

A korszerű sebkezelés lehetőségei

Modern wound management

EIBEN PÉTER DR.¹, ARI PATRÍCIAR DR.¹, ERDEI IRÉN DR.²,
PÉTER ZOLTÁN DR.¹, SZABÓ ÉVA DR.¹

Debreceni Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Bőrgyógyászati Tanszék,
MTA Kiváló Kutatóhely¹, Debreceni Egyetem,
Általános Orvostudományi Kar, Aneszteziológiai és Intenzív Terápiás Tanszék², Debrecen

ÖSSZEFOGLALÁS

A sebgyógyulás összetett biokémiai folyamatok összehangolt működése során valósul meg, melyben számos sejttípusnak szerepe van. A normál sebgyógyulás 5-14 nap alatt lezajlik. Ha a folyamat zavart szenved, elhúzódó sebgyógyulás alakul ki, melynek hátterében számos ok állhat. A kezelés előtt fontos a korrekt diagnózis, ennek megfelelően kell a komplex ellátást végezni, mely legtöbbször megfelelő szisztémás és lokális terápia együttes alkalmazását jelenti. A lokális kezelésre számos mód lehetséges, melyet a seb állapotának megfelelően kell megválasztani. A közlemény összefoglalja az alkalmazható kezelési lehetőségeket a sebgyógyulás különböző stádiumainak megfelelően.

Kulcsszavak:

sebgyógyulás stádiumai – sebkezelés –
TIME irányelvek – modern sebfedők –
negatívnyomás terápia – fertőzött sebek

SUMMARY

Wound healing is a complex biochemical process involving many cell types. Normal wound healing takes 5–14 days. If the process is disturbed, prolonged wound healing occurs for a number of reasons. Correct diagnosis is important before treatment and complex treatment should be carried out accordingly, which in most cases involves a combination of appropriate systemic and topical therapy. There are different methods of topical treatment, which should be chosen according to the characteristics of the wound. This article summarises the treatment options available in the different stages of wound healing.

Key words:

stages of wound healing, wound management
– TIME guidelines – modern wound
dressings – negative pressure wound therapy
– infected wounds

A populáció jelentős része szenved valamilyen típusú sebgyógyulási rendelleneségtől. Fejlett európai országokban a felnőtt populációban 1% környékére tehető a krónikus sebbel rendelkező betegek száma és egyre növekvő tendenciát észlelnek a kutatók (1). Az Amerikai Egyesült Államokban a 65 év feletti populáció 3%-a rendelkezik valamilyen krónikus nyílt sebbel és a kutatások itt is romló tendenciát prognosztizálnak (2). Leggyakoribb krónikus sebek az ulcus cruris venosum, az artériás lábszárfekély vagy a diabeteses lábön kialakuló seb, melyek népbetegségeknek tekinthetők és gyógyításuk továbbra is sok esetben kihívás az orvosok számára. A sebkezelés költségei a legtöbb országban az egészségügy költségvetésének igen jelentős hányadát teszi ki. Az Egyesült Királyságban évente körülbelül 400-600 millió fontot emészt fel az egészségügy számára a krónikus vénás elégtelenség talaján kialakuló

fekélyes betegségek kezelése (2). A krónikus sebek globális kezelési költsége 2026-ra elérheti a 4.8 milliárd dollárt, mely adat 2019-től számítva 6.4 % növekedési rátát jelentene világszinten (2). A jövőben várhatóan ezer emberre vetítve több mint 10 fog valamilyen krónikus sebben szenvedni. A sebek előfordulásának gyakoriságát tovább súlyosbítja az idősödő népesség és más krónikus betegségek is, mint például az elhízás, cukorbetegség, krónikus vesebetegség (3). Seb keletkezik amennyiben a bőr, a nyálkahártya vagy kötőszövet folytonossága megszakad. A testi sérülés a legtöbb esetben együtt jár a bőr sérülésével. Míg a műtéti vagy a baleseti sebek általában jó gyógyhajlammal mutatnak, addig az egyéb ok következtében kialakuló bőr és akár mélyebb szöveteket is érintő szövethiány gyakran hosszas kezelésre gyógyul, illetve sokszor krónikus seb keletkezik.

A sebgyógyulás stádiumai

A sebgyógyulás egy komplex, több szakaszú folyamat, melynek során regenerálódnak a bőr és a mélyebb szövetek. Akut sebről beszélünk amennyiben a teljes gyógyulási folyamat 6 héten belül végbemegy, és ez idő alatt a seb visszanyeri a sérülés előtti funkcionális és anatómiai egységét. A leggyakoribb akut bőrhiányok a műtéti sebek, a mechanikai és termikus sebek, sérülések. Ez a komplex gyógyulási folyamat szövettanilag jól meghatározott lépésekből tevődik össze, de a különböző szakaszokban zajló pontos pathomechanizmusok, és a sejtfolyamatokat szabályozó biokémiai és molekuláris lépések még nem minden részletben tisztáztak. Ezek a folyamatok határozzák meg a fiziológiás és az elhúzódó gyógyulást is.

A gyógyulás szöveti szinten négy, viszonylag jól elkülöníthető szakaszra bontható, azonban a szakaszok között a határ nem éles, átfedés is van. Ez a négy fázis a hemosztázis, gyulladás, a granuláció és proliferáció, és az utolsó fázis az epitelizációs, reparáció (4). A normál sebgyógyulás néhány naptól legfeljebb néhány hétig tart. Krónikus sebről akkor beszélünk, ha a gyógyulás lezárása nem következik be még 6 hét után sem. Az első szakasz a hemosztázis, ami 1-2 órán át tart. Itt koaguláció, valamint vazokonstriktio történik, a trombociták aktivációja és aggregációja révén az aktív vérzés csökken. A vérelemek az aktiváció során amorf alakot vesznek fel, így alkalmasabbak lesznek az alvadásra, valamint az általuk termelt citokinek révén elősegítik a fibrin képződést. Az endothel sejtek, trombociták aktiválódása során termelt citokinek, növekedési faktorok (pl. TGF alfa, béta) segítik a sebgyógyulás további lépéseit. A második szakasz a gyulladás, mely normális sebgyógyulás esetén 1-6 napig tart. Ekkor különböző immunsejtek hatolnak be a sebbe. Először a neutrofil granulociták érkeznek a helyszínre. Ezeket követve aktiválódnak a limfociták és monociták. Az endothel sejtek aktiválódása révén vazodilatáció alakul ki. A sejtekből citokinek (pl. IL-6, IL1beta, IFN, TNFalfa), proteolitikus enzimek, növekedési faktorok (pl. TGF beta), reaktív oxigén és nitrogén származékok szabadulnak fel. Ezen sejtek és az általuk termelt bioaktív molekulák segítik a szövettörmelékek és baktériumok eltávolítását. A harmadik fázis a granuláció és proliferáció szakasza. Ez a fázis kb. 4 naptól 3 hétig tarthat. A keratinociták migrációja révén beindul a reepitelizáció. Csökken az immunsejtek, citokinek mennyisége. A dermist a granulációs szövet helyettesíti, ami fibroblastokból, endothel sejtekből, és gyulladásos sejtekből tevődik össze. A fibroblastok myofibroblastokká alakulnak, melyeknek fontos szerepe van a seb összehúzásában és a kötőszövet, valamint az extracelluláris mátrix termelésében is. Ebben a szakaszban fokozódik az angiogenesis, ami elősegíti a regeneráló szövetek fokozott oxigénigényét, továbbá beindul a lymphangiogenesis is. Az utolsó szakasz az epitelizációs, reparációs fázis, ami fiziológiás gyógyulás esetén kb. 7 naptól 6 hétig tart. Az epidermális barrier helyreáll, a seb a keratinociták migrációja, proliferációja és differenciálódása során hámosodik. A sejtek apoptozi-

son mennek keresztül a granulációs szövetben. Átalakul az extracelluláris mátrix. A III. típusú kollagént felváltja az I. típusú, ami növeli a szaktíószilárdaságot. A komplex folyamat végén kialakul a végleges heg (4).

Krónikus sebek

A seb gyógyulási folyamata zavart szenvedhet, így a gyógyulás elhúzódik. Amennyiben a teljes sebgyógyulási folyamat nem zárul le 6 héten belül, krónikus sebgyógyulásról beszélünk. Ilyenkor jellemző a gyulladással járó szakasz megnyúlása. Az ezt követő granulációs, proliferációs szakasz perzisztáló, az epitelizációs, reparációs fázis pedig elhúzódó, részleges vagy nem következik be. A sebgyógyulást számos tényező befolyásolja, így a szervezet általános állapota, életkor, életmód pl. dohányzás, rendszeres testmozgás hiánya, obesitas, fennálló betegségek. A leggyakoribb szisztémás gyógyulást késleltető tényezők az artériás-, vénás-, nyirokkeringési rendellenesség, diabétesz, immunszupprimált állapot, koagulopátiák. Lokális tényezők közül infekció, gyenge vascularizáció, fokozott valódekozás, nekrotikus szövet, idegen test, ismétlődő trauma.

A sebkezelés fő szempontjai, TIME irányelvek

Alapvető a seb kiváltó okának tisztázása, a pontos diagnózis felállítása. Akut sebek esetében az anamnézis alapján egyértelmű az ok. Az akut sebek ellátásának első lépése a dezinficiálás, traumás eredetnél a seb típusának megfelelő sebellátás, így sebszél felfrissítés, nyitott kezelés vagy sebzárás. Termikus sérülésnél alapvető a károsodás mélységétől függően az elhalt szövetek eltávolítása, debridement, ezt követően konzervatív kezelés, amennyiben a seb mélysége a papilláris dermisnél nem mélyebb. Ha a sérülés a reticularis dermist is érinti, az elhalt szövetek eltávolítása, a seb feltisztítása után félvastagbőr mesh graft autotranszplantáció szükséges. A krónikus sebeknél a sebgyógyulás fázisai nem, vagy tökéletlenül mennek végbe, gyakran a gyulladással járó szakaszban reked meg a folyamat. Ahhoz, hogy optimalizáljuk a sebgyógyulást, a sebet meg kell tisztítani, egy egészséges, fertőzéstől mentes granuláló alapot kell képezni. A konzervatív kezelés során fontos, hogy olyan kötszert válasszunk, mely nedvesen tartja a sebet, de nem okoz macerációt (5). A krónikus sebek kezelését a TIME irányelvek alapján javasolt végezni:

T-TISSUE (szövet): Az elhalt szövet eltávolítása a megfelelő sebgyógyulás érdekében elengedhetetlen. Ennek egyik leggyakrabban alkalmazott módja a debridement, melynek több típusát is elkülöníthetjük. Alkalmazhatunk sebészeti, mechanikus, autolitikus vagy enzimes debridementet (5).

I-INFECTIO (fertőzés): Helyi fertőzés kezelésére lokális antimikrobiális szerek javasoltak. A jódtartalmú készítmények antimikrobiális hatással rendelkeznek, csökkentheti a baktériumok (különösen Pseudomonas) kolonizációját krónikus sebekben. Ismétlődő fertőzések ese-

tén ezüst-impregnált kötszereket, mély fertőzések esetén szisztémás kezelést kell alkalmazni (5).

M-MOISTURE BALANCE (nedves sebkezelés): Olyan kötszert kell választani, mely kellően nedvesen tartja a sebet, de nem okoz macerációt. A megfelelően nedves környezet elősegíti a keratinocyták vándorlását (5).

E-EDGE OF WOUND (sebszél): A reepitelizációhoz jól vascularizált sebágyra, megfelelő oxigén és tápanyag ellátásra van szükség, mely elősegíti a granulációs folyamatokat, hámszövetek migrációját, kollagénszintézist, kapillárisok újdonszövődését (5).

A seb feltisztító kezelésének hagyományos módja: debridement, necrectomia

A sebkezelés első lépése az érintett terület dezinficiáló oldattal történő lemosása, ezt követően a sebalap feltisztító kezelését kell elvégezni. Ha a sebet elhalt szövet fedi (*1. a ábra*), akkor necrectomiát kell végezni. Ha a sebet szövettörmelék fedi, annak eltávolítása szükséges, vagyis debridement végzendő. Debridement alatt az elhalt, fertőzött szövetrészek, szövettörmelék, idegen anyagok eltávolítását értjük. Különös figyelmet kell fordítani a seb és seb-



1. a, b, c, d, e, f ábra

- a) Erysipelas bullosum et haemorrhagicum következtében kialakult necrosis krónikus vénás elégtelenségben szenvedő beteg alsó végtagján; b) Necrectomia utáni állapot, amit további debridement követett; c) A feltisztított sebalapon félvastag bőr mesh graft autotranszplantáció történt; d) A graft kb. 70%-ban megtapadt, a többi terület további konzervatív kezelése folytatódott; e) A granulációs szövetű, közepesen váladékozó sebalap további kezelése alginát sebfedővel, a környező bőr védelme cinkes rázókeverékkel; f) Gyógyult állapot

környezet megfelelő előkészítésére. A debrisz (*1. b ábra*), szövettörmelék teljes feltisztításához alkalmazható hagyományos kenőcs (pl. ezüst-szulfadiazin), de a nedves sebkezelés elve alapján működő sebfedők is. Amennyiben ezen módszerek nem hatásosak, eszközös sebfeltisztító módszereket is választhatunk. Az elhalt szövetek eltávolítása során többféle lehetőség áll a rendelkezésünkre. A megfelelő technika kiválasztása során figyelembe kell venni a seb etiológiáját, jellemzőit: termelődött váladék mennyiségét, bakteriális terheltségét, fertőzött-e vagy sem, milyen a fájdalom mértéke. A debridement különböző technikái közé tartozik az autolitikus, biológiai, enzimátikus és mechanikus debridement. Az elhalt szövetelemek eltávolítása legtöbbször egy éles eszköz, szike, kés vagy Volkmann kanál segítségével történik (sebészi vagy mechanikus debridement). A mechanikus debridement sokkal kíméletesebb módját képezi a debridáló kendő vagy keményebb szivacs használata, mely a lazán tapadó szövettörmelékelt leválasztja, de megkíméli a sarjszövet érbimbóit. A seb ellátáshoz hozzátartozik a seb és környezetének lemosása, az előzetesen használt kötszer- és kenőcsmaradványok eltávolítása. Ezt fiziológiás sóoldattal, bő vízzel, kevés fertőtlenítőszerrel vagy anélkül végezhetjük el. Kollagenázzal, fibrinnel végzett enzimátikus debridement széles körben alkalmazott technika a seb feltisztítása során biztonságosan, kíméletesen és hatékonyan alkalmazhatóak égési sérülések, nyomási és vénás eredetű fekélyek kezelésére. A legtöbb debridáló szer papaint és kollagenázt tartalmaz. Újabb generációjuk hatóanyaga a bromelain, melyet az ananászból vonnak ki és világszerte alkalmazzák az átmeneti mélységű égési sérülések kezelésére. Az autolitikus debridement során egy okkluzív kötszert helyeznek a sebre, mely lehetővé teszi a proteázok felszabadulását, így a nekrotikus szövetek cseppfolyóssá válnak, melyhez a szervezet endogén enzimeit használja fel. Ezt követően a sebet meg kell tisztítani, a nekrotikus törmelékelt el kell távolítani (6, 7, 8).

Modern sebfedők

A nedves sebkezelés elve alapján működő sebfedőket „intelligens” kötszereknek is nevezik, mert a sebfedő alatt egy olyan nedves milió alakul ki, ami optimális a sebgyógyulásban fontos enzimek számára, továbbá a kialakuló savas pH kedvezőtlen a baktérium proliferáció szempontjából, csökkentve a sebfertőzés esélyét. A rendelkezésre álló adatok alapján nem lehet jelentős különbséget tenni a nedves környezetet biztosító sebfedők és a klasszikus sebkezelési eszközök között. A modern sebfedők alkalmazása azonban számos előnnyel bír. A nedves környezet mellett minimális a szövetkárosító hatás, csillapítja a fájdalmat, segíti a váladék eltávolítását, a szövetek regenerációját, a kötőszövet egyszerű és fájdalommentes. Megfelelő kötszerválasztás és szakszerű használat esetén költséghatékony. Széles körben alkalmazzák diabéteszes, nyomási és vénás eredetű fekélyek kezelése során, égési sérüléseknél, radiodermatitisz kezelésére és részvastag bőrtranszplantációkat követően (9), (10). A modern sebfedők hatásuk szerint több csoportba oszthatók. A továbbiakban a kötszercsoportok szerinti ajánlásokat foglaljuk össze.

Kötszercsoport szerinti ajánlások

Az interaktív kötszereknek számos típusát különíthetjük el. Az egyik ilyen nagy jelentőségű csoportot a hidrogélek csoportja képviseli, de kiemelt jelentőségű szerepet töltenek be a hidrokolloidok, a szívó-öblítő hatású hidrokollidok, alginátok, filmkötszerek, impregnált hálók és habszivacsok is a sebkezelés során.

Hidrogél

A hidrogélek háromdimenziós szerkezettel rendelkező, vízben oldhatatlan, de nagy mennyiségű víz megkötésére alkalmas kötszerek. Nem fertőzött, enyhén váladékozó sebekre használhatóak, hidratálni képesek a száraz necrotikus területeket. Nedves kamrát biztosítanak és széles körben alkalmazzák őket nyomási fekélyek, égési sebek feltisztító kezeléséhez. A száraz necrosis rehidrációja révén a hidrogéllal történő előkezelés után az elhalt szövet demarkálódása egyértelmű, a necrectomia könnyebben elvégezhető. Rendszeres, 2-3 napos időközönkénti kötéscserét igényelnek (10, 11).

Hidrokolloid

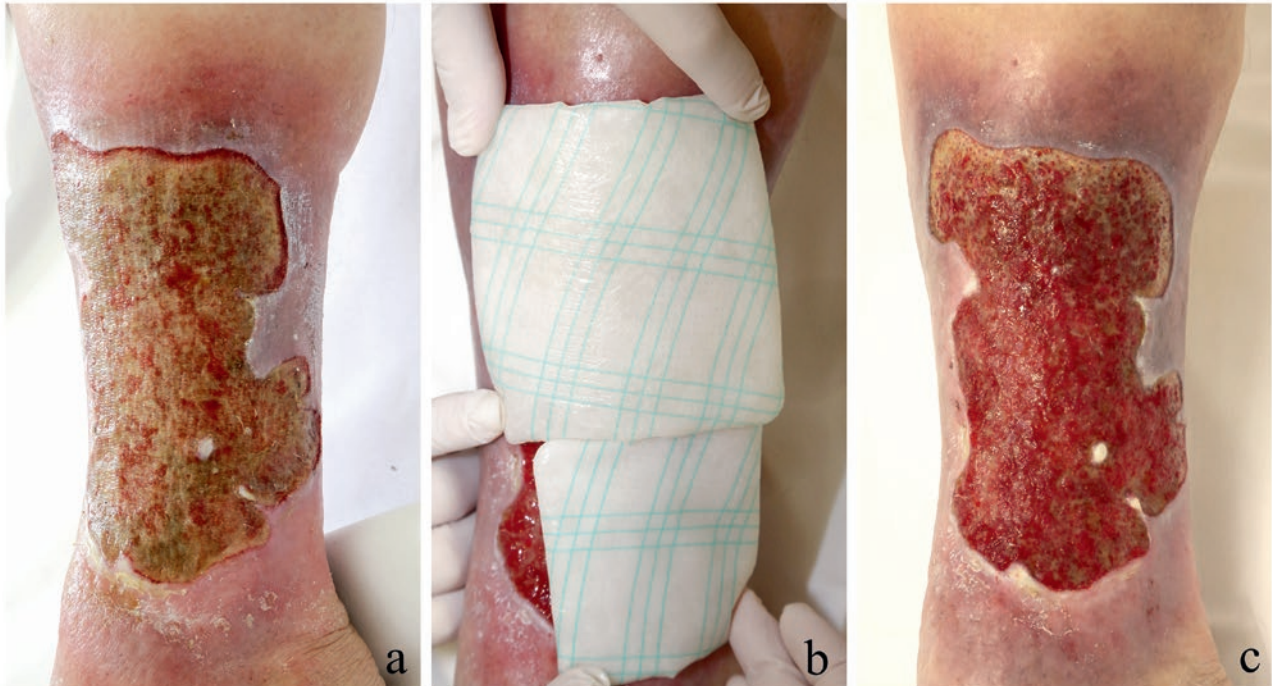
A hidrokolloidok interaktív okkluzív kötszerek két rétegből állnak. A belső réteget hidrofil kolloid részecskék szuszpenziója képezi, a külső rétege poliuretánból épül fel, mely áthatolhatatlan a baktériumok számára. A hidrokolloidok a sebfelülettel érintkezve gélt képeznek. Ez lehetővé teszi a nedves sebkezelést, valamint a váladék-megkötő tulajdonsága révén a granulációs szövet védelmét. Alacsony és közepesen váladékozó sebek kezelésére javasolt használatuk. Jól alkalmazható az átmeneti mélységű égési sebek esetén a vascularizálás fokozására, segítségével a műtét sok esetben elkerülhető (11).

Szívó-öblítő hatású sebfedő

A szívó-öblítő hatású hidrokollid lap nedves kamrát biztosít, nagy mennyiségű váladék megkötésére képes, csökkenti a sok esetben nagy mennyiségben jelen levő matrix-metalloproteázok (MMP) szintjét. A seb exsudációs fázisában javasolt alkalmazása. Felszívja és a tárolja a sebváladékot, megköti a baktériumokat és a nekrotikus szövettörmelékelt, de folyamatosan hidratálja a sebet. Alkalmas a necrosis részleges vagy teljes feloldására, a szövettörmelék, exsudátum tárolására 2-3 napon át (*2. a, b, c ábra*). Kiterjedt, vastag necrosis esetén segíti az elhalt szövet demarkálódását, mely után a necrectomia könnyebben elvégezhető. Alkalmas krónikus sebek teljes feltisztító kezelésére, jól használható vénás-, artériás- és nyomási fekélyek, diabéteszes ulcusok, égési és traumás eredetű sebek kezelésére (12).

Alginát

Az alginát kötszerek barna moszatokból származó rostos-fibrózus termékek, a sebváladékhoz való kötődés után gélt képeznek. Az alginát kötszerek lap formátumban (*1. e,*



2. a, b, c ábra

a) Krónikus vénás betegség (KVE) következtében kialakult debrisel fedett ulcus; b) Szívó-öblítő drain hatású sebfedő, mely a szövettörmelék oldását, abszorbeálását végzi; c) Feltisztult, granulációs szövet-sebalap

f ábra) vagy néhány centiméteres csíkok formájában készülnek, a seb méretétől függően megfelelő méretűre vágathatók. A csík formátum üreges sebek kezelésére alkalmas, pl. diabétesz-lábon levő malum perforans pedis esetén. Nedvesség-, váladékszívó szerepük kiemelkedő, hatékonyan alkalmazhatóak nagy váladékozással járó fertőzött és nem fertőzött sebek kezelésére is. A váladékot abszorbeálva, gél formátummá alakul, mely könnyen, fájdalommentesen eltávolítható. Mivel erős váladékabszorpciós képességgel rendelkeznek, száraz vagy kevésbé váladékozó sebek kezelésére nem javasolt alkalmazásuk. Calcium tartalmuk révén vérzéscsillapító hatásuk is van (10).

Mátrix kötszer

A mátrix kötszerek alapja a kollagén és cellulóz kombinációja, proteáz szint csökkentő szereppel rendelkeznek. A hidro-reszponzív mátrix kötszerek hatásmechanizmusa a hiperhidráció. A mátrixból kiváló folyadék biztosítja a seb gyors és folyamatos öblítését, adszorbens tulajdonsága révén megkötöti a sebből származó váladékot, baktériumokat. A mátrixhoz kötött széles spektrumú antiszeptikum képes elpusztítani a baktériumokat is. A proteolitikus enzimek szintjét optimalizálja, segíti a granulációs folyamatokat (9, 10, 15).

Habkötszer

A habkötszerek szemipermeábilisak, hidrofílek vagy hidrofóbok. Poliuretán vagy szilikon alapúak. Közepesen vagy erősen váladékozó, nem fertőzött sebek kezelésére javasolják (10).

Polimer kötszer

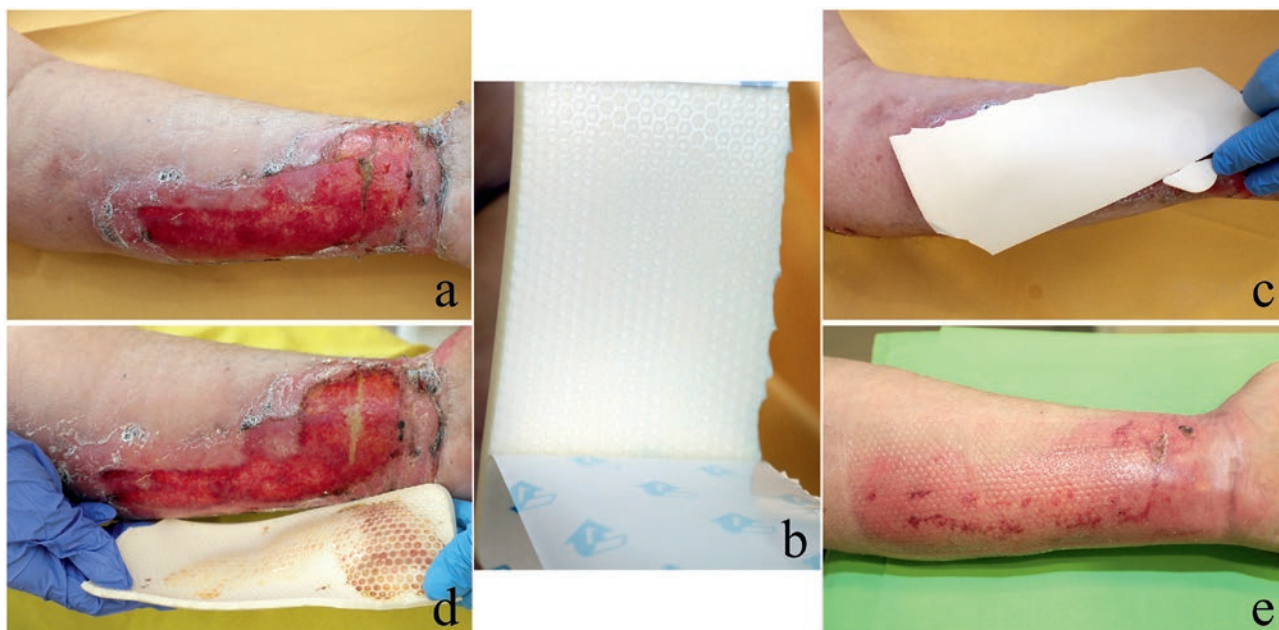
A kötszer seb felőli oldala hidropolimerrel impregnált hidroaktív géllap, ami nem ragad a sebhe. A gél hűsítő, fájdalmat enyhítő hatású, mely felett egy szemipermeábilis hab réteg van, aminek a külső felszíne vízhatlan réteg. Nagyrészt feltisztult, legalább 50%-ban granulált sebfelület esetén javasolt a teljes epithelizációig (3. a, b, c, d, e ábra). A hidrogélből és habból álló kombinált poliuretán lapok kiváló nedves környezetet biztosítanak a szövettörmelék, sebváladék megfelelő abszorpciójával (10). Jól alkalmazható égési sebek, krónikus vénás elégtelenség következtében kialakult ulcus esetén.

Impregnált lapok

Az impregnált lapok pamut vagy szintetikus szálból szőtt vékony gézlapok, amit vazelinnel itatnak át. Elérhetőek kenőccsel és/vagy antiszeptikus anyaggal (klórhexidin, jód) impregnált hálók formájában, melyek antimikrobiális hatással rendelkeznek. Az impregnált gézlapokat a sebgyógyulás granulációs vagy epithelizációs fázisában javasolt alkalmazni. Előnyük, hogy a sebhe nem tapadnak bele, óvják a szöveteket a kiszáradástól (14).

Filmkötszer

A filmkötszerek poliuretánból készül, öntapadó anyaggal ellátott, vékony, rugalmas, kötszerek, melyek a gáz- és vízgőz számára permeábilisak, de a folyadék és baktériumok számára nem. A filmkötszereket kevés váladékozó-



3. a, b, c, d, e ábra

- a) II. fokú égés az alkaron; b) Polimer sebfedő, mely hidrogélből és habból álló kombinált poliuretán lap;
 c) Méretre vágott polimer sebfedő alkalmazása 2 naponkénti kötéscserével;
 d) Két nap után eltávolított sebfedő. A kötszer a sebváladékot abszorbeálja, a gélfelület alakja segíti a keratinocita migrációt; e) 4x2 naponkénti kötés után csaknem teljesen hámosodott seb

sal bíró, epitelizálódó és felszínes sebek kezelésére alkalmazhatjuk. Mivel nedvszívó hatásuk csekély, ezért ügyelni kell, hogy túlzott váladékozással járó sebek kezelésére ne alkalmazzuk, mert a fel nem szívott váladék a seb macerációját okozhatja (10, 13). Alkalmazható a frissen epitelizálódott felszín védelmére is a hám teljes megerősödéséig.

A seb feltisztítását, gyógyulását biztosító további lehetőségek

Biosebészet

A biológiai debridement egyfajta biosebészeti sebfeltisztító kezelés. A terápia során orvosi léglárvákat használnak a nedves-nekrotikus sebek kezeléséhez. A *Lucia sericata* lárvái több ponton is gyorsítják a sebgyógyulást, elősegítik a debridement fázist, antimikrobiális hatásúak, fokozzák a növekedési faktorok termelődését. Minimális traumával, hatékonyan távolítják el az élettelen szöveteket, szerepet játszanak a sebből származó kellemetlen szag közömbösítésében is. Komplikációként kisebb vérzésekre lehet számítani. A debridement kétféle mechanizmussal megy végbe a lárvák által. Egyrészt mechanikusan, a szájszervecskéik által megbontják a nekrotikus szövetet, másrészt enzimatikus debridement során proteázok felszabadítása révén cseppfolyósítják a nekrotikus szövetet (16).

Hidrosebészet

Önmagában is sebtisztító hatása van a nagy sebességgel áramló víz sugárnak. Ezt használják ki a hidrosebészet

során is, specifikusan kialakított tisztítófej használatával. Ezen módszerek hatékony eszközei lehetnek a sebek felszínén nem ritkán kialakuló biofilm megbontásában (7).

Energia alapú eszközök

Adjuváns kezelésként alkalmazható elektromágneses-hullám, alacsony intenzitású lézer, melynek mikrocirkulációt, szöveti regenerációt fokozó hatásáról több közlemény számol, különösen diabéteszes sebek kezelésében (17).

Negatívnyomás-terápia

(*Negative pressure wound therapy – NPWT*)

A negatívnyomás-terápia napjainkban egyre szélesebb körben alkalmazott, minimálisan invazív terápiás beavatkozások közé tartozik, mely hatékonyan használható a legtöbb nehezen gyógyuló seb záródásának elősegítésére. Az NPWT-t alkalmazzák nyomási fekélyek, nyitott hasi, mellkasi sebek, traumás sebek, diabéteszes (4. a, b, c ábra) és vénás eredetű ulcusok, mély másod-, és harmadfokú égési sérülések esetén. Kontraindikációt képeznek a kezeletlen fisztulák, osteomyelitises vagy rosszindulatú daganatos sebek. A kezelés alapját a vákuum képezi.

A vákuum hatására biológiai folyamatok indukálódnak a szövetekben, javul a tápanyag diffúziója, aktiválódik az angiogenezis folyamata, pozitív hatást gyakorol a mikrocirkulációra a kiserek dekompressziója révén. Ha jobb a szövet vérellátása, javul a sebgyógyulás is. A vákuum segíti a sebszélek összehúzódását. Ödémás sebek



4. a, b, c ábra

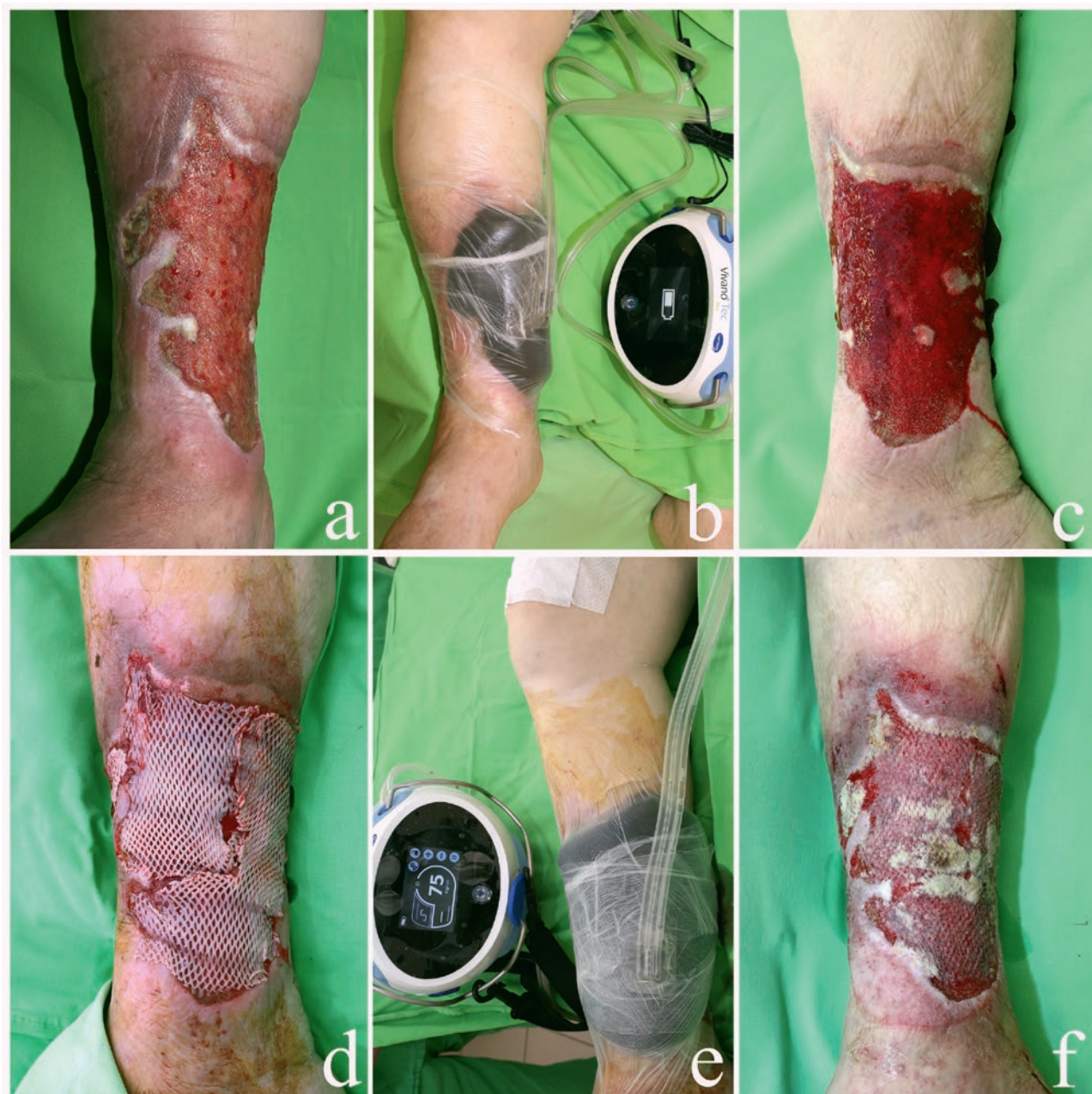
a) Diabétesz-lábon kialakult malum perforans pedis; b) A talpi seb kezelése negatívnyomás terápiával (NPWT);
c) 3x3 napig történő kezelés után a sebalap telődött, átmérője is csökkent

(pl. vénás ulcusok) esetében nagy mennyiségű folyadék eltávolítására képesek. Vénás ulcusok kezelése során az NPWT elsősorban szövettörmelék elvezetésében segítség, de képes a granulációs folyamatok fokozására is, amennyiben a seb mély. Újabban elérhetőek az ezüst tartalmú szivacsok, ezek segítségével egy baktériummal telt seb feltisztításának hatékonysága fokozható, hiszen a baktérium-csíraszám csökken. Az NPWT kezelés alkalmas necrectomia után a seb teljes feltisztítására, egy jól vaszkularizált alapon a bőrtranszplantátum megtapadását segíti (5. a, b, c. ábra). A kezelés bőrtranszplantáció után is alkalmazható a graft teljes beépülését elősegítve (5. d, e, f ábra) kisebb szívó erővel (75-85 Hgmm). A sebek feltisztítása érdekében alkalmazott NPWT kezelést folyamatos módban javasolt végezni, mínusz 100-150 Hgmm közötti szívóerő alkalmazásával. Ez teszi lehetővé, hogy a termelődött váladék, illetve szövettörmelék elvezetődjen. Sebmérettől, exsudáció mértékétől, a beteg állapotától függően akár nagyobb szívóerő is alkalmazható. A szívóerő beállítása egyénileg történik, törekedni kell, hogy ne okozzon fájdalmat, de biztosítsa a drenáló hatást. A kezelés előtt és alatt is ellenőrizzük a bőr állapotát, a seb környezetét. A seb méreténél nagyobb szivacs a környező bőr macerációját eredményezheti, ha pedig kisebb, nem tudja a teljes sebfelületet feltisztítani. A betegek egy része nehezen tolerálja a gép több napon át történő alkalmazását, de napjainkban az NPWT során alkalmazott készülékek között hordozhatóak is vannak, a kisméretű mobilis eszközökkel javul a beteg compliance. Kötéscserék 2-3 naponta szükségesek (7, 18, 19).

Oxigén és egyéb gázok

A szövetek átépítéséhez elengedhetetlen fontosságú a megfelelő mennyiségű oxigén jelenléte. Hypoxiás kö-

rülmények között a szövetek regenerációja tökéletlen és lassult. A légköri levegő 21%-a oxigén, a nyomása 1 atmoszféra. Hyperbárikus-oxigén terápia (HBO2) során a beteg 100%-os, tiszta oxigént lélegzik be a légkörinél magasabb nyomás mellett (1,4 atmoszféra), így a sebgyógyulás sebessége nő. A kezelés túlnyomásos kamrákban zajlik. A kezelésnek ismert olyan formája is, amikor csak a kezelendő végtag körül van hiperbárikus környezet, kisebb inkubátor méretű készülék segítségével. Használata elsősorban artériás, vénás eredetű sebek, diabétesz-lábon kialakult sebek esetén javasolt. Napjainkban Magyarországon is elérhető a sertés eredetű tisztított oxigenizált hemoglobin spray, mely sajátos módját képezik az oxigén kezelési területre történő juttatásának. A natív hemoglobin segíti az oxigén direkt diffúzióját, ezáltal egy hatékonyabb penetráció érhető el, mintha az oxigén gélből vagy kötszerekből szabadulna fel (7), (20). Az oxigén mellett számos egyéb gáz jótékony hatása is ismeretes a sebgyógyulási folyamatokban. A szén-dioxidot alkalmazhatjuk transzkután, gáz formában, felszívódást elősegítő hidrogének alkalmazásával vagy anélkül (CO2 száraz fürdő). A módszer elősegíti diabéteszes betegek mikrocirkulációjának fokozását, csökkenti az oxigenizált hemoglobint és növeli a deoxigenizált hemoglobin koncentrációját. Nemcsak diabéteszes lábfekélyek, de nyomási fekélyek és vénás elégtelenség talaján kialakult ulcus kezelésében is alkalmazott terápiás módszer (21). A kén-dioxid gázok rendkívül alacsony molekulatömegük révén képesek szabadon átdiffundálni a biológiai membránokon, így antibakteriális hatást fejtenek ki a baktériumsejtekre illetve biofilmekre, ennek köszönhetően pozitívan képesek befolyásolni a sebgyógyulás mechanizmusát. A szulfidok széles körben történő alkalmazása tartósítószerként az élelmiszeriparban is jelzi, hogy képesek elpusztítani a mikrobákat (22).



5. a, b, c, d, e, f ábra

a) KVE talján kialakult ulcus; b) NPWT alkalmazása; c) 2x3 napos NPWT kezelés után egyenletes, jól vaszkularizált sebalap; d) A feltisztított sebalapon félvastag bőr mesh graft autotranszplantáció történt; e) Bőrtranszplantáció után az exsudátum drenálásra, graft megtapadás elősegítésére NPWT 3 napig; f) A kb. 80%-ban megtapadt, vaszkularizáló graft

Trombocita dús plazma (Platelet rich plazma: PRP)

A trombocita dús plazma egy autológ plazmakészítmény, melynek trombocita koncentrációja magasabb, mint a normál vér trombocita-koncentrációja. A PRP-t klasszikusan autológ, antikoagulált teljes vér centrifugálásával állítják elő, ezáltal a vérkomponensek elszeparálhatóak egymástól. A komponenseket 3 részre választják szét: felső-plazmaréteg, középső-leukocitaréteg, alsó- vörösvérsejt réteg. A vérlemezkék a plazmarétegben koncentrálnak (23). A PRP terápia a regeneratív gyógyászatban vált nép-

szerűvé. A sebgyógyulási folyamatokat növekedési faktorok és különböző citokinek modulálják, melyek közül sokat a PRP vérkomponensei bocsátanak ki. A PRP készítményeket általában a beadás előtt aktiválják, így a célszövetekben magas koncentrációban tudnak a növekedési faktorok felszabadulni (23). Alkalmazásának kontraindikációját bizonyos gyógyszerekkel való interakciók képezik. A PRP kezelés nem alkalmazható olyan személyeknél, akik trombocita-gátló kezelésben részesülnek, ez ugyanis gátolhatja a vérlemezkék degranulációját és növekedési faktorok, biológiailag aktív molekulák felszabadulását, jelentősen

csökkentve a gyógyító hatást. A hiperglikémia csökkentésére szolgáló Pioglitazon gyógyszerrel is kimutatták, hogy gátolja a vérlemezkék tromboxán kibocsátását, mely a vérlemezkék aggregációjában játszik szerepet (23).

Orvosi méz

A gyógyszerrezisztens baktériumok jelenléte nagy mértékben nehezíti a sebek hatékony kezelését, megzavarhatják a normál sebgyógyulási mechanizmust. Ennek okán több kutatócsoport alternatív természetes vegyületek hatását kezdte el vizsgálni sebgyógyulásban. Ezen vegyületek közé tartozik a méz. A méz jótékony tulajdonságai, többek között a sebkezelésben, régóta ismertek. A publikált adatok azt mutatják, hogy a méz a neutrofilek által termelt reaktív oxigénradikálok megkötésén keresztül javítja a sebgyógyulást a krónikus, gyulladásos fázisban. A méz a méhek által gyűjtött virágok nektárjából készül, főként fruktózból és glükózból áll, de ezek mellett vitaminokat és ásványi anyagokat, szerves savakat és egyéb vegyületeket is tartalmaz. A természetes méz körülbelül 82%-ban vízből, továbbá szénhidrátokból, fehérjékből és fitokemikáliákból, antioxidánsokból és ásványi anyagokból áll. A sokféle hatóanyagot, köztük flavonoidokat, szerves savakat, fenolsavat, vitaminokat és enzimeket tartalmazó méz javíthatja a sebgyógyulást. A mézben található nagy mennyiségű aminosav elősegíti a fibroblasztok lerakódását és a kollagén képződését. Viszkózus tulajdonságának köszönhetően egyfajta védelmi réteget hoz létre a seb felületén, gátolja a baktériumok bejutását, védi a sebet a kiszáradástól. A benne lévő magas cukortartalom révén ozmotikus gradienst hoz létre, így segítve a váladék elvezetését. Emellett a méz alacsony pH-ja fokozza a szövetek oxigénellátását, a szövetkárosodáshoz vezető szabad gyökök eltávolításáért pedig a flavonoidok és az aromás savak felelősek. A méz antibakteriális hatásához hozzájárul a hidrogén peroxid termelés is. A legtöbb irodalmi adat a Manuka mézzel kapcsolatosan olvasható. Hatékonyan alkalmazhatóak égési sérülések következtében kialakult hámréteg károsodásának kezelésére. Gátolja a baktériumok szaporodását, amit számos mikroorganizmus, köztük a *S.aureus*, *S. pyogenes*, *P. aeruginosa* és az *E.coli* eseteiben is igazoltak (26, 27, 28).

Fertőzött sebek kezelése

A bőr és nyálkahártya fontos védelmi funkcióval rendelkezik a környezeti kórokozók szemben. Ha bőr vagy nyálkahártya sérülés keletkezik, ez lehetőséget teremt a baktériumok behatolására (jellemzően Gram+ baktériumok lépnek be először), növekedésére, szaporodására, toxinok termelésére, ez pedig akut/krónikus fertőzött sebek kialakulásához vezethet. A krónikus sebek kialakulásának egyik fontos oka a bakteriális fertőzés. Testünk bármely szerve, szövete megfertőződhet baktériumok által, ez pedig akár gyulladásként vagy szepszisként is megnyilvánulhat. Amikor a gyulladás klasszikus klinikai tünetegyüttesét tapasztalhatjuk (tumor, color, dolor, calor), gennyesedés alakul ki, láz, balra tolt vérkép, lymphadenopathia jelentke-

zik, szisztémás antibiotikus kezelés javasolt. Azonban általánosságban elmondható, hogy a különböző antibiotikum-készítmények lokális alkalmazása nem javasolt. In situ nem érik el a baktericid koncentrációt, hozzájárulnak a rezisztens törzsek kialakulásához. Az antibiotikumokat lokálisan alkalmazva nem az inváziót okozó baktériumokra fejtik ki hatásukat, hanem a helyi flórára. Az antibiotikumok helytelen használata gyógyszerrezisztens törzsek kialakulását eredményezi, gyógyszerrezisztenciához vezet, ez pedig nehezíti a fertőzött sebek kezelését. Ezért súlyos helyi gyulladás, nagyfokú kolonizáció esetén érdemes a sebekből leoltást venni, így célzott antibiotikus kezelést indíthatunk, olyan gyógyszert alkalmazva, amellyel szemben az adott törzs érzékeny. De további gondot jelent a bakteriális biofilm-képződés is, mely során a mikroorganizmusok egy felületen összetapadt réteget képeznek, mely nemcsak ellenáll a gazdaszervezet immunválaszával szemben, hanem a szisztémás és a helyi kezelések hatékonyságát is nagymértékben csökkenti. Legfontosabb tehát a megfelelő lokális kezelés. Lokális antiszeptikumként javasolt ezüst, jód, hexaklorofén, hipoklórsvav tartalmú dezinficiens. A biofilm megbontása mechanikai debridement vagy speciális sebfedő pl. szívó-öblítő hatású drain sebfedő alkalmazásával végezhető és bakteriológiai tenyésztés alapján javasolt a szisztémás antibiotikum. Amennyiben a fertőzés klinikai, szisztémás tünetei nem állnak fenn, lokális kezelés javasolt, magába foglalva a rendszeres kötés-cserét, sebtisztítást, termelődött sebváladék eltávolítását, bőséges lemosást (9, 24, 25).

Bőrtranszplantáció

A bőrtranszplantáció egy olyan sebészeti eljárás, mely során a test adott részén hiányzó bőrterületet a test egy másik részéről származó egészséges bőrszövettel fedik le. Ennek leggyakoribb indikációját súlyos égési sérülések, traumák képezik. A bőrátültetés akut és krónikus sebek kezelése során egyaránt alkalmazható kezelési módszer. Krónikus sebek esetén a transzplantáció elsődleges célja a seb zárása, a bőr funkciójának helyreállítása, akut sebek esetén pedig az esztétikai eredmény javítása teljes vastagságú bőrgraftok alkalmazása mellett. Az autológ bőrgraftok 2 típusát különböztetjük meg: teljes vastagságú és részvastagságú. Az osztályozás alapját a graft mélysége határozza meg. A teljes vastagságú graftok epidermiszből és dermiszből állnak, leggyakrabban az arc és a kéz szövetdefektusainak helyreállítására használják. Donorhelyként leggyakrabban a test azon területei szolgálnak, ahol bőrfelület van: kar, comb, supraclaviculáris terület, alsó has, pre- és postauriculáris területek. A részvastagságú graftok epidermiszből és a dermisz felső részét, a papillaris dermiszt tartalmazzák, általában 0,15-0,3 mm vastagságúak (*I. c, d ábra*). Részvastagságú graftok hálósításával a graft méretét többszörösére növelhetjük, ezáltal nagyobb terület lefedésére lesz alkalmas. A hálósítás nemcsak a graft méretének növelése szempontjából előnyös, hanem segíti a termelődött sebváladék elvezetését, és a graft megtapadását. A sebet impregnált lappal, kötszerrel fedik. Kapcsok-

kal, varratokkal történő rögzítést akkor alkalmazandó, ha a transzplantátumot ép bőrrel határolt környezetbe helyezik (pl. égési sebek), a rögzítést a műtét után 5-7 nappal távolítják el. A gyógyulási idő függ a graft méretétől, általában 2 hét (29, 30).

Összefoglalás

Élete során szinte minden embert ér valamilyen sérülés. A normális sebgyógyulás 5-14 nap alatt végbemegy. A bonyolult, számos biokémiai folyamat összehangolt működése sok esetben zavart szenved, és elhúzódó gyógyulás, nem gyógyuló seb alakul ki. A több mint 6 héten át nem gyógyuló, krónikus sebek kezelése sokszor kihívást jelent. A minél hatékonyabb kezelés érdekében alapvető az ulcus okának feltárása, a helyes diagnózis felállítása. A számos kezelési lehetőség közül mindig a seb állapotának leginkább alkalmas módot kell választani. A szisztémás és lokális komplex el-látás vezethet csak sikeres gyógyuláshoz.

IRODALOM

- Heyer K., Herberger K., Protz K. és mtsai.: Epidemiology of chronic wounds in Germany: Analysis of statutory health insurance data. *Wound Repair Regen.* (2016) 24(2), pp. 434–442.
- Sen CK.: Human Wound and Its Burden: Updated 2020 Compendium of Estimates. *Adv Wound Care (New Rochelle).* (2021 May) 10(5), 281–292.
- Ahmad N.: In Vitro and In Vivo Characterization Methods for Evaluation of Modern Wound Dressings. *Pharmaceutics.* (2023) 15(1), 42.
- Przekora A.: A Concise Review on Tissue Engineered Artificial Skin Grafts for Chronic Wound Treatment: Can We Reconstruct Functional Skin Tissue In Vitro? *Cells.* (2020 Jul 6) 9(7), 1622
- Powers JG., Higham C., Broussard K. és mtsai.: Wound healing and treating wounds: Chronic wound care and management. *J Am Acad Dermatol.* (2016) 74(4), pp. 607–625.
- Patry J. and Blanchette V.: Enzymatic debridement with collagenase in wounds and ulcers: a systematic review and meta-analysis. *Int Wound J.* (2017) 14(6), pp. 1055–1065.
- Juhász I.: Korszerű eszközök, új terápiás lehetőségek a sebkezelésben, sebkezelési hibák. *Borgyogy Venerol Sz.* (2018) 94(2), pp. 110–114.
- Steed DL.: Debridement. *Am J Surg.* (2004) 187(5, Supplement 1), pp. S71–S74.
- EMMI szakmai irányelv a krónikus vénás betegség ellátásáról (2021). <http://www.angiologia.hu/hirek.aspx?cid=32&nid=107411> (Accessed: 1 March 2023).
- Shi C., Wang C., Liu H. és mtsai.: Selection of Appropriate Wound Dressing for Various Wounds. *Front Bioeng Biotechnol.* (2020) 8, p. 182.
- Brumberg V., Astrelina T., Malivanova T. és mtsai.: Modern Wound Dressings: Hydrogel Dressings. *Biomedicines.* (2021) 9(9), p. 1235
- Hodgson H., Davidson D., Duncan A. és mtsai.: A multicentre, clinical evaluation of a hydro-responsive wound dressing: the Glasgow experience. *J Wound Care.* (2017) 26(11), pp. 642–650.
- Broussard, KC. and Powers, JG.: Wound dressings: selecting the most appropriate type. *Am J Clin Dermatol.* (2013) 14(6), pp. 449–459.
- Gádl, Cs.: Sebészet. 2012. 8th edn. Medicina Könyvkiadó.
- Rédling, M.: Az innovatív kötszerek szerepe a sebágy-előkészítésben. *Gyógyítás.* (2018) pp.17.
- Shi E. and Shofler D.: Maggot debridement therapy: a systematic review. *Br J Community Nurs.* (2014) 19(Sup12), pp. S6–S13.
- Li S., Wang C., Wang B., és mtsai.: Efficacy of low-level light therapy for treatment of diabetic foot ulcer: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Res Clin Pract.* (2018) 143, pp. 215–224.
- Huang C., Leavitt T., Bayer L. és mtsai.: Effect of negative pressure wound therapy on wound healing. *Curr Probl Surg.* (2014) 51(7), pp. 301–331.
- Szentkereszty Zs., Pellek S., Tóth Cs. Zs.: Negatívnyomás-terápia: elméleti ismeretek gyakorlati alkalmazása. *Biatorbágy: Negatívnyomás-terápiával a Sebgyógyulásért Egyesület.* (2017) pp.165–168.
- Kirby JP., Snyder J., Schuerer Douglas JE. és mtsai.: Essentials of Hyperbaric Oxygen Therapy: 2019 Review. *Mo Med.* (2019) 116(3), pp. 176–179.
- Finžgar M., Frangez HB, Cankar K. és mtsai.: Transcutaneous application of the gaseous CO2 for improvement of the microvascular function in patients with diabetic foot ulcers. *Microvasc Res.* (2017) 133, p. 104100.
- Wang T.-Y., Zhu X.-Y. and Wu F.-G.: Antibacterial gas therapy: Strategies, advances, and prospects. *Bioact Mater.* (2023) 23, pp. 129–155
- Wu P.I.-K., Diaz R., Borg-Stein J.: Platelet-Rich Plasma. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* (2016) 27(4), pp. 825–853
- Fayin M., Minjun Z., Xuewei D. és mtsai.: Recent Advances in Nanozymes for Bacteria-Infected Wound Therapy. *Int J Nanomedicine.* (2022) 17.
- Daeschlein, G.: Antimicrobial and antiseptic strategies in wound management. *Int Wound J.* (2013) 10(Suppl 1), pp. 9–14.
- Tashkandi, H.: Honey in wound healing: An updated review. *Open Life Sci.* (2021) 16(1), pp. 1091–1100.
- Johnston M., Mc Bride M., Dahiya D. és mtsai.: Antibacterial activity of Manuka honey and its components: An overview. *AIMS Microbiol.* (2018) 4(4), pp. 655–664
- Szabó É.: Orvosi méz alkalmazása poszttrombotikus szindróma talaján kialakult ulcus kezelésében. *Sebkezelés, sebgyógyulás.* 2010/1
- Herskovitz, I., Hughes OB., Macquhae F. és mtsai.: Epidermal skin grafting: Epidermal skin grafting. *Int Wound J.* (2016) 13(S3), pp. 52–56.
- Khan, AZ., Utheim TP, Byholt M. és mtsai.: Skin grafting. *Tidsskr Nor Laegeforen (Preprint).* 2022.

Érkezett: 2023.07.04.

Közlésre elfogadva: 2023.07.26.