شدند. در مواردی که درباره ارتباط مطالعه با اهداف پژوهش ابهام وجود داشت، متن کامل مقاله به‌طور دقیق بررسی شد و تصمیم نهایی درباره ورود یا عدم ورود آن به مرور اتخاذ شد.

استخراج داده‌ها

استخراج داده‌ها با استفاده از یک فرم استاندارد و ساختاریافته انجام شد. اطلاعات گردآوری‌شده از هر مطالعه شامل سال انجام مطالعه، نوع مطالعه، سطح شواهد مطالعه، حوزه اصلی و نوع طبقه درمانی مطالعه بود که به‌منظور تحلیل نهایی ثبت و طبقه‌بندی شد.

تحلیل و تلفیق داده‌ها

با توجه به ناهمگونی قابل توجه مطالعات از نظر طراحی پژوهش، نوع مداخلات، فناوری‌های مورد استفاده و پیامدهای ارزیابی‌شده، امکان انجام متاآنالیز وجود نداشت. از این‌رو، داده‌ها به‌صورت توصیفی و با رویکرد تحلیل موضوعی(Thematic Analysis) مورد بررسی قرار گرفتند. در این راستا، مطالعات بر اساس محورهای اصلی مرتبط با فناوری‌ها و رویکردهای نوین مدیریت زخم دسته‌بندی و تفسیر شدند تا الگوهای مفهومی و روندهای غالب در این حوزه استخراج شود.

ملاحظات اخلاقی

از آنجا که این مطالعه یک مرور روایتی مبتنی بر منابع منتشرشده است و هیچ‌گونه مداخله مستقیم بر روی انسان یا حیوان در آن انجام نشده، اخذ کد اخلاق پژوهش الزامی نبوده است. با این حال، اصول اخلاق پژوهش شامل رعایت امانت‌داری علمی، استناددهی صحیح به منابع و احترام به حقوق مالکیت فکری در تمامی مراحل انجام و نگارش مطالعه رعایت شده است.

یافته‌ها

در مجموع، بر اساس راهبرد جستجوی انجام‌شده در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر، تعداد ۲۷ مطالعه مرتبط وارد تحلیل نهایی شدند. این مطالعات عمدتاً شامل مرورهای نظام‌مند،

[Downloaded from mail.jccnursing.com on 2026-11-14]

[DOI: 10.30491/JCC.18.4.33]

مطالعات بالینی، کارآزمایی‌های تصادفی‌شده، مطالعات تجربی و مرورهای روایتی بودند. از نظر نوع شواهد، بیشترین سهم مربوط به مطالعات مروری و مرورهای نظام‌مند (حدود ۴۴ درصد) بود که نشان‌دهنده ماهیت در حال تکامل و فناوری‌محور حوزه مدیریت نوین زخم است. پس از آن، کارآزمایی‌های بالینی و مطالعات مداخله‌ای (حدود ۲۶ درصد) در رتبه بعدی قرار داشتند و نقش مهمی در ارزیابی اثربخشی مداخلات نوین مانند وکیوم تراپی زخم، درمان‌های فشاری و اکسیژن‌درمانی داشتند. همچنین مطالعات تجربی و آزمایشگاهی (حدود ۱۵ درصد) بیشتر در حوزه درمان‌های انرژی‌محور و فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی و پانسمان‌های هوشمند متمرکز بودند.

مطالعات اجماعی و راهنماها نیز (حدود ۱۵ درصد) بیشتر در تعریف استانداردهای مراقبت پایه و آستانه تصمیم‌گیری برای ورود به درمان‌های پیشرفته نقش داشتند. همچنین از نظر نوع زخم، اغلب مطالعات بر زخم‌های مزمن به‌ویژه زخم پای دیابتی، زخم فشاری و زخم وریدی تمرکز داشته‌اند و سهم زخم‌های حاد کمتر گزارش شده است. در جدول یک، ویژگی‌های کلی مطالعات واردشده در این مرور ارائه شده است (جدول یک).

جدول ۱. ویژگی‌های کلی مطالعات واردشده در مرور روایتی

رفرنس	سال	نوع مطالعه	طراحی/سطح شواهد	حوزه اصلی	طبقه درمانی در مقاله
(۱۱)	2019	مرور نظام‌مند	Systematic review	بار اقتصادی زخم مزمن	زمینه‌ای/اپیدمیولوژی
(۱۲)	2003	مطالعه آینده‌نگر	Prospective cohort	پیش‌بینی ترمیم زخم دیابتی	مراقبت پایه
(۱۳)	2010	اجماع/راهنمای بالینی	Consensus guideline	استاندارد درمان زخم نوروپاتیک	مراقبت پایه
(۱۴)	2024	مرور روایتی	Narrative review	هوش مصنوعی در زخم	فناوری نوین
(۱۵)	2021	مرور تحلیلی	Review	پانسمان‌های هوشمند	فناوری نوین
(۱۶)	2025	متاآنالیزRCT	Systematic review & meta-analysis	درمان با فشار منفی پوست	مکانیکی
(۱۷)	2025	مطالعه اجرایی	Implementation study	درمان فشاری	مکانیکی
(۱۸)	2025	مرور/مطالعه تجربی	Experimental review	تحریک الکتریکی	مکانیکی
(۱۹)	2025	فصل کتاب علمی	Book chapter	فوتوبیومدولاسیون (نوردرمانی)	مکانیکی
(۲۰)	2025	مطالعه مهندسی–کاربردی	Device-based study	اولتراسوند / پچ‌های الکتریکی	مکانیکی
(۲۱)	2026	راهنمای تخصصی	Expert consensus guideline	محصولات سلولی و بافتی	بیولوژیک
(۲۲)	2025	مرور روایتی	Narrative review	پانسمان‌های زیست‌فعال	بیولوژیک
(۲۳)	2023	مرور تحلیلی	Review	بیومواد	بیولوژیک
(۲۴)	2026	مرور تحلیلی	Analytical review	بیوداروها	دارویی
(۲۵)	2023	مرور سیستماتیک	Systematic review	هوش مصنوعی در زیست‌فناوری‌ها	فناوری نوین
(۲۶)	2023	مرور بالینی	Clinical review	غشای آمنیون	بیولوژیک
(۲۷)	2022	متاآنالیز	Systematic review/meta-analysis	پلاسمای غنی از پلاکت	بیولوژیک
(۲۸)	2024	مرور تخصصی	Narrative review	پیوند پوست	بیولوژیک
(۲۹)	2023	متاآنالیز	Systematic review/meta-analysis	زنوگرافت‌ها در سوختگی	بیولوژیک
(۳۰)	2023	مرور علمی	Review	فاکتورهای رشد	دارویی/بیولوژیک
(۳۱)	2024	مرور نظام‌مند	Systematic review	درمان با سلول‌های بنیادی	بیوتکنولوژی
(۳۲)	2020	مرور تخصصی	Clinical review	آنتی‌بیوتیک‌ها در زخم	دارویی
(۳۳)	2022	مطالعه مشاهده‌ای	Observational study	هیالورونیک اسید + کلاژناز	دارویی
(۳۴)	2025	مرور روایتی	Narrative review	اکسیژن‌درمانی پرفشار	اکسیژن‌درمانی
(۳۵)	2026	RCT	Randomized controlled trial	اکسیژن‌درمانی موضعی	اکسیژن‌درمانی
(۳۶)	2024	مرور تحلیلی	Review	پانسمان‌های پیشرفته	فناوری نوین
(۳۷)	2024	مرور روایتی	Narrative review	هوش مصنوعی در مراقبت از زخم	فناوری نوین

روش‌های نوین مدیریت و درمان زخم در طبقات درمان‌های مکانیکی (Mechanical Advanced Wound Care)، مدیریت زخم با فراورده‌های بیولوژیکی (Biological Advanced Wound Care)، مدیریت زخم با روش‌های دارویی (Chemical Pharmaceutical Advanced Wound Care) و مدیریت زخم با شیوه‌های فناوری‌های نوین (New Technology Advanced Wound Care) مانند پانسمان‌های نوین، پانسمان‌های هوشمند و هوش مصنوعی طبقه‌بندی شدند که در ادامه به ترتیب شرح داده می‌شوند.

مدیریت زخم با رویکردها و درمان‌های مکانیکی

درمان‌های مکانیکی شامل طیف گسترده‌ای از ابزارها و روش‌های درمانی هستند که در این گروه طبقه‌بندی می‌شوند. از

[Downloaded from mail.jccnursing.com on 2026-11-14]

[DOI: 10.30491/JCC.18.4.33]

مهم‌ترین این مداخلات می‌توان به درمان با فشار منفی زخم، درمان فشاری (Compression Therapy) و روش‌های مبتنی بر انرژی (Energy-Based Therapies) مانند تحریک الکتریکی (Electrical Stimulation)، نوردرمانی (Light Therapy/ Photobiomodulation) و اولتراسوند (Ultrasonic Therapy) اشاره کرد. این دسته از درمان‌ها با اثرگذاری بر فرآیند ترمیم زخم از طریق مکانیسم‌هایی مانند تحریک رگ‌زایی(Angiogenesi)، فعال‌سازی سلولی، کاهش بار میکروبی و بهبود جریان خون و پرفیوژن بافتی، موجب تسریع روند بهبود زخم می‌شوند [۳۵].

در ادامه، هر یک از روش‌ها به صورت جداگانه، در قالب پاراگراف علمی، همراه با مکانیسم اثر، روش اجرا و فرایند انجام ارائه شده است:

درمان با فشار منفی زخم

درمان با فشار منفی زخم یکی از روش‌های مکانیکی مؤثر در مدیریت زخم‌های پیچیده است که با اعمال یک فشار منفی کنترل‌شده از طریق یک سیستم پمپ و پانسمان فوم یا گاز استریل، محیطی بسته و تحت ساکشن ایجاد می‌کند. این روش با مکانیسم‌هایی همچون افزایش رگ‌زایی، تحریک تکثیر سلولی، کاهش بار میکروبی، تخلیه ترشحات و بهبود پرفیوژن بافتی موجب تسریع روند ترمیم زخم می‌شود. در فرایند اجرا، ابتدا دبریدمان و آماده‌سازی بستر زخم انجام شده، سپس فوم استریل داخل زخم قرار گرفته و با فیلم شفاف پوشانده می‌شود و در نهایت به دستگاه وکیوم متصل می‌شود. تنظیم فشار منفی معمولاً به‌صورت متناوب یا مداوم انجام شده و پانسمان در فواصل ۴۸ تا ۷۲ ساعت تعویض می‌شود [۱۶].

درمان فشاری

درمان فشاری عمدتاً در زخم‌های وریدی اندام تحتانی کاربرد دارد و با استفاده از بانداژهای چندلایه، جوراب‌های فشاری یا سیستم‌های پنوماتیک، فشار خارجی کنترل‌شده‌ای بر اندام اعمال می‌کند. مکانیسم اصلی این روش شامل کاهش فشار وریدی، بهبود بازگشت خون وریدی، کاهش ادم بین‌بافتی و افزایش اکسیژن‌رسانی به بافت است که در نهایت موجب تسریع ترمیم زخم می‌شود. در فرآیند اجرا، پس از ارزیابی وضعیت شریانی و رد ایسکمی شدید، بانداژ از ناحیه دیستال پا به سمت پروگزیمال به‌صورت یکنواخت و با فشار استاندارد اعمال می‌شود و معمولاً به‌صورت مداوم و روزانه یا هفتگی بسته به نوع سیستم فشاری تنظیم می‌شود [۱۷].

درمان‌های مبتنی بر انرژی

درمان‌های مبتنی بر انرژی شامل روش‌هایی مانند تحریک الکتریکی [۱۸]، نوردرمانی [۱۹] و اولتراسوند درمانی [۲۰] هستند که از طریق انتقال انرژی فیزیکی به بافت زخم عمل می‌کنند. این روش‌ها با مکانیسم‌هایی نظیر تحریک فعالیت سلولی، افزایش سنتز کلاژن، بهبود رگ‌زایی، کاهش التهاب و افزایش جریان خون موضعی موجب تسریع ترمیم زخم می‌شوند. در فرآیند اجرا، تحریک الکتریکی با استفاده از الکترودهای سطحی یا موضعی در اطراف زخم اعمال می‌شود، نوردرمانی با استفاده از منابع لیزر کم‌توان در طول‌موج مشخص انجام می‌گیرد و اولتراسوند درمانی نیز با پروب تماس مستقیم یا غیرتماسی بر روی بستر زخم به‌صورت جلسات منظم چند بار در هفته انجام می‌شود.

مدیریت زخم با فراورده‌های بیولوژیکی

فراورده های بیولوژیکی مورد استفاده در مدیرین زخم تحت عنوان محصولات سلولی و بافتی طبقه‌بندی می‌شود [۲۱]. از منظر ساختاری و کاربردی، محصولات سلولی و بافتی شامل طیف متنوعی از فناوری‌ها مانند مواد زیست‌فعال [۲۲]، ماتریکس‌ها و گرافت‌های بیوسنتز [۲۳]، زیست داروهای [۲۴] و زیست‌فناوری‌های نوین [۲۵] هستند. این روش‌ها با هدف تقلید یا بازسازی ساختار و عملکرد بافت طبیعی، از طریق ترکیب مواد نوین با سلول‌های زنده طراحی شده‌اند و نقش مهمی در بهبود ترمیم زخم‌های پیچیده و مزمن ایفا می‌کنند.

روش‌های پیشرفته مواد زیست‌فعال در مدیریت زخم

مواد زیست‌فعال به گروهی از محصولات اطلاق می‌شوند که منشأ آن‌ها مستقیماً از بافت‌های انسانی است و با هدف تحریک و تسریع فرآیند ترمیم زخم مورد استفاده قرار می‌گیرند. این دسته شامل فناوری‌های متنوعی مانند آلوگرافت‌های زنده کشت‌شده (Cultured Living Allografts) که گاهی با عنوان جایگزین‌های پوستی مهندسی‌شده نیز شناخته می‌شوند، غشای آمنیون/کوریون انسانی (Human Amnion/Chorion Membrane Allografts: HACMs) [۲۶] گرافت‌های پلاکتی اتولوگ [۲۷]، گرافت‌های اپیدرمال و ماتریکس‌های درمال اتولوگ [۲۸] است. مکانیسم اثر این محصولات عمدتاً مبتنی بر فراهم‌سازی محیطی زیست‌فعال برای ترمیم، انتقال فاکتورهای رشد، کاهش التهاب، تحریک مهاجرت و تکثیر سلولی و تسهیل تشکیل ماتریکس خارج سلولی است که در نهایت موجب تسریع اپی‌تلیالیزاسیون و بهبود بافتی در زخم‌های حاد و مزمن می‌شود.

روش‌های پیشرفته ماتریکس‌های بیوسنتز و زنوگرافت‌ها در مدیریت زخم

ماتریکس‌های بیوسنتز و زنوگرافت‌ها دسته‌ای از محصولات ترمیمی در مدیریت زخم هستند که یا به‌صورت مهندسی‌شده و مصنوعی تولید می‌شوند یا از بافت‌های حیوانی غیرانسانی، عمدتاً با منشأ گاوی یا خوکی، به دست می‌آیند. این فرآورده‌ها پس از طی مراحل حذف سلول‌ها (Decellularization) و استریلیزاسیون، ساختار سه‌بعدی غنی از کلاژن خود را حفظ

[Downloaded from mail.jccnursing.com on 2026-11-14]

[DOI: 10.30491/JCC.18.4.33]

می‌کنند و به‌عنوان یک داربست زیستی در بستر زخم مورد استفاده قرار می‌گیرند. عملکرد اصلی آن‌ها فراهم‌سازی یک چارچوب حمایتی برای چسبندگی و مهاجرت سلولی و هدایت فرآیند ترمیم از طریق تعامل دینامیک بین سلول‌ها و ماتریکس خارج سلولی است. این محصولات معمولاً به شکل لیوفیلیزه (خشک‌شده انجمادی) تهیه شده و پیش از استفاده نیازمند بازآبرسانی هستند. همچنین در بسیاری از موارد، کلاژن موجود در آن‌ها به‌صورت کراس‌لینک‌شده اصلاح می‌شود تا پایداری ساختاری و دوام عملکردی آن افزایش یابد و در نهایت به بهبود بازسازی بافتی در زخم‌های پیچیده و مزمن کمک کند [۲۹].

روش‌های پیشرفته زیست‌داروها در مدیریت زخم

زیست‌داروها گروهی از فرآورده‌های درمانی هستند که از نظر منشأ و ماهیت با داروهای شیمیایی سنتز شده تفاوت اساسی دارند. داروهای شیمیایی معمولاً به‌صورت ترکیبات سنتتیک یا ترکیبی از مواد فعال دارویی تولید می‌شوند، در حالی که زیست‌داروها عمدتاً از منابع زیستی به‌دست می‌آیند یا به‌طور مستقیم از فرآورده‌های بیولوژیک مانند خون و اجزای آن استخراج می‌شوند. این دسته شامل محصولات متنوعی از جمله واکسن‌ها، فرآورده‌های خونی، آلرژن‌ها، پروتئین‌های نوترکیب درمانی و فاکتورهای رشد است [۳۰] که اغلب به‌عنوان ماکرومولکول‌های درمانی عمل می‌کنند. برخلاف داروهای سنتتیک که مسیر تولید شیمیایی دارند، این گروه از طریق فرآیندهای زیستی یا مهندسی زیستی تولید شده و نقش مهمی در تنظیم پاسخ‌های ایمنی، تحریک ترمیم بافت و تسریع فرآیندهای بازسازی در زخم‌های پیچیده ایفا می‌کنند. نمونه‌های این محصولات فاکتورهای رشد، پلاسمای غنی از پلاکت هستند.

روش‌های پیشرفته زیست‌فناوری‌ها در مدیریت زخم

زیست‌فناوری‌ها به‌عنوان پیشرفته‌ترین گروه از درمان‌های بیولوژیک نوین در مدیریت زخم شامل انتقال ژن، درمان‌های مبتنی بر سلول‌های بنیادی و سایر فناوری‌های نوظهور و در حال توسعه هستند که عمدتاً هنوز در چارچوب مطالعات تحقیقاتی قرار داشته و کاربرد بالینی آن‌ها محدود است. اگرچه نتایج اولیه برخی مطالعات از نظر بهبود ترمیم زخم امیدوارکننده بوده‌اند، اما برای ادغام کامل این روش‌ها در الگوریتم‌های بالینی و نظام‌های پرداخت، شواهد بیشتری مورد نیاز است. در میان این روش‌ها، درمان با سلول‌های بنیادی [۳۱] یکی از مهم‌ترین رویکردها محسوب می‌شود که در آن سلول‌های بنیادی یا پیش‌ساز اتولوگ به‌طور مستقیم به بافت آسیب‌دیده منتقل می‌شوند تا از طریق تمایز به سلول‌های تخصصی مانند فیبروبلاست‌ها، سلول‌های اندوتلیال و میوسیت‌ها یا از طریق ترشح فاکتورهای پروآنژیوژنیک، فرآیند رگ‌زایی و ترمیم بافت را تقویت کنند. سلول‌های بنیادی دارای قابلیت خودنوسازی و تمایز هستند و در کاربردهای بالینی معمولاً از منابعی مانند مغز استخوان، بافت چربی یا خون استخراج شده و پس از جداسازی با روش‌های سانتریفیوژ با سرعت بالا، به‌صورت تزریق یا پیوند در ناحیه زخم استفاده می‌شوند.

مدیریت زخم با دارودرمانی شیمیایی

دارودرمانی شیمیایی در مدیریت زخم شامل استفاده از ترکیبات سنتتیک موضعی و سیستمیک با هدف کنترل عفونت، کاهش التهاب، مهار بار میکروبی و تسهیل روند ترمیم زخم است. این گروه عمدتاً شامل آنتی‌بیوتیک‌های موضعی و سیستمیک، عوامل ضد میکروبی، داروهای ضدالتهابی و ترکیبات آنزیمی دبریدمان می‌شود. آنتی‌بیوتیک‌هایی مانند موپیروسین، سیپروفلوکساسین و کلیندامایسین در کنترل عفونت زخم‌های آلوده و پیشگیری از گسترش عفونت کاربرد دارند، در حالی که ترکیبات ضد میکروبی نظیر نقره، پلی‌هگزانید (PHMB) (Polyhexanide Methyl Biguanide)، ید کادکسومر و سولفادیازین نقره با کاهش بار باکتریایی و مهار تشکیل بیوفیلم به بهبود بستر زخم کمک می‌کنند [۳۲]. علاوه بر این، داروهای آنزیمی مانند کلاژناز از طریق دبریدمان انتخابی بافت نکروتیک موجب آماده‌سازی بستر زخم برای ترمیم می‌شوند [۳۳]. این داروها بسته به نوع و شدت زخم، وضعیت عفونت و شرایط بالینی بیمار به‌صورت موضعی یا سیستمیک تجویز شده و نقش مهمی در کنترل عوارض و بهینه‌سازی فرآیند ترمیم زخم ایفا می‌کنند.

اکسیژن‌درمانی یکی از رویکردهای درمانی مهم در مدیریت زخم‌های حاد و مزمن است که اگرچه اکسیژن به‌طور طبیعی برای ادامه حیات و انجام فرایندهای زیستی ضروری است، اما زمانی که با اهداف درمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد، در دسته فرآورده‌های دارویی قرار می‌گیرد. اکسیژن نقش اساسی در متابولیسم سلولی، تولید انرژی، سنتز کلاژن، فعالیت فیبروبلاست‌ها و فرآیند رگ‌زایی دارد و کمبود آن می‌تواند روند ترمیم زخم را مختل کند. در حوزه درمان زخم، اکسیژن به‌صورت یک مداخله تجویزی و از طریق روش‌های مختلفی مانند اکسیژن‌درمانی پرفشار [۳۴] و سیستم‌های اکسیژن‌رسانی موضعی یا ترانس‌درمال [۳۵] استفاده می‌شود.

در روش اکسیژن‌درمانی پرفشار ، بیمار درون محفظه‌ای با فشار بالاتر از فشار اتمسفر قرار گرفته و اکسیژن خالص تنفس می‌کند که این امر موجب افزایش اکسیژن محلول در پلاسما، بهبود پرفیوژن بافتی، کاهش ادم، تقویت عملکرد سلول‌های ایمنی و تحریک رگ‌زایی می‌شود. علاوه بر آن، فناوری‌های موضعی انتقال اکسیژن نیز با افزایش اکسیژن‌رسانی مستقیم به بستر زخم، در بهبود ترمیم بافت و کنترل عفونت نقش دارند و به‌عنوان رویکردهای مکمل در مراقبت از زخم مورد توجه قرار گرفته‌اند.

[Downloaded from mail.jccnursing.com on 2026-11-14]

[DOI: 10.30491/JCC.18.4.33]

پانسمان‌های نوین و هوشمند

پانسمان‌های نوین یکی از مهم‌ترین اجزای رویکردهای نوین مدیریت زخم را تشکیل می‌دهند که در مطالعات واردشده به‌عنوان ابزارهای غیرتهاجمی با هدف ایجاد محیط مرطوب، کنترل اگزودا و تسهیل ترمیم بافتی مورد توجه قرار گرفته‌اند. این دسته شامل هیدروکلوئیدها، هیدروژل‌ها، آلژینات‌ها، فوم‌ها، هیدروفایبرها و پانسمان‌های زیست‌فعال است که با بهره‌گیری از ویژگی‌هایی مانند جذب کنترل‌شده ترشحات، حفظ رطوبت بهینه بستر زخم، کاهش درد هنگام تعویض پانسمان و حمایت از مهاجرت سلولی، روند ترمیم را تسریع می‌کنند. علاوه بر این، برخی از این پانسمان‌ها با ترکیبات ضدمیکروبی یا ساختارهای نانوفناورانه غنی‌سازی شده‌اند که نقش مهمی در کاهش بار میکروبی و پیشگیری از تشکیل بیوفیلم دارند. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که استفاده از پانسمان‌های نوین به‌ویژه در زخم‌های مزمن مانند زخم پای دیابتی و زخم فشاری، موجب بهبود کیفیت بستر زخم و افزایش نرخ ترمیم در مقایسه با پانسمان‌های سنتی شده است و به‌عنوان جزء اساسی مراقبت مدرن زخم در کنار سایر مداخلات درمانی مطرح هستند [۳۸]. پانسمان‌های هوشمند نسل نوینی از پانسمان‌های پیشرفته هستند که علاوه بر ایجاد محیط مرطوب برای ترمیم زخم، قابلیت پایش مداوم وضعیت زخم و پاسخ‌دهی به تغییرات موضعی را نیز دارند [۳۱]. این پانسمان‌ها با استفاده از حسگرهای زیستی و فناوری‌های نانو قادر به ارزیابی شاخص‌هایی مانند pH، دما، رطوبت، میزان ترشحات و بار میکروبی زخم بوده و در برخی موارد می‌توانند به‌صورت کنترل‌شده دارو یا عوامل ضد میکروبی را آزاد کنند. مکانیسم عملکرد آن‌ها مبتنی بر تشخیص زودهنگام تغییرات پاتولوژیک، کاهش خطر عفونت، بهینه‌سازی محیط زخم و شخصی‌سازی درمان است. این فناوری‌ها معمولاً به‌صورت پانسمان‌های هیدروژلی، نانوالیافی یا الکترونیکی طراحی شده و به‌ویژه در مدیریت زخم‌های مزمن، زخم پای دیابتی و زخم‌های مقاوم به درمان مورد توجه قرار گرفته‌اند [۳۶].

هوش مصنوعی در مدیریت زخم

هوش مصنوعی به‌عنوان یکی از فناوری‌های نوظهور در مدیریت زخم، نقش مهمی در بهبود ارزیابی، تشخیص، پیش‌بینی روند ترمیم و تصمیم‌گیری بالینی ایفا می‌کند. الگوریتم‌های مبتنی بر یادگیری ماشین و یادگیری عمیق قادرند تصاویر زخم را تحلیل کرده و ویژگی‌هایی مانند نوع بافت، میزان نکروز، علائم عفونت و تغییرات ابعاد زخم را با دقت بالا شناسایی کنند. این فناوری همچنین در پیش‌بینی احتمال بهبود زخم، انتخاب مناسب‌ترین مداخله درمانی و پایش روند ترمیم کاربرد دارد و می‌تواند خطای انسانی و وابستگی به ارزیابی ذهنی را کاهش دهد. بسیاری از سیستم‌های هوش مصنوعی با تلفیق تصویربرداری دیجیتال، اپلیکیشن‌های موبایل و تله‌مدیسین طراحی شده‌اند و امکان پایش از راه دور بیماران را نیز فراهم می‌کنند که این امر به‌ویژه در زخم‌های مزمن و بیماران با دسترسی محدود به خدمات تخصصی اهمیت دارد [۱۴،۳۷].

بحث

مدیریت پایه زخم به‌عنوان نخستین و اساسی‌ترین مرحله در مسیر درمان زخم‌های حاد و مزمن، شامل مجموعه‌ای از مداخلات استاندارد و مبتنی بر شواهد است که هدف آن آماده‌سازی بستر زخم برای ترمیم مؤثر است [۳۹]. این اقدامات شامل دبریدمان با هدف حذف بافت نکروتیک و بیوفیلم، کنترل بار میکروبی و عفونت برای کاهش تأخیر در ترمیم، کاهش فشار در زخم‌های فشاری و نوروپاتیک، کنترل ادم جهت بهبود پرفیوژن بافتی، و ایجاد محیط مرطوب برای تسهیل مهاجرت سلولی و اپی‌تلیالیزاسیون است. شواهد نشان می‌دهد که رعایت این اصول پایه، پیش‌نیاز موفقیت هرگونه مداخله پیشرفته در مدیریت زخم محسوب می‌شود و عدم اجرای صحیح آن‌ها می‌تواند اثربخشی درمان‌های نوین را به‌طور قابل توجهی کاهش دهد [۴۰]. در چارچوب الگوریتم‌های بالینی توصیه می‌شود که در صورت عدم کاهش حداقل ۵۰ درصدی سطح زخم طی ۴ هفته مراقبت استاندارد، باید بیمار به سمت استفاده از درمان‌های پیشرفته‌تر مانند پانسمان‌های نوین، درمان‌های بازساختی یا فناوری‌های نوظهور هدایت شود، زیرا این الگو به‌عنوان شاخص پیش‌بینی‌کننده تأخیر در ترمیم و عدم پاسخ به درمان پایه شناخته شده است [۱۲].

یافته‌های این مرور روایتی نشان داد که رویکردهای نوین مدیریت زخم را می‌توان در چهار طبقه اصلی شامل درمان‌های مکانیکی، فرآورده‌های بیولوژیکی، دارودرمانی و فناوری‌های نوین دیجیتال و هوشمند طبقه‌بندی کرد. این طبقه‌بندی تا حد زیادی با چارچوب مفهومی ارائه‌شده در کتاب اصول مراقبت از زخم [۴۰]. همخوانی دارد؛ به‌گونه‌ای که در آن نیز درمان‌های زخم بر اساس ماهیت مداخله، مکانیسم اثر و نوع فناوری مورد استفاده در گروه‌های مکانیکی، بیولوژیک، دارویی و فناوری‌های پیشرفته تقسیم‌بندی شده‌اند. چنین ساختاری می‌تواند درک منسجم‌تری از درمان‌های نوین زخم ایجاد کرده و انتخاب مداخلات مناسب را بر اساس نوع زخم، وضعیت بیمار و اهداف درمانی تسهیل کند. علاوه بر این، یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد که مدیریت زخم در سال‌های اخیر از رویکرد سنتی مبتنی بر پانسمان ساده فراتر رفته و به سمت مراقبت‌های چندرشته‌ای، مبتنی بر فناوری و شخصی‌سازی‌شده حرکت کرده است [۴۱،۴۲].

مطالعه حاضر از نظر ساختار مفهومی و طبقه‌بندی رویکردهای درمانی، با مقاله مروری Simona-Maria

[Downloaded from mail.jccnursing.com on 2026-11-14]

[DOI: 10.30491/JCC.18.4.33]

Tatarusanuو همکاران [۴۳] هم‌راستا است. در هر دو مطالعه، مدیریت نوین زخم فراتر از مراقبت سنتی در نظر گرفته شده و بر نقش فناوری‌های پیشرفته، مواد زیست‌فعال، پانسمان‌های هوشمند و رویکردهای بازساختی تأکید شده است. با این حال، مقاله حاضر دامنه گسترده‌تری از مداخلات را پوشش داده و علاوه بر هیدروژل‌ها و پانسمان‌های هوشمند، درمان‌های مکانیکی مانند درمان با فشار منفی زخم و پانسمان و بانداژ فشاری، درمان‌های مبتنی بر انرژی، اکسیژن‌درمانی، فرآورده‌های سلولی و بافتی، زیست‌فناوری‌ها، هوش مصنوعی و تله‌مدیسین را نیز در قالب یک طبقه‌بندی جامع بررسی کرده است. در مقابل، مطالعه Tatarusanu و همکاران بیشتر بر هیدروژل‌های هوشمند (Smart Hydrogels)، پلیمرهای زیستی و پانسمان‌های پاسخ‌دهنده به محرک‌ها تمرکز داشته و آن‌ها را به‌عنوان نسل آینده پانسمان‌های تعاملی معرفی کرده است. همچنین، هر دو مطالعه بر اهمیت شخصی‌سازی درمان، توسعه فناوری‌های پاسخ‌گو به شرایط زخم و ضرورت ادغام فناوری‌های نوظهور در مراقبت بالینی تأکید دارند، اما مطالعه حاضر با رویکردی بالینی‌تر، کاربردهای عملی و جایگاه هر فناوری را در الگوریتم جامع مدیریت زخم تحلیل کرده است. مقاله حاضر از نظر تبیین اصول پایه و رویکردهای درمانی مدیریت زخم، با مطالعه کلاسیک George Han و Roger Ceilley هم‌راستا است [۴]. هر دو مطالعه بر این نکته تأکید دارند که ترمیم زخم یک فرآیند زیستی پیچیده و چندعاملی است که در صورت اختلال در مراحل آن، منجر به زخم‌های مزمن و مقاوم به درمان می‌شود و بار قابل توجهی بر سیستم سلامت تحمیل می‌کند. با این حال، مقاله Han و Ceilley بیشتر بر فیزیولوژی ترمیم زخم و مرور درمان‌های مرسوم مانند دبریدمان، کنترل عفونت، پانسمان‌های پایه و اصول کلی مدیریت زخم تمرکز دارد، در حالی که مطالعه حاضر با رویکردی به‌روزتر، علاوه بر درمان‌های پایه، فناوری‌های نوظهور مانند پانسمان‌های هوشمند، هوش مصنوعی، درمان‌های بازساختی، نانوفناوری، اکسیژن‌درمانی و سیستم‌های تله‌مدیسین را نیز به‌صورت طبقه‌بندی‌شده و ساختارمند وارد تحلیل کرده است. در واقع، مقاله کلاسیک Han و Ceilley بیشتر نمایانگر نسل «مدیریت سنتی و فیزیولوژیک محور» است، در حالی که مطالعه حاضر نشان‌دهنده گذار به سمت «مدیریت دیجیتال، بازساختی و فناوری‌محور» در مراقبت از زخم است. این تفاوت نشان می‌دهد که رویکردهای جدید، ضمن حفظ اصول پایه مطرح‌شده در آن مقاله، دامنه مداخلات را به سطحی چندبعدی و شخصی‌سازی‌شده توسعه داده‌اند.

همچنین، مطالعه حاضر از نظر تمرکز بر هم‌افزایی نانوفناوری و مواد هوشمند در مدیریت زخم با مرور Simran Nasra [۴۴] و همکاران هم‌راستا است و در هر دو مطالعه، نانومواد، هیدروژل‌ها و پانسمان‌های هوشمند به‌عنوان محورهای اصلی نوآوری در مراقبت از زخم مطرح شده و نقش آن‌ها در بهبود رهایش دارو، افزایش خواص مکانیکی و تسریع ترمیم بافت مورد تأکید قرار گرفته است. با این حال، مرور مذکور عمدتاً بر سطح طراحی مواد و توسعه پانسمان‌های نوین متمرکز است و کمتر به سایر ابعاد درمانی مانند درمان‌های مکانیکی درمان با فشار منفی زخم و پانسمان و بانداژ فشاری، درمان‌های بازساختی، فرآورده‌های سلولی و بافتی، اکسیژن‌درمانی و فناوری‌های دیجیتال پرداخته است. در مقابل، مطالعه حاضر با رویکردی جامع‌تر، این فناوری‌ها را در کنار یکدیگر در قالب یک طبقه‌بندی چندسطحی و کاربردی در مدیریت زخم ادغام کرده و علاوه بر نوآوری‌های نانوفناورانه، به ابعاد بالینی و الگوریتم‌های تصمیم‌گیری درمان نیز توجه دارد. در مقایسه با مطالعه مرور Probstd و همکاران (۲۰۲۶) [۴۵] درباره پانسمان‌های هوشمند و پارامترهای زیستی قابل پایش، مطالعه حاضر هم‌راستا با یافته‌های آن در حوزه سنجش شاخص‌هایی مانند pH، دما، اکسیژن و بار میکروبی است. هر دو مطالعه بر نقش پانسمان‌های هوشمند در حرکت به سمت مراقبت شخصی‌سازی‌شده و پایش لحظه‌ای زخم تأکید دارند. با این حال، مطالعه مذکور بیشتر یک نقشه‌برداری از شواهد پیش‌بالینی و محدود بالینی ارائه می‌دهد و بر نیاز به کارآزمایی‌های بالینی تأکید می‌کند، در حالی که مطالعه حاضر علاوه بر معرفی این فناوری‌ها، آن‌ها را در یک چارچوب طبقه‌بندی‌شده در کنار سایر رویکردهای درمانی (مکانیکی، بیولوژیک، دارویی و دیجیتال) تحلیل کرده و ارتباط آن‌ها را با تصمیم‌گیری بالینی و الگوریتم‌های درمانی روشن‌تر می‌سازد.

در حوزه درمان‌های مکانیکی، یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که روش درمان با فشار منفی زخم همچنان یکی از مؤثرترین مداخلات در درمان زخم‌های پیچیده و زخم‌های پس از پیوند پوست محسوب می‌شود. مطالعه Lee و همکاران در متاآنالیز کارآزمایی‌های تصادفی‌شده نشان داد که روش درمان با فشار منفی زخم موجب افزایش میزان موفقیت پیوند، کاهش تجمع مایعات و تسریع تشکیل بافت گرانوله می‌شود [۱۶]. این یافته‌ها با مرور جامع Anghel و همکاران (۲۰۱۶) نیز همسو است که مکانیسم‌های اصلی روش درمان با فشار منفی زخم را شامل بهبود پرفیوژن، کاهش ادم و تحریک میکرودفرمیشن سلولی معرفی کردند [۷]. در کنار آن، درمان فشاری همچنان استاندارد طلایی درمان زخم‌های وریدی محسوب می‌شود و مطالعه Ruiz و همکاران نیز اثربخشی آن را در کاهش ادم و بهبود بازگشت وریدی تأیید کرد [۱۷]. همچنین درمان‌های مبتنی بر انرژی نظیر تحریک الکتریکی، فوتوبیومدولاسیون و اولتراسوند در مطالعات اخیر نتایج امیدوارکننده‌ای در تحریک رگ‌زایی، افزایش سنتز کلاژن و بهبود فعالیت سلولی نشان داده‌اند [۴۶]. با این حال، تفاوت در پروتکل‌های درمانی، مدت

[Downloaded from mail.jccnursing.com on 2026-11-14]

[DOI: 10.30491/JCC.18.4.33]

جلسات و شدت انرژی اعمال‌شده، مقایسه مستقیم نتایج مطالعات را دشوار کرده و نیاز به استانداردسازی بیشتر را برجسته می‌کند.

در زمینه فرآورده‌های بیولوژیکی، یافته‌های این مرور نشان داد که استفاده از محصولات سلولی و بافتی، پلاسمای غنی از پلاکت، غشاهای آمنیونی، ماتریکس‌های زیستی و سلول‌های بنیادی در سال‌های اخیر رشد قابل‌توجهی داشته است. مطالعه Meznericsو همکاران در متاآنالیز خود نشان داد که پلاسمای غنی از پلاکت می‌تواند سرعت ترمیم زخم‌های مزمن را افزایش دهد و احتمال بسته‌شدن کامل زخم را بهبود بخشد [۲۷]. همچنین Ingraldi و همکاران نقش غشاهای مشتق از آمنیون را در کاهش التهاب و تحریک بازسازی بافتی برجسته کردند [۲۶]. مرور Farabi و همکاران نیز نشان داد که سلول‌های بنیادی، به‌ویژه سلول‌های مشتق از مغز استخوان و بافت چربی، از طریق ترشح فاکتورهای پروآنژیوژنیک و تمایز سلولی، ظرفیت بالایی در ترمیم زخم دارند [۳۱]. یافته‌های مطالعه حاضر با این شواهد همسو بوده و نشان می‌دهد که درمان‌های بیولوژیک می‌توانند در زخم‌های مقاوم به درمان نقش مکمل یا حتی جایگزین درمان‌های مرسوم را ایفا کنند. با این وجود، هزینه بالا، محدودیت دسترسی و نبود راهنماهای استاندارد از چالش‌های اصلی استفاده گسترده این درمان‌ها است. مطالعه حاضر همچنین نشان داد که دارودرمانی و کنترل عفونت همچنان بخش جدایی‌ناپذیر مدیریت زخم محسوب می‌شوند.

در مطالعه Caldwell در مرور خود تأکید کرد که کنترل بار میکروبی و مدیریت بیوفیلم برای پیشگیری از مزمن‌شدن زخم ضروری است و استفاده منطقی از آنتی‌بیوتیک‌ها باید بر اساس شواهد بالینی و میکروبیولوژیک انجام شود [۳۲]. علاوه بر این، De Francesco و همکاران نشان دادند که ترکیب هیالورونیک اسید و کلاژناز می‌تواند از طریق دبریدمان انتخابی و بهبود محیط زخم، ترمیم زخم‌های مزمن سخت‌درمان را تسریع کند [۱۴]. در زمینه اکسیژن‌درمانی نیز، مرور Sahay و Kwak نشان داد که درمان با اکسیژن پرفشار می‌تواند در برخی بیماران مبتلا به زخم پای دیابتی و زخم‌های ایسکمیک، میزان ترمیم را افزایش دهد [۳۴]. همچنین مطالعه Zhu و همکاران نشان داد که اکسیژن‌درمانی موضعی مداوم نیز می‌تواند رویکردی مؤثر و کم‌تهاجمی در بهبود زخم‌های مزمن باشد [۳۵]. با وجود این، شواهد موجود هنوز درباره اثربخشی قطعی برخی درمان‌های دارویی و اکسیژن‌درمانی متناقض است و انجام کارآزمایی‌های بالینی بزرگ‌تر ضروری به نظر می‌رسد.

یکی از مهم‌ترین یافته‌های مطالعه حاضر، رشد سریع فناوری‌های دیجیتال و هوشمند در مدیریت زخم بود. مرورهای Ganesan و همکاران [۱۴] و Rippon و همکاران [۳۷] نشان دادند که الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند در تحلیل تصاویر زخم، تشخیص نوع بافت، اندازه‌گیری ابعاد زخم و پیش‌بینی روند ترمیم عملکرد قابل‌قبولی داشته باشند. همچنین Liu و همکاران تأکید کردند که ترکیب هوش مصنوعی با سامانه‌های تصویربرداری و تله‌مدیسین می‌تواند دقت ارزیابی زخم و دسترسی بیماران به مراقبت تخصصی را افزایش دهد [۹]. در همین راستا، پانسمان‌های هوشمند معرفی‌شده در مطالعات Mostafalu و Farahani قابلیت پایش مداوم pH، دما و میزان ترشحات زخم را فراهم کرده و امکان آزادسازی کنترل‌شده دارو را نیز ایجاد کرده‌اند [۱۰،۱۵]. در مقایسه با مرورهای قبلی که عمدتاً بر یک فناوری خاص تمرکز داشتند، مطالعه حاضر تلاش کرد نقش تلفیقی هوش مصنوعی، تله‌مدیسین و پانسمان‌های هوشمند را در حرکت به سمت مراقبت شخصی‌سازی‌شده از زخم تحلیل کند. با این حال، محدودیت زیرساخت‌های دیجیتال، هزینه تجهیزات، مسائل امنیت داده و نیاز به اعتبارسنجی بالینی بیشتر همچنان از موانع مهم پیاده‌سازی این فناوری‌ها در بسیاری از کشورها محسوب می‌شود.

در مجموع، یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد که مدیریت مدرن زخم در حال حرکت به سمت تلفیق درمان‌های مکانیکی، بیولوژیکی، دارویی و فناوری‌های هوشمند است و آینده مراقبت از زخم به‌سمت درمان‌های شخصی‌سازی‌شده، داده‌محور و مبتنی بر فناوری پیش خواهد رفت. اگرچه بسیاری از فناوری‌های نوین نتایج امیدوارکننده‌ای را نشان داده‌اند، اما برای ادغام مؤثر آن‌ها در راهنماهای بالینی، همچنان به کارآزمایی‌های بالینی با کیفیت بالا، ارزیابی هزینه- اثربخشی، توسعه پروتکل‌های استاندارد و آموزش تخصصی درمانگران نیاز وجود دارد.

با وجود رویکرد های نوین درمان، چالش‌های به‌کارگیری آنها در مدیریت زخم بیماران چندوجهی بوده و ترکیبی از موانع ساختاری، اقتصادی، آموزشی و فناورانه را شامل می‌شود. در سطح جهانی، مطالعات نشان می‌دهند که کمبود نیروی انسانی آموزش‌دیده، افزایش هزینه‌های مراقبت، عدم دسترسی یکنواخت به فناوری‌های پیشرفته و ضعف در یکپارچگی مسیرهای مراقبتی از مهم‌ترین موانع اجرای مؤثر درمان‌های نوین زخم هستند. همچنین، نبود پروتکل‌های استاندارد و ناهمگونی شواهد بالینی در مورد اثربخشی برخی فناوری‌های نوظهور مانند پانسمان‌های هوشمند و درمان‌های دیجیتال، موجب کندی پذیرش آن‌ها در عمل بالینی شده است [۴۲،۴۷،۴۸].

در ایران نیز علاوه بر چالش‌های فوق، محدودیت منابع مالی، پوشش ناکافی بیمه‌ای برای درمان‌های پیشرفته، ضعف زیرساخت‌های تله‌مدیسین و دسترسی محدود به تجهیزات نوین، از موانع اصلی به‌کارگیری این فناوری‌ها محسوب می‌شوند.

[Downloaded from mail.jccnursing.com on 2026-11-14]

[DOI: 10.30491/JCC.18.4.33]

همچنین، کمبود آموزش تخصصی در حوزه زخم و نبود سیاست‌گذاری منسجم ملی در زمینه مراقبت پیشرفته از زخم، سبب شده است که فاصله قابل‌توجهی میان شواهد علمی و اجرای بالینی در کشور وجود داشته باشد [۴۹-۵۱]. مجموع این عوامل نشان می‌دهد که برای بهره‌برداری مؤثر از فناوری‌های نوین، علاوه بر توسعه علمی، اصلاح نظام پرداخت، آموزش نیروی انسانی و تقویت زیرساخت‌های دیجیتال سلامت ضروری است.

محدودیت‌های مطالعه

این مطالعه با وجود تلاش برای ارائه یک مرور جامع و ساختاریافته از رویکردهای نوین مدیریت زخم، دارای محدودیت‌هایی است که باید در تفسیر نتایج مورد توجه قرار گیرد. نخست، ماهیت روایتی مطالعه باعث می‌شود که امکان انجام سنتز کمی و متاآنالیز وجود نداشته باشد و نتایج عمدتاً مبتنی بر تحلیل توصیفی باشند. دوم، احتمال سوگیری انتخاب مطالعات (Selection Bias) به دلیل استفاده از منابع منتخب و عدم اجرای جستجوی کاملاً سیستماتیک وجود دارد. سوم، محدودیت زبان (انگلیسی و فارسی) می‌تواند منجر به حذف برخی مطالعات مرتبط به زبان‌های دیگر شده باشد. همچنین، سرعت بالای پیشرفت فناوری‌های مرتبط با مدیریت زخم موجب می‌شود که برخی نوآوری‌های بسیار جدید در بازه زمانی جستجو قرار نگرفته باشند. در نهایت، ناهمگونی قابل توجه در طراحی مطالعات، نوع مداخلات و پیامدهای گزارش‌شده، امکان مقایسه مستقیم میان فناوری‌های مختلف را محدود کرده است.

نتیجه‌گیری

یافته‌های این مرور نشان می‌دهد که مدیریت زخم در دهه اخیر از یک رویکرد صرفاً مبتنی بر مراقبت پایه به یک حوزه چندبعدی، فناوری‌محور و شخصی‌سازی‌شده تحول یافته است. در این راستا، ترکیب درمان‌های پایه (مانند دبریدمان، کنترل عفونت و مدیریت رطوبت) با رویکردهای پیشرفته شامل پانسمان‌های هوشمند، درمان‌های بازساختی، فناوری‌های مبتنی بر انرژی، نانوفناوری و هوش مصنوعی، افق‌های جدیدی را در بهبود نتایج بالینی ایجاد کرده است. با این حال، موفقیت این فناوری‌ها به شدت وابسته به رعایت اصول پایه مراقبت از زخم و انتخاب صحیح بیمار است. همچنین، شواهد نشان می‌دهد که علی‌رغم پیشرفت‌های قابل توجه، هنوز شکاف میان توسعه فناوری و کاربرد بالینی آن وجود دارد و بسیاری از روش‌های نوین نیازمند شواهد قوی‌تر برای اثبات اثربخشی و مقرون‌به‌صرفه بودن هستند. بنابراین، حرکت به سمت یکپارچه‌سازی مراقبت استاندارد و فناوری‌های نوین، مسیر آینده مدیریت زخم را شکل خواهد داد. با توجه به نتایج این مطالعه، پیشنهاد می‌شود در سطح پژوهشی، مطالعات بالینی با کیفیت بالا و کارآزمایی‌های تصادفی‌شده بیشتری برای ارزیابی اثربخشی واقعی فناوری‌های نوین مانند پانسمان‌های هوشمند، درمان‌های بازساختی و سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی انجام شود. در سطح بالینی، تدوین پروتکل‌های استاندارد و الگوریتم‌های تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد برای انتخاب روش درمانی مناسب ضروری است. همچنین، آموزش تخصصی کادر درمان در زمینه فناوری‌های نوین مدیریت زخم باید تقویت شود تا فاصله میان علم و عمل کاهش یابد. در سطح نظام سلامت، توسعه زیرساخت‌های تله‌مدیسین، حمایت بیمه‌ای از درمان‌های نوین و ایجاد مسیرهای بالینی یکپارچه برای مدیریت زخم‌های مزمن می‌تواند نقش مهمی در ارتقای کیفیت مراقبت داشته باشد. در نهایت، پیشنهاد می‌شود رویکردهای چندرشته‌ای (Multidisciplinary Approach) در مدیریت زخم به‌صورت ساختاریافته در نظام سلامت نهادینه شوند تا اثربخشی درمان و رضایت بیماران افزایش یابد.

تقدیر و تشکر

به این وسیله نویسندگان از واحد توسعه و تحقیقات بالینی بیمارستان بقیه‌الله الاعظم (عج) (Clinical Research and Development Units of Baqiyatallah Hospital) بابت حمایت‌های روش‌شناسی تقدیر و تشکر می‌کنند و همچنین از تمام نویسندگان مقالات مورد استفاده در پژوهش حاضر قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

نگارندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچگونه تعارض منافعی در ارتباط با این پژوهش وجود ندارد.

منابع

1. Sen CK. Human wounds and its burden: an updated compendium of estimates. SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA; 2019. P. 39-48. doi:10.1089/wound.2019.0946
2. Rodrigues M, Kosaric N, Bonham CA, Gurtner GC. Wound healing: a cellular perspective. Physiological reviews. 2018. doi:10.1152/physrev.00067.2017
3. Frykberg RG, Banks J. Challenges in the treatment of chronic wounds. Advances in wound care. 2015;4(9):560-82. doi: 10.1089/wound.2015.0635
4. Han G, Ceilley R. Chronic wound healing: a review of current management and treatments. Advances in therapy. 2017;34(3):599-610. doi: 10.1007/s12325-017-0478-y

[Downloaded from mail.jccnursing.com on 2026-11-14]

[DOI: 10.30491/JCC.18.4.33]

5. Dabiri G, Damstetter E, Phillips T. Choosing a wound dressing based on common wound characteristics. Advances in wound care. 2016;5(1):32-41. doi:10.1089/wound.2014.0586
6. Mihai MM, Dima MB, Dima B, Holban AM. Nanomaterials for wound healing and infection control. Materials. 2019;12(13):2176 doi:10.3390/ma12132176
7. Anghel EL, Kim PJ. Negative-pressure wound therapy: a comprehensive review of the evidence. Plastic and reconstructive surgery. 2016;138(3S):129S-37S doi:10.1097/prs. 0000000000002645
8. Amini-Nik S, Yousuf Y, Jeschke MG. Scar management in burn injuries using drug delivery and molecular signaling: current treatments and future directions. Advanced drug delivery reviews. 2018;123:135-54 doi:10.1016/j.addr.2017.07.017
9. Liu H, Sun W, Cai W, Luo K, Lu C, Jin A, et al. Current status, challenges, and prospects of artificial intelligence applications in wound repair theranostics. Theranostics. 2025;15(5):1662 doi:10.7150/thno.105109.
10. Mostafalu P, Tamayol A, Rahimi R, Ochoa M, Khalilpour A, Kiaee G, et al. Smart bandage for monitoring and treatment of chronic wounds. Small. 2018;14(33):1703509 doi: 10.1002/smll.201703509
11. Olsson M, Järbrink K, Divakar U, Bajpai R, Upton Z, Schmidtchen A, et al. The humanistic and economic burden of chronic wounds: A systematic review. Wound repair and regeneration. 2019;27(1):114-25 doi: 10.1111/wrr.12683
12. Sheehan P, Jones P, Caselli A, Giurini JM, Veves A. Percent change in wound area of diabetic foot ulcers over a 4-week period is a robust predictor of complete healing in a 12-week prospective trial. Diabetes care. 2003;26(6):1879-82 doi:10.2337/diacare. 26.6.1879
13. Snyder RJ, Kirsner RS, Warriner 3rd RA, Lavery LA, Hanft JR, Sheehan P. Consensus recommendations on advancing the standard of care for treating neuropathic foot ulcers in patients with diabetes: HMP Communications; 2010.
14. Ganesan O, Morris MX, Guo L, Orgill D. A review of artificial intelligence in wound care. Artificial Intelligence Surgery. 2024;4(4):364-75 doi.10.20517/ais.2024.68
15. Farahani M, Shafiee A. Wound healing: from passive to smart dressings. Advanced Healthcare Materials. 2021;10(16):2100477 doi: 10.1002/adhm.202100477
16. Lee S-YC, Bayan L, Sato A, Vankayalapati DK, Antoniou V, Shami MZ, et al. Benefits of negative pressure wound therapy in skin grafts: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery. 2025;102:204-17 doi:10.1016/j.bjps.2025.01.036
17. Ruiz MJS, Moll NV, Gálvez MM, Jiménez MG, Muñoz LA. Compression therapy in patients with venous leg ulcers: a best practice implementation project. JBI Evidence Implementation. 2025;23(3):256-64 doi: 10.1097/xeb.0000000000000433
18. Peng Q, Qian Y, Xiao X, Gao F, Ren G, Pennisi CP. Advancing chronic wound healing through electrical stimulation and adipose-derived stem cells. Advanced Healthcare Materials. 2025;14(10):2403777 doi. 10.1002/adhm. 202403777
19. Novak J. Photobiomodulation: The Use of Specific Light Wavelengths to Accelerate Recovery, Repair, and Regeneration. Fundamentals of Recovery, Regeneration, and Adaptation to Exercise Stress: An Integrated Approach: Springer; 2025. P. 675-712.
20. Chen Z, Du J, Wang Y, Li Z, Song W, Wei R, et al. Fully Integrated Multifunctional Flexible Ultrasonic–Electric-Coupled Patches for Advancing Wound Care Paradigms. Advanced Functional Materials. 2025;35(24):2425025. doi.10.1002/adfm.202425025
21. Carpenter S, Lantis J, Lullove E, Dirks R, Chaffin A, Bell D, et al. Expert guidance for a pragmatic, evidence-based framework for skin substitutes (CTPs/CAMPs) across all chronic wound types. International Journal of Tissue Repair. 2026;2(1) . doi. 10.63676/yc3kfj17
22. Nur MG, Rahman M, Dip TM, Hossain MH, Hossain NB, Baratchi S, et al. Recent advances in bioactive wound dressings. Wound Repair and Regeneration. 2025;33(1):e13233 doi: 10.1111/wrr.13233
23. Prete S, Dattilo M, Patitucci F, Pezzi G, Parisi OI, Puoci F. Natural and synthetic polymeric biomaterials for application in wound management. Journal of Functional Biomaterials. 2023;14(9):455 doi. 10.3390/jfb14090455
24. Cunha DR, Quinaz MB, Segundo MA. Biopharmaceutical analysis—current analytical challenges, limitations, and perspectives. Analytical and Bioanalytical Chemistry. 2026;418(2):373-94 doi: 10.1007/s00216-025-06036-2
25. Pasham SD. Application of AI in Biotechnologies: A systematic review of main trends. International Journal of Acta Informatica. 2023;2(1):92-104 doi:10.1002/mco2.70317
26. Ingraldi AL, Audet RG, Tabor AJ. The preparation and clinical efficacy of amnion-derived membranes: a review. Journal of functional biomaterials. 2023;14(10):531 doi:10.3390/jfb14100531
27. Meznerics FA, Fehervari P, Dembrovszky F, Kovacs KD, Kemeny LV, Csupor D, et al. Platelet-rich plasma in chronic wound management: a systematic review and meta-

[Downloaded from mail.jccnursing.com on 2026-11-14]

[DOI: 10.30491/JCC.18.4.33]

analysis of randomized clinical trials. Journal of clinical medicine. 2022;11(24):7532 doi:10.3390/jcm11247532
28. Maskan Bermudez N, Sa BC, Hargis A, Yaghi M, Mervis J. Skin grafting for dermatologists: past, present, and future. Current Dermatology Reports. 2024;13(2):47-54. doi.10.1007/s13671-024-00427-x
29. Irilouzadian R, Khalaji A, Baghsheikhi H, Sarmadian R, Hoveidamanesh S, Ghadimi T, et al. The clinical outcomes of xenografts in the treatment of burn patients: a systematic review and meta-analysis. European journal of medical research. 2023;28(1):524 doi:10.1186/s40001-023-01505-9
30. Zheng S-Y, Wan X-X, Kambey PA, Luo Y, Hu X-M, Liu Y-F, et al. Therapeutic role of growth factors in treating diabetic wound. World journal of diabetes. 2023;14(4):364. doi:10.4239/wjd.v14.i4.364
31. Farabi B, Roster K, Hirani R, Tepper K, Atak MF, Safai B. The efficacy of stem cells in wound healing: a systematic review. International Journal of Molecular Sciences. 2024;25(5):3006 doi:10.3390/ijms25053006
32. Caldwell MD. Bacteria and antibiotics in wound healing. Surgical Clinics. 2020;100(4):757-76 doi:10.1016/j.suc.2020.05.007.
33. De Francesco F, De Francesco M, Riccio M. Hyaluronic acid/collagenase ointment in the treatment of chronic hard-to-heal wounds: An observational and retrospective study. Journal of Clinical Medicine. 2022;11(3):537 doi:10.3390/jcm11030537
34. Sahay S, Kwak SY. The Efficacy of Adjuvant Hyperbaric Oxygen Therapy in Chronic Wound Management: A Narrative Review. Cureus. 2025;17(9).doi.10.7759/cureus.92728
35. Zhu Y, Jiang Q, Zhan Y, Diao P, Jin Y. Clinical Efficacy and Safety of Portable Continuous Topical Oxygen Therapy for Chronic Wound Management: A Randomised Controlled Trial. International Wound Journal. 2026;23(2):e70837 doi:10.1111/iwj.70837
36. Mishra A, Kushare A, Gupta MN, Ambre P. Advanced dressings for chronic wound management. ACS Applied Bio Materials. 2024;7(5):2660-76 doi: 10.1021/acsabm.4c00138
37. Rippon MG, Fleming L, Chen T, Rogers AA, Ousey K. Artificial intelligence in wound care: diagnosis, assessment and treatment of hard-to-heal wounds: a narrative review. Journal of wound care. 2024;33(4):229-42 doi: 10.12968/jowc.2024.33.4.229
38. Alberts A, Tudorache D-I, Niculescu A-G, Grumezescu AM. Advancements in wound dressing materials: highlighting recent progress in hydrogels, foams, and antimicrobial dressings. Gels. 2025;11(2):123. doi. 10.3390/gels11020123
39. Cox J. Wound care basics: An overview for nurses. Nursing2026. 2026;56(3):20-7 doi: 10.1097/nsg.0000000000000337
40. Baranoski S, Ayello EA. Wound care essentials: Practice principles: Lippincott Williams & Wilkins; 2008..
41. Businaro R, Corsi M, Di Raimo T, Marasco S, Laskin DL, Salvati B, et al. Multidisciplinary approaches to stimulate wound healing. Annals of the New York Academy of Sciences. 2016;1378(1):137-42 doi:10.1111/nyas.13158
42. Mahmoudi M, Gould LJ. Opportunities and challenges of the management of chronic wounds: a multidisciplinary viewpoint. Chronic Wound Care Management and Research. 2020:27-36. doi.10.2147/CWCMR.S260136
43. Tatarusanu S-M, Lupascu F-G, Profire B-S, Szilagyi A, Gardikiotis I, Iacob A-T, et al. Modern approaches in wounds management. Polymers. 2023;15(17):3648. doi. 10.3390/polym15173648
44. Nasra S, Pramanik S, Oza V, Kansara K, Kumar A. Advancements in wound management: integrating nanotechnology and smart materials for enhanced therapeutic interventions. Discover nano. 2024;19(1):159. doi. 10.1186/s11671-024-04116-3
45. Probst S, Stefanelli A, Groux S, Bossi N, Pugliese MT, Pastor D. Smart Wound Dressings and the Biological Parameters They Monitor: A Scoping Review. International wound journal. 2026;23(4):e70919. doi. 10.1111/iwj.70919
46. Zhang Y, Zheng Z, Zhu S, Xu L, Zhang Q, Gao J, et al. Electroactive electrospun nanofibrous scaffolds: innovative approaches for improved skin wound healing. Advanced Science. 2025;12(18):2416267. doi. 10.1002/advs.202416267
47. Teot L, Ohura N. Challenges and management in wound care. Plastic and Reconstructive Surgery. 2021;147(1S-1):9S-15S. doi:10.1097/prs.0000000000007628
48. Falcone M, De Angelis B, Pea F, Scalise A, Stefani S, Tasinato R, et al. Challenges in the management of chronic wound infections. Journal of global antimicrobial resistance. 2021;26:140-7. doi. 10.1016/j.jgar.2021.05.010
49. Alavi A. Wound care challenges faced in Iran. Advances in skin & wound care. 2007;20(1):27-8.
50. Babaei N, Zamanzadeh V, Valizadeh L, Lotfi M, Kousha A, Samad-Soltani T, et al. Barriers to the implementation of virtual care programmes for patients with chronic wounds: Qualitative empirical research. Nursing Open. 2023;10(11):7301-13. doi. 10.1002/nop2.
51. Alaei S, Askari MH, Khojastehfar S, Pourhashemi N. Care management challenges for diabetic foot ulcers: A qualitative study. 2022. doi: 10.5812/mejrh.10717

[Downloaded from mail.jccnursing.com on 2026-11-14]

[DOI: 10.30491/JCC.18.4.33]