

*Magyar Honvédség Egészségügyi Központ
Plasztikai és Égéssebészeti Osztály*

Újdonságok az égéssebészetben

Dr. Halmy Csaba orvos ezredes

Kulcsszavak: égési sokk, sokktalanítás, enzimatis nekrektómia, bőrpótlás

A szerző bemutatja az égési sokk kezelésének vitatott pontjait és a jelenleg elfogadott módszereket, ismerteti az enzimatis nekrektómia új lehetőségét, valamint a kiterjedt bőrhiány ideiglenes és végleges fedésének korszerű lehetőségeit

Az égésbetegség kezelésének sok ma is vitatott – tehát megoldatlan – területe van. Polémia zajlik a folyadékpótlásról, az égési sokk kezelése kapcsán is. Több szerzői formula alapján történik a krisztalloid/kolloid infúziós terápia, valamint annak monitorizálása is. Egyre világosabb azonban, hogy minden egyes betegnél a különböző formulák csak tájékoztató információt és segítséget adnak. A kezelést mindig az adott beteghez kell individualizálni, függően a páciens kardiopulmonális státuszától, vesefunkciójától, stb.

Az égett területek sebészi kezelése is folyamatosan megújul. Az egészségipar újabb és újabb termékeket állít a gyógyítás szolgálatába. Érdeemes bemutatni a nekrektómia ajánlott enzimatis debridement módszerét, hisz akár egyéni, de még inkább tömeges ellátás során felgyorsíthatja és egyszerűsítheti a közepes és súlyos égési sérülések sebészi ellátását.

A bőrpótlás területén is egyre több, korszerűbb módszerrel és anyaggal találkozunk. A cikkben igyekszem ráirányítani a figyelmet a micrografting transzplantációs technikára, illetve a bioszintetikus, modern bőrpótló anyagok használatára.

Az égési sokk kezelése

A testfelszín több mint 20%-át érintő sérülés esetén kiterjedt vagy súlyos égési sérülésről beszélünk, mert körülbelül ez az a határ, amely fölött a termikus trauma által kiváltott gyulladásos reakció az egész szervezetet érintő, szisztémás gyulladásos válasz egyik első szövődménye az égési sokk. Bár hipovolémiás sokk, patomechanizmusa a septicus sokkéhoz hasonlít, mert kialakulásáért a gyulladásos mediátorok felelősek. Az égési sokk legfontosabb eleme a pulzus- és követ-

kezményesen perctérfogat csökkenéshez vezető plazmavesztés az intersticiális térbe („fehér vérzés”). Fontosnak tartjuk hangsúlyozni, hogy kiterjedt égési sérülést szenvedőknél a vérnyomás normális vagy magas lehet, ezért a sokkindex nem használható. 20% feletti kiterjedés esetén a sokktalanítást haladéktalanul meg kell kezdeni [1, 2].

A sokktalanítás célja a szövetek perfúziójának helyreállítása a minimálisan szükséges folyadék mennyiségével. Az elégtelen folyadékbevitel szervegételességhez vezet, a túlzott folyadékbevitel tüdőödémát, kompartment szindrómát és az égési sérülés kimélyülését okozhatja. Az égési sokk ismerete és kezelése csaknem száz évre tekint vissza [3], mégis a legfontosabb kérdéseket illetően ma sem egységes a szakma. Vitatott a folyadékszükséglet optimális kiszámításának módja, ismét fellángolt a krisztalloid/kolloid vita, és nincs egységes álláspont a sokktalanítás monitorizálásáról.

A képlet-alapú sokktalanítás csaknem teljesen általános az égési sérülteket ellátó centrumokban. A leggyakrabban alkalmazott képletek a *Parkland*- és a módosított *Brooke*-formula, mindkettő széles körben elfogadott. A sérüléstől az első 24 óráig számított folyadékszükséglet a *Parkland*-formula szerint 4 ml/ttkg/TBSA\% (égett testfelszín %), a *Brooke*-formula szerint 2 ml/ttkg/TBSA\% , amelynek a felét az első 8 órában, második felét az ezt követő 16 órában kell beadni [2]. A számított folyadékbevitel mindkét esetben csak útmutatóul szolgál, a tényleges folyadékbevitelt valamilyen élettani paraméter (pl. óradiurézis) alapján szükség esetén módosítani kell. A *Parkland*-formula megalkotása óta tudjuk, hogy bizonyos betegcsoportok ennél jóval nagyobb

mennyiségű folyadékpótlást igényelnek, így például légúti égés, későn kezdett sokktalanítás, politrauma vagy alkoholfogyasztás növeli a sokktalanításhoz szükséges folyadékmennyiséget, akár 9 ml/ttkg/TBSA\% fölé [3].

Az Amerikai Hadsereg Égési Centrumának munkatársai az Irakból és Afganisztánból hazaszállított égési sérültek sokktalanítását vizsgálva azt találták, hogy *Parkland*-formula szerint kezdett sokktalanítás esetén az első 24 óra folyadékszükséglete $5,9 \pm 1,1 \text{ ml/ttkg/TBSA\%}$, módosított *Brooke*-formula szerint indított sokktalanításnál $3,8 \pm 1,2 \text{ ml/ttkg/TBSA\%}$ volt, azonos óradiurézis célérték mellett. Azt a következtetést vonták le, hogy a nagyobb kezdeti folyadékbevitel a sokktalanítás későbbi fázisában is nagyobb folyadékmennyiséget igényel [4].

Bár a nemzetközi ajánlások alapján azonos értékűnek tűnik mindkét formula (illetve a kettő közötti bármely érték), az irodalomban egyre több adatot találunk az általánossá váló túlzott folyadékbevitelről (over-resuscitation), ezért megfontolandó a szakmai szempontból helyesnek ítélt, ugyanakkor fele mennyiséggel indító módosított *Brooke*-sémára áttérni.

Az Amerikai Hadsereg Égési Centrumában egy új folyadékszükséglet számítását dolgoztak ki, amelyet mind a kórházban, mind a hadszíntéren alkalmaznak [5]. A 10-es szabálynak nevezett formulát 2016-ban egy Landstuhlban szervezett Advanced Burn Life Support Provider Course keretében ismertem meg. 40 és 80 kg testtömeg között a kezdő folyadéksebesség az égett testfelszín százalék tízszerese, ml/órában. 80 kg fölött minden 10 kg súlytöbblet a sebesség növelését jelenti 100 ml/órával. Kiszámítása egyszerű, az eredmény jellemzően a

Brooke- és a *Parkland*-formula által adott érték közé esik, ezáltal elkerülhetővé válik a túlzott folyadékbevitel.

A túlzott folyadékbevitel eredményét *Pruitt* „folyadék kicsúszás”-nak (fluid creep) nevezte el. Ez részben azt jelenti, hogy nagy mennyiségű folyadék jut ki a keringésből a szövetek közé, de azt is jelenti, hogy a sokktalanítás kicsúszott a kezünkből. A fluid creep szövődménye lehet generalizált ödéma, tüdőödéma, akut tüdőkárosodás/ akut respirációs distressz-szindróma, az égési sérülés kimélyülése, végtagi kompartment szindróma, másodlagos abdominális kompartment szindróma, orbitális kompartment szindróma. Kialakulásának kockázata jelentősen megnő 6 ml/ttkg/TBSA%/24 óra folyadékbevitel felett, vagy az úgynevezett Ivy index, 250 ml/kg/24 óra folyadékbevitel elérése esetén [3].

Kialakulásában számos tényező játszhat szerepet. A *Parkland*- és *Brooke*-formulák megalkotásakor a cél az akut veseelégtelenség megelőzése volt, amellyel ma már ritkán találkozunk, azonban sok olyan beteget sokktalanítunk, akik *Baxter* idejében nem voltak megmenthetők és a folyadékszükségletük lényegesen nagyobb, mint a *Parkland*-képlet által meghatározott mennyiség. Ugyanakkor az is ismert, hogy az első ellátók az égési sérülés kiterjedését gyakran túlbecsülik, továbbá az égési centrumba érkezésig a betegek a számított napi folyadékszükséglet jelentős részét már megkapják, amely a továbbiakban is megnövekedett folyadékigényt jelent. Szintén ismert jelenség, hogy míg elégtelen óradiurézis mellett a folyadékbevitel sebességét késszek vagyunk növelni, a kívántnál magasabb óradiurézis ritkán eredményezi a folyadékbevitel csökkentését [3].

Bár eredetileg *Baxter* a sokktalanítás utolsó 8 órájában a *Parkland*-séma részeként plazma adását javasolta, és az első *Brooke*-formula is részben koloidra épült, a későbbiekben a koloid adását világszerte mellőzték annak felismerése alapján, hogy kizárólag krisztalloiddal is lehetséges a sokktalanítás. A jelenleg általánossá váló túlzott folyadékbevitel elkerülése céljából azonban ismét egyre elfogadottabbá válik a sokktalanítás kiegészítése koloid oldattal a 8-12. órától. Ez elsősorban sikertelen sokktalanítás, a testfelszín több mint felét érintő sérülés, gyermek- és időskorban indokolt. Koloid oldat alkalmazása a fluid creep megelőzése céljából mindenképpen indokolt, ha a 12. órában számolt, várható 24 órás folyadékbevitel meghaladja az Ivy-indexet. Optimális koloid oldatnak jelenleg az 5%-os humán albumin tűnik, bár számos centrumban friss fagyasztott plazmát használnak [6].

Fluid creep kialakulásához vezethet a korszerű, invazív mérésekkel meghatározott célértékek alapján vezetett sokktalanítás is. Bár egyes munkacsoportok ezt tartják követendőnek, más szerzők nem látják igazoltnak és változatlanul az óradiurézis követését javasolják a folyadékbevitel sebességének meghatározásához [1].

Enzimatis debridement

2012-ben Nexobrid néven (Mediwound GmbH, Németország) egy új, növényi enzim-alapú készítmény került Európában forgalomba az égési sebek enzimatis feltisztítása céljából. A Nexobrid hatóanyaga az ananásznövény szárából kivont bromelain [7].

Több mint 500 kezelés tapasztalata alapján egy neves szakértőkből álló európai munkacsoport 2017-ben

konszenzus dokumentumot publikált [8]. Szakértői vélemény és a rendelkezésre álló irodalmi adatok alapján a készítménnyel végzett débridement számos előnnyel jár a hagyományos sebészi nekrektómiához képest. Az enzim fontos tulajdonsága, hogy szelektív nekrektómiát végez, csak az elhalt szöveteket távolítja el. Ezzel szemben a tangenciális excízió során jelentős mennyiségű ép szövet is áldozatul esik. További előnye, hogy enzimátikus nekrektómia után nagyobb arányban jön létre spontán hámosodás, mint kimetszés után, így csökken a bőrátültetést igénylő sebek száma. A kezelés kisebb vérvesztéssel, gyorsabb feltisztulással és gyógyulással jár, mint a sebészi kezelés. A tapasztalat azt mutatja, hogy a mély másodfokúnak vagy harmadfokúnak ítélt, és műtéti indikációt (kimetszés+bőrátültetés) jelentő sebek enzimátikus feltisztítása után a sebek gyakran felületesebbnek bizonyulnak, és a szelektív nekrektómia után megmaradó életképes irharéteg spontán hámosodást tud biztosítani. Enzimátikus kezelést követően a funkcionális és esztétikai eredmények a sebészi kezelés eredményeivel azonosnak bizonyultak [9, 10].

A Nexobrid alkalmazása egy összetett kezelés. A seb mechanikai tisztítását követően nedves kötéssel kell a sebfelszínt előkészíteni, a környezetet vazelinnel vagy stóma pasztával védeni, majd a kenőcsöt 1,5-3 mm vastagságban felvinni és okkluzív kötéssel fedni. Az enzim hatásának kifejtéséhez 4 óra szükséges, ezt követően ismételt sebtisztítást kell végezni és nedves kötést felhelyezni. A további kezelés a kenőcs eltávolítása után dönthető el. Konzervatív kezelés választása esetén a teljes hámosodásig szükséges a nedves környezet biztosítása, erre elsősorban Suprathel vagy allograftot

javasolnak. Az enzimátikus débridement után egyértelműen mélynek ítélt sebekon bőrátültetés indokolt. Az enzimátikus kezelés erős fájdalommal jár, ezért szedációval, analgosedációval kell kiegészíteni. A készítmény engedélye felnőttekre és a testfelszín kisebb mint 15%-ának kezelésére szól, azonban jó tapasztalatok vannak gyermekek kezelésében és a testfelszín akár 30%-án történő alkalmazással is [7].

Meek mikrografting

A részvastag bőrgraft méretének növelésére általánosan alkalmazott eljárás a ráncsozás vagy hálósítás. Ez különös jelentőséggel bír kiterjedt égési sérülésben, ahol korlátozott a rendelkezésre álló adóterület. A ráncsozás és nyújtás aránya 1:1-től 1:9-ig lehetséges. 1:3-4 arány felett azonban a graft kezelhetetlenné, transzplantálhatatlanná válik. A hálósítási arány növelésével a rácsközök egyre nagyobbakká, a rácsközök széleit képező bőr-csíkok egyre vékonyabbá válnak. A cérnavékony bőr-csíkok szakadékonnyak és a hámfelszín befordulása miatt nem biztosítják az irharéteg sebfelszínre történő felfekvését.

Ennek kiküszöbölésére Meek 1958-ban javasolta az apró bélyegekkal végzett mikrotranszplantációs technikát, amelynek továbbfejlesztése Kreis nevéhez fűződik (1993). Jelenleg a meek-technika alkalmazását a holland Humeca cég speciális hálósító eszköze és rendszere biztosítja világszerte és az utóbbi években egyre elterjedtebbé válik [11].

A módszer lényege, hogy 42×42 mm-es parafa lapokra kell a részvastag graftot felvinni, úgy hogy az irhafelszín fekszik a lapra. A Meek-hálósítóba egyszerre két kocka helyezhető. A vágást az egyik, majd 90 fokban elfordítva arra merőleges

irányban végzi 13, egymástól 3 mm-re elhelyezett penge. Így az első vágás után 14 db 3 mm-es csík jön létre, a második vágás után 196 db négyzet alakú bőrsziget. Ekkor a hámfelszín adhezív spray-jel kell befűjni és egy speciálisan kialakított poliamid hordozó hálóra ragasztani. A későbbi manipuláció megkönnyítése érdekében a poliamid hálót egy vékony alumínium lemez erősíti. Néhány perc várakozás után a parafa lemez eltávolítható. A hordozó felületet mindkét irányba megfeszítve, a teljes kisimulásig, a hámszigetek eltávolodnak egymástól. A hálósítás és nagyítás mértékét a hordozó eredeti hajtogatása határozza meg. 1:3, 1:4, 1:6 és 1:9 arányú nagyítást biztosító hordozók választhatóak.

Az irodalmi adatok szerint a meektechnikával végzett transzplantáció megtapadási aránya 80% feletti és egy műtét során akár a testfelszín több mint 40%-ának fedését is biztosítani tudja, így kiválthatja a költséges és bizonytalan eredményű keratinocita tenyésztést. Az optimális eredmény elérése céljából, mély égési sérülés esetén a sebalap allografftal történő előkészítését javasolják. *Kreis* módosítása szerint a poliamid háló eltávolítása után (7-10. nap) szintén allografftal történő fedés célszerű a teljes hámosodásig [12,13].

Bioszintetikus bőrpótló anyagok

A bőrhelyettesítő anyagok területén világszerte intenzív kutatás folyik, és korábbi összefoglalónk [14] óta számos érdekes eredmény született. Ezek közül kiemelendő a hámfelszín ideiglenes helyettesítésére szolgáló Suprathel és a teljes vastagságú bőrhíányok végleges pótlására kifejlesztett autológ, kétrétegű tenyésztett bőr.

A Suprathel (PolyMed Innovations Gmbh, Németország) egy vékony, tejsav polimérből álló membrán, amely a hámréteg ideiglenes helyettesítésére szolgál. Kiválóan alkalmazható másodfokú (felületes és átmeneti mélységű) égési sérülés, illetve a részvastag bőrgraft adóterületének konzervatív kezelésére. Sikeresen alkalmazták gyermek és felnőtt sérülteknél, sőt egy 80 éves betegen a testfelszín 51%-át érintő másodfokú égési sérülés kezelésében is, ahol a hámhány 97%-a 14 nap alatt gyógyult [15,16].

A seb feltisztítását követően a Suprathel, enyhe nyújtás mellett, könnyen felhelyezhető a sebfelszínre, amelyen nedvesség hatására rövid időn belül rögzül. Jól modellálható, ezért inkongruens felszíneken is alkalmazható. Porozitása biztosítja a sebváladék távozását, a membrán alatt nem alakul ki fertőzésveszélyt jelentő váladékretenció. A Suprathel a felhelyezést követően azonnali fájdalommentességet biztosít és a teljes hámosodásig fennmarad a sebben, hámosodást követően pergamen-szerűen leválik. Fedésére impregnált lap és gézlapok szükségesek, a fedőkötést a gyógyulásig néhány alkalommal cserélni kell. Kötéscsere alkalmával a membrán áttetszőségének köszönhetően a sebalap ismételt megítélhető, a kezelés nyomom követhető. Az 1-6. ábra kéz felületes másodfokú égési sérülésének kezelését mutatja osztályunkon. Suprathel kezeléssel tíz nap alatt teljes hámosodást értünk el.

A Suprathel a felületes bőrhíányok konzervatív kezelésével szemben támasztott korszerű követelményeknek minden szempontból eleget tesz. Alkalmazásával más kezelési lehetőségekhez képest szignifikáns fájdalomcsökkenés érhető el, kevesebb kötéscsere van szükség, és kényelmesebb mind a keze-



1. ábra. *Forrázás által okozott tenyéri hámphiany*



4. ábra. *Fedés a kézháton*



2. ábra. *Hámphiany a kézháton*



5. ábra. *Teljes gyógyulás a 12. napon*



3. ábra. *Fedés Suprathellel*



6. ábra. *Hámosodott kézhát a 12. napon*

lőszemélyzet, mind a beteg számára. Tekintettel arra, hogy nem állati vagy humán eredetű, nem jelent betegségátviteli kockázatot, illetve alkalmazását nem korlátozhatja vallási megfontolás. Bár az egyszerű bekerülési ára meghaladja más, azonos indikációban használt termékek árát, a teljes kezelési költség figyelembevétele esetén költséghatékonynak bizonyult. A teljes kezelés és gyógyulási folyamat során biztosított fájdalommentesség miatt a közeljövőben rendkívüli szerepe lehet gyermekek másodfokú égési sérüléseinek kezelésében [17,18].

Kiterjedt, mély égési sérülés kezelésénél az adóterület hiánya miatt rendkívüli kihívást jelent a bőrhiány pótlása. Bár az autológ tenyésztett keratinocíával történő fedést az élenjáró égési centrumok több mint 30 éve sikeresen alkalmazzák és a módszer életmentő eljárásnak tekinthető, súlyos problémát jelent az irharéteg hiánya. Intenzív kutatás folyik az irharéteg és a hám egyidejű pótlásának megoldásáért. Rendkívüli eredményt ért el ezen a téren egy kanadai munkacsoport „kétrétegű, ön-épített bőrhelyettesítő” (bilayered self-assembled skin substitute) előállításával. Munkájuk alapját az a megfigyelés képezte, hogy a fibroblasztok megfelelő tenyésztési körülmények között külső minta nélkül is képesek extracelluláris mátrix kialakítására. A betegtől nyert autológ fibroblasztok által képzett vékony irhalemezek egymásra ültetésével egy kellő vastagságú irharéteget alakítanak ki. Ezt követően a beteg hámsejtjeit ezen a bioszintetikus irhavázon tenyésztik, amíg kialakul az irharéteggel és többrétegű hámmal bíró bőrhelyettesítő. Az utolsó tíz napon a tenyésztett bőrt a tenyésztőmedium-levegő határ-

ra kiemelve kiváltják a hámfelszín elszarusodását, így mintegy 10 hét után teljesértékű bőr átültetését tudják biztosítani [19].

További fejlesztést jelentett az azonos technikával készült, előregyártott, sejtmentes irhaváz létrehozása. Neonatalis fibroblasztok tenyésztésével alakítják ki az irhavázat, majd a fibroblasztok kimosása után -20°C -on tárolják. Kioltvasztás után a betegtől nyert autológ fibroblasztok és keratinociták tenyésztésére alkalmazható. Ezzel a módszerrel a bőrbioptizációtól a bőráttületeségig terjedő idő 40 napra csökkenthető [20]. A 12 betegen elért rendkívüli klinikai eredményekről nemzetközi kongresszusokon számoltak be [21].

A bemutatott eljárások az égési sérültellátás kritikus kérdéseire nyújtanak korszerű választ. Az égési sokk kezeléséhez szükséges folyadékmenyiség meghatározásában új szemléletet jelent a 10-es szabály. Az átmeneti mélységű égés kezelésének megválasztásában (konzervatív vagy műtéti) minden eddiginél nagyobb segítséget jelenthet a kémiai nekrektómia elterjedése. A Suprathel jelenleg optimális megoldásnak tűnik a spontán hámosodásra képes sebek ideiglenes fedése céljából, a kétrétegű, bioszintetikus autológ bőr pedig az égésbészlet legnagyobb problémájára nyújt egy ígéretes megoldást.

Véleményem szerint a hazai égési sérültellátás jelenleg igen komoly lemaradást mutat a világ élvonalához képest. A korszerű eljárások bevezetését mindenképpen célul kell tűzzük, de ezek mellett, vagy akár előtt, olyan sürgető problémák megoldását is szorgalmazni kell, mint egy égési centrum kialakítása vagy az allograft ellátás biztosítása.

Irodalom

- [1] Gillenwater, J., Garner, W.: Acute fluid management of large burns. Pathophysiology, monitoring, and resuscitation. *Clin. Plast. Surg.*, 2017, 44: 495-503.
DOI: 10.1016/j.cps.2017.02.008
- [2] Pham, T.M., Cancio, L.C., Gibran, N.S.: American Burn Association Practice Guidelines burn shock resuscitation. *J. Burn Care Res.*, 2008, 29: 257-66.
DOI: 10.1097/BCR.0b013e31815f3876
- [3] Saffle, J.R.: Fluid creep and over-resuscitation. *Crit. Care Clin.*, 2016, 32: 587-98.
DOI: 10.1016/j.ccc.2016.06.007
- [4] Chung, K.K., Wolf, S.E., Cancio, L.C. és mtsai: Resuscitation of severely burned military casualties: fluid begets more fluid. *J. Trauma*, 2009, 67: 231-7.
DOI: 10.1097/TA.0b013e3181ac68cf
- [5] Caldwell, N.W., Serio-Melvin, M.L., Chung, K.K. et al.: Follow-up evaluation of the U.S. Army Institute of Surgical Research Burn Flow Sheet for en route care documentation of burned combat casualties. *Mil. Med.*, 2017, 182: 2021-6.
DOI: 10.1097/TA.0b013e3181ac68cf
- [6] Cartotto, R., Greenhalgh, D.: Colloids in acute burn resuscitation. *Crit. Care Clin.*, 2016, 32: 507-23.
DOI: 10.1016/j.ccc.2016.06.002
- [7] Schulz, A., Perbix, W., Shoham, Y. et al.: Our initial learning curve in the enzymatic debridement of severely burned hands – Management and pitfalls of initial treatments and our development of a post debridement wound treatment algorithm. *Burns*, 2017, 43: 326-36.
DOI: 10.1016/j.burns.2016.08.009
- [8] Hirche, C., Citterio, A., Hoeksema, H. et al.: Eschar removal by bromelain based enzymatic debridement (Nexobrid) in burns: An European consensus. *Burns*, 2017, 43: 1640-53.
DOI: 10.1016/j.burns.2017.07.025
- [9] Schulz, A., Fuchs, P.C., Rothermundt, I. et al.: Enzymatic debridement of deeply burned faces: healing and early scarring based on tissue preservation compared to traditional surgical debridement. *Burns*, 2017, 43: 1233-43.
DOI: 10.1016/j.burns.2017.02.016
- [10] Schulz, A., Shoham, Y., Rosenberg, L. et al.: Enzymatic versus traditional surgical debridement of severely burned hands: a comparison of selectivity, efficacy, healing time, and three-month scar quality. *J. Burn Care Res.*, 2017, 38: 745-55.
DOI: 10.1097/BCR.0000000000000478
- [11] Medina, A., Riegel, T., Nystad, D. et al.: Modified Meek micrografting technique for wound coverage in extensive burn injuries. *J. Burn Care Res.*, 2016, 37: 305-13.
DOI: 10.1097/BCR.0000000000000244
- [12] Chong, S. J., Choke, A., Tan, B. K.: Technical tips to enhance micrografting results in burn surgery. *Burns*, 2017, 43: 983-986.
DOI: 10.1016/j.burns.2017.01.030
- [13] Rode, H., Martinez, R., Potgieter, D. et al.: Experience and outcomes of micrografting for major paediatric burns. *Burns*, 2017, 43: 1103-10.
DOI: 10.1016/j.burns.2017.02.008
- [14] Halmy, Cs., Nádai, Z., Juhász, Zs. et al.: Bőrpótlási lehetőségek biológiai és bioszintetikus anyagokkal kiterjedt égési sérülésben. *Orv. Hetil.*, 2008, 149: 915-919.
- [15] Highton, L., Wallace, C., Shah, M.: Use of Suprathel for partial thickness burns in children. *Burns*, 2013, 39: 136-41.
DOI: 10.1556/OH.2008.28223
- [16] Fischer, S., Kremer, T., Horter, J.: Suprathel for severe burns in the elderly: case report and review of the literature. *Burns*, 2016, 42: 86-92.
DOI: 10.1016/j.burns.2016.05.002
- [17] Hundeshagen, G., Collins, V.N., Wurzer, P. et al.: A prospective, randomized, controlled trial comparing the outpatient treatment of pediatric and adult partial-thickness burns with Suprathel or Mepilex Ag. *J. Burn Care Res.*, 2017, 38: (epub ahead of print)
DOI: 10.1097/BCR.0000000000000584
- [18] Everett, M., Massand, S., Davis, W. et al.: Use of a copolymer dressing on superficial

and partial-thickness burns in a paediatric population. *J. Wound Care*, 2015, 24: S4-S8.
DOI: 10.12968/jowc.2015.24.Sup7.S4.

- [19] Larouche, D., Cantin-Warren L., Desgagné, M. et al.: Improved methods to produce tissue-engineered skin substitutes suitable for the permanent closure of full-thickness skin injuries. *Biores Open Access*, 2016, 5: 320-9.
DOI: 10.1089/biores.2016.0036
- [20] Beaudoin-Cloutier, C., Guignard, R., Bernard, G. et al.: Production of a bilayered self-assembled skin substitute using a tissue-engineered acellular dermal matrix. *Tissue Eng. Part C Methods*, 2015, 21: 1297-305.
DOI: 10.1089/biores.2016.0036
- [21] Duranceau, L., Genest, H., Bortoluzzi, P. et al.: Successful grafting of a novel autologous tissue-engineered skin substitutes (dermis and epidermis) on twelve burn patients. *J. Burn Care Res.*, 2014, 35: S121.

Col. Cs. Halmy MDMC

New methods in acute burn surgery

Author provides a review on hot topics in burn surgery, like fluid resuscitation, enzymatic débridement, temporal and permanent skin substitution.

Keywords: *burn shock, fluid resuscitation, enzymatic débridement, skin replacement*

*Dr. Halmy Csaba o. ezds.
1134 Budapest, Róbert Károly krt. 44.*