

A Debreceni Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Bőrgyógyászati Tanszék, MTA Kiváló Kutatóhely<sup>1</sup>, a Debreceni Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Aneszteziológiai és Intenzív Terápiás Tanszék<sup>2</sup>, és a Debreceni Egyetem, Fogorvostudományi Kar, Fogorvosi Műtéttani Koordináló nem önálló Tanszék<sup>3</sup> közleménye

## Iatrogén elektromos égések tanulságai

DR. HABA GERGŐ<sup>1</sup>, DR. PÉTER ZOLTÁN<sup>1</sup>, DR. ERDEI IRÉN<sup>1, 2</sup>,  
DR. JENEI KLUCH LENKE<sup>1, 2</sup>, DR. SZEGEDI ANDREA<sup>1</sup>, DR. JUHÁSZ ISTVÁN<sup>1, 3</sup>

DOI: <https://doi.org/10.21755/MTO.2024.067.0204.005>

### ÖSSZEFOGLALÁS

A modern sebészetben szinte minden esetben alkalmazunk valamilyen magas frekvenciájú, elektrosebészeti eszközt, amelynek elektrotermikus hatása révén célzott szöveti roncsolást érünk el. A műtét közben keletkező elektromos áram kiváltotta égési sérüléseknek három fő lehetséges oka lehet. Tüzet okozhat a beteg lemosásakor alkalmazott gyúlékony antiszeptikum lángra lobbanása, égéshez vezethet a bőr nem tervezett érintkezése az elektrosebészeti műszerrel, valamint leggyakoribb ok a monopoláris eszköz helytelen használata, ami általában a neutrális elektróda hibás érintkezésének a következménye. Iatrogén, elektromos áram okozta égések bár ritkán fordulnak elő (irodalom szerint sporadikus) jelentőségük semmiképpen nem elhanyagolható. Ezen elektromos sérülések gyakran mély, a bőr valamennyi rétegét érintő harmadfokú égések. Elektromos sérülések révén az égésekkel kapcsolatos általános megfontolások mellett minden esetben gondolni kell a „felszín alatti” hatásaira is. Nem elhanyagolható pszichésen megterhelő hatásuk sem. Mindezek mellett az operáló intézetet érintő jogi következményekkel is gyakran számolni kell. Cikkünk három intraoperatív létrejött elektromos égési sérülést mutat be. Célunk az ellátás három alternatív lehetőségének bemutatása (negatív nyomású sebkezelés (NPWT) és félvastag bőr átültetés; lebenyképzés; necrectomiát követő primer zárás), a műtétet követő hegkezelés és eredményeinek bemutatása, a „sebészeti-team” figyelmének felhívása ezen elkerülhető sérülésekre.

**Kulcsszavak:** *Égési sérülés; Elektrosebészet; Iatrogén ártalom; Intraoperatív komplikáció;*

*G. Haba, Z. Péter, I. Erdei, L. Jenei Kluch, A. Szegedi, I. Juhász: Iatrogenic electric burns and lessons learned from our cases*

In most cases, high-frequency electrothermal instruments are used in modern surgery, which utilize their electrothermal effects to achieve targeted tissue destruction. However, there are three main potential causes that may result in electrical burn injuries during surgery: fire caused by the ignition of flammable antiseptic solutions, burns from unintended contact between the device and the skin, and the most common cause is the improper use of the monopolar device, often due to faulty placement of the neutral electrode. Although iatrogenic electrical burns are rare (sporadically reported in the literature), their significance cannot be overlooked. These injuries often present as deep, third-degree burns affecting all layers of the skin. Beyond the usual concerns with burns, electrical injuries require special attention to potential damage beneath the skin's surface. The psychological effects of these injuries are also considerable. Furthermore, legal consequences are often involved, potentially affecting both the operating surgeon and the treating hospital. This article discusses three cases of intraoperative electrical burns. Our aim is to present three alternative treatment options (negative pressure wound therapy (NPWT) with split-thickness skin grafting, flap closure, necrectomy and primary closure), and to share our results in post-operative scar management, drawing the surgical team's attention to these avoidable injuries, while emphasizing the importance of education and further training.

**Keywords:** *Burns; Electrosurgery; Iatrogenic disease; Intraoperative complications;*

## BEVEZETÉS

A modern sebészetben szinte minden esetben alkalmazunk valamilyen magas frekvenciájú, elektrosebészeti eszközt, amelynek elektrotermikus hatása révén célzott szöveti roncsolást érünk el (2, 8). Ezen magas frekvenciájú eszközök százezer Hertz frekvencia felett működnek, így minimalizálva az áramütés kockázatát (8, 11). Bipoláris eszköz esetén az áram az eszköz két hegye között halad, így a betegen nem halad át az áram. Monopoláris eszköz esetén az áramkör a beteg testén keresztül záródik, a készülék a beteggel a nagy felületű neutrális elektródával és a kis keresztmetszetű aktív elektródával is érintkezik, és éppen ezért csak utóbbi helyen keletkezik roncsoló hatású elektromos kisülés (4, 8, 11). A iatrogén elektromos égések 19%-a köthető az elektroauterek használatához. Iatrogén elektromos égési sérülések 1000 műtét során 1–2 alkalommal fordulnak elő, bár igen kevés irodalmi adat áll rendelkezésünkre ezen statisztikát illetően (6). A műtét közben keletkező elektromos áram kiváltotta égési sérüléseknek három fő lehetséges oka lehet. Tüzet okozhat a beteg lemosásakor alkalmazott gyúlékony antiszeptikum lángra lobbanása; égéshez vezethet a bőr nem tervezett érintkezése az elektrosebészeti műszerrel, valamint leggyakoribb ok a monopoláris eszköz helytelen használata, ami általában a neutrális elektróda hibás érintkezésének a következménye (2–5, 8). A iatrogén elektromos áram okozta égések bár ritkán fordulnak elő, jelentőségük semmiképpen nem elhanyagolható. Ezen elektromos sérülések gyakran mély, a bőr valamennyi rétegét érintő harmadfokú égések, a felszínen látott kép így gyakran csak „a jéghegy csúcsa” (2, 4, 8). Ezen égési sérülésekkel kapcsolatosan a jogi problémát az okozza, hogy gyógyulási idejük gyakran nyolc napon túli. Bár a neutrális elektródát leggyakrabban nem a műtétet végző operatőr helyezi fel a betegre, a felelősség mégis őt illeti. Amennyiben a beteg kártérítésére kerül sor, úgy az anyagi következmények az ellátó intézményt terhelik (6).

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A iatrogén elektromos égések igen ritkán kerülnek jegyzőkönyv alá, így valószínű, hogy előfordulásuk jóval gyakoribb, mint azt az irodalmi adatok alapján becsülhető lenne. Cikkünkben három eset tapasztalatait írjuk le, mely esetekben, alkalmazkodva az adott sérülések körülményeihez, az égés ellátásának három különböző módját tudjuk bemutatni. A munka során az ellátás kapcsán keletkezett ambuláns lapokat, zárójelentéseket és leleteket dolgoztuk fel. Valószínűsíthető, hogy ezen idő alatt is több olyan eset lehetett, amelyben nem történt égés-sebészeti konzílium, így ezek nem kerültek látókörünkbe.

## EREDMÉNYEK

### 1. eset

9 hónapos lánygyermek. A 38. gesztációs héten, 2930 g súllyal, a kórelőzményben előfordult sectio caesarea miatt császármetszéssel született lánygyermek. Születéskor 10/10-es Apgar érték volt észlelhető. 2,5 hónapos korában derült fény hydrocephalusára, mely hátterében plexus choroideus hypertrophia állt. MR vizsgálat igazolta a hypertenzív hydrocephalus internust. Fentiek miatt ventriculo-peritonealis shunt került beültetésre. Későbbiekben, a továbbra is fennálló hypertenzív tünetek miatt többszöri revízió, végül a shunt hasi szárának externalizációja történt meg (ezen napi kb. 1000–1200 ml liquor ürült). Emiatt a plexus choroideus coagulatióval történő kiirtására került sor, első ülésben a jobb oldalon. Mivel a liquor ürülés továbbra sem csökkent, a bal oldali plexus choroideus coagulatióját is elvégezték.

Az 1. ábrán látható az utóbbi műtét során, az intraoperatív szakaszban észlelt, a jobb comb feszítő felszínén létrejött égési sérülés, mely a neutrális elektród érintkezésének megfelelően jött létre. A kialakult harmadfokú égés 3x7 cm-es területet érintett, mely körül megfigyelhető volt a környezeti hyperaemia és oedema. Intraoperatív konzílium történt,

mely során gondos sebtoiletet követően, hidrokolloid intelligens kötszert alkalmaztunk és steril fedőkötést helyeztünk fel. Másnap necrectomiát végeztünk, valamint negatív nyomású vákuum terápiát indítottunk  $-75$  Hgmm-es nyomás mellett. Az NPWT során alkalmazott szivacsot két alkalommal cseréltük, ezt követően pedig a 10. posztoperatív napon félvastag bőr transzplantációt végeztünk. Az égési sérülésből, valamint annak ellátása során adódó szövődményt nem észleltünk.

A műtét utáni hegképződést, valamint a heg érését 7 hónapon keresztül volt lehetőségünk követni. A 2. ábrán látható, hogy a hegkezelés során a kezdődő hypertrophia miatt eleinte szilikon gél kötszert alkalmaztunk, melyet az első hónap után kezdődő minimális hyperpigmentatio miatt flavonoidokat és fényvédő faktort is tartalmazó kombinált krémmel egészítettünk ki. A hegek alakulását az alábbi ábráson láthatjuk (felső sorban a transzplantált terület, míg alatta a donor terület).



**1. ábra**

- a) A kialakult égési sérülésre felhelyezett hidrokolloid intelligens kötszer látható.  
 b) Másnap a kötszer eltávolítása után látható a  $3 \times 7$  cm-es harmadfokú égési sérülés, az azt körülvevő hyperaemiás, oedemás udvarral.  
 c) A sérülés másnapján általános érzéstelenítésben necrectomiát végeztünk.  
 d) Ezt követően NPWT terápiát indítottunk, és  $-75$  Hgmm-es nyomást alkalmaztunk.



**2. ábra**

- a) Egy hónappal a bőrátültetés után látható aktív heg. Észlelhető volt a kezdődő hypertrophia, emiatt formázott szilikon gél alkalmaztunk, kötésben.
- b) 2,5 hónappal a graft műtét után, centrálisan észlelhető volt az induló hyperpigmentatio, emiatt flavonoidokat és fényvédő faktort is tartalmazó kombinált krémet alkalmaztunk.
- c) Hét hónappal a műtétet követően pigmenteltérés már nem volt észlelhető. A továbbra is fennálló hypertrophia miatt a szilikon gél kötszert tovább alkalmaztuk.
- d) A félvastag bőr donor területe 1 hónappal a műtét után még hyperaemiás.
- e) 2,5 hónappal a műtét után a donor terület hyperaemiája csökkent.
- f) Hét hónappal a műtétet követően a hyperaemia tovább mérséklődött.

## 2. eset

67 éves nőbeteg. A jobb oldali váll arthroszkópos műtétét végezték ortopédiai osztályon.

A 3. ábrán látható a műtét során a bal combra rögzített neutrális elektródnak megfelelően kialakult iatrogén elektromos égési sérülés. A kialakult harmadfokú égés 2,5×8 cm-es területet érintett, amely körül megfigyelhető volt a környezeti hyperaemia és oedema.

A sérülés észlelését követően posztoperatív konzílium történt, amely során javasoltuk a beteg átvételét Klinikánkra. Felvételekor tetanus toxoid oltást kapott, ezt követően még aznap narcosisban necrectomiát végeztünk, majd a keletkezett defektust ideiglenesen poliuretán hab kötszerrel fedtük. A posztoperatív 6. napon a korábbi műtét területéről a poliuretán hab kötszert eltávolítottuk, a sebalapot feltisztítottuk, a környező bőrből félvastag bőrt

vettünk és a defektust autológ félvastag bőr mesh grafttal fedtük, majd negatív nyomású vákuum terápiát indítottunk.

A 4. ábrán az látható, hogy kötőcsere alkalmával az átültetett graft sápadt szürkés színezetű volt, nagy része nem tapadt meg, míg a seb környezete reakciómentesnek bizonyult. Így az utóbbi műtéttől számított 15. posztoperatív napon helyi érzéstelenítésben a bal comb sebét kimetszettük és a defektust subcutis nyelű lebennyel valamint feszítelő öltések fölött drainnel láttuk el és csomós öltésekkel zártuk. Szövődmény ezt követően nem alakult ki. Varratszedésre a műtét utáni 9. napon került sor. A műtét utáni hegképződést, valamint a heg érését 14 hónapon keresztül volt lehetőségünk követni. A műtéti terület per

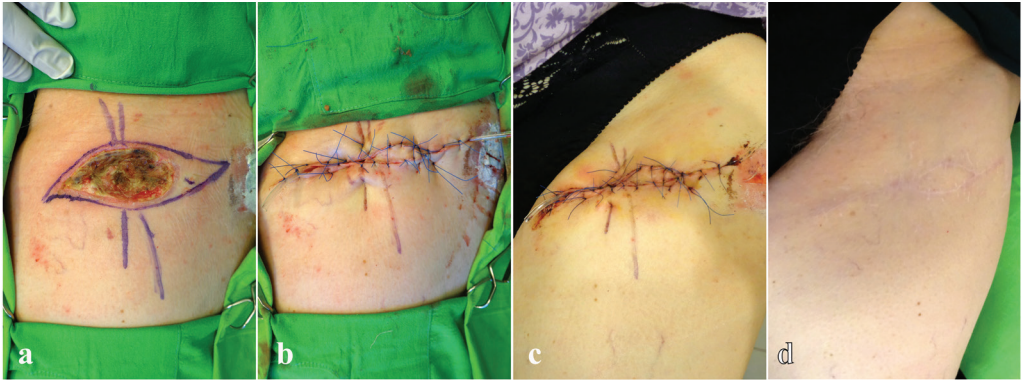
primam gyógyult, az optimális hegképződését elősegítő kötszerre, készítményre nem volt szükség.

Esetünkben a bevezetőben már említett jogi következmények is megjelentek. Ennek során betegünk kártérítési igényt nyújtott be, hivatkozva a munkából és mindennapi életből történő kiesésre, valamint a maradandó testi és lelki sérülésekre is. Ahogyan említettük ezen sérülések és kezelésük pszichés megterhelő hatása semmiképpen sem elhanyagolható. Betegünk elmondása szerint mind gyógyszeres (antidepresszáns terápia), mind szakpszichológussal történt terápiára szüksége volt lelki sérüléseinek feldolgozásában. Végezetül jogi peren kívüli megállapodás született, amely a beteg kártérítésével zárult.



**3. ábra**

- a) A neutrális elektróda helyének megfelelően létrejött harmadfokú égési sérülés a combon, mely 2,5×8 cm-es területet érintett. Látható a környezeti hyperaemia és oedema.
- b) Az érintett terület a necrectomiát követően.
- c) A kimetszés után keletkezett defektus ideiglenesen poliuretán hab kötszerrel fedve.
- d) A posztoperatív 6. napon a korábbi műtét területéről a poliuretán hab kötszert eltávolítottuk, a sebalapot feltisztítottuk, a környező bőrből félvastag bőrt vettünk és a defektust autológ félvastag bőr mesh grafttal fedtük.
- e) A félvastag mesh graft felett negatív nyomású vákuum terápiát indítottunk. A kép bal oldalán látható az NPWT fóliával izolált szivacs, míg ettől jobbra a donor terület ezüst tartalmú kötszerrel fedve.



**4. ábra**

- a) A képen a nagyrészt elhalt graft látható, a tervezett kimetszés vázlatával. A seb környezete reakciómentes.  
 b) A bal comb sebének kimetszése után a defektust subcutis nyelű lebennyel, valamint fesztelenítő öltések fölött drainnel láttuk el, és csomós öltésekkel zártuk.  
 c) A lebenyes zárást követő első posztoperatív napon látható a jó keringésű subcutis nyelű lebenny.  
 d) A lebenyes zárás után 14 hónappal látható a per primam gyógyult vékony vonalas heg.

### 3. eset

27 éves nőbeteg. Nőgyógyászati kisműtétet követően észlelték a bal felkaron, a neutrális elektródnak megfelelő, kb. 2,5 cm átmérőjű, harmadfokú égési sérülését, amely az 5. ábrán látható. Észlelést követően sebtoiletet végeztek, majd steril fedőkötéssel látták el a sérülést. Kontroll laborvizsgálat során észlelték kissé emelkedett kardiális necroenzim szintjeit, amelyek másnapra normál tartományba kerültek. EKG-n jobb Tawara szár blokk volt látható. Echocardiographia során mitralis prolapsus került leírásra, valamint ínhúr ruptura merült fel, mely későbbiekben nem igazolódott. Mivel korábbi kardiológiai vizsgálatok nem történtek,

így nem egyértelmű, hogy az észlelt eltérések az eddigiekben is fennálltak, vagy a műtét és az annak során létrejött elektromos sérülés következményei.

A beteg exmisszióját követően javasoltuk felvételét osztályunkra, amelyet elfogadni nem tudott. Így kompromisszumként lokális anesztéziában necrectomiát követően primer zárás történt. A varratszedést két lépcsőben végeztük a posztoperatív 14., valamint a 21. napon. A heg képződését és érését fél éven át követtük. Tekintettel a nagyfokú feszülésre, amely a defektus zárása során jött létre a heg érése nem volt optimális. A kezdetben észlelt hypertrophia miatt szilikon tartamú kötszereket alkalmaztunk.



**5. ábra**

- a) A műtétet követően, a neutrális elektróda helyén létrejött, 2,5 cm átmérőjű, harmadfokú égési sérülés a bal felkaron, a környezeti hyperaemiával és oedemával.
- b) A posztoperatív első napon készült kép, melyen láthatóak az in situ horizontális Allgöwer matracöltések. A sebzés nagyfokú feszülés mellett volt lehetséges.
- c) A posztoperatív 14. napon készült kép, részleges varratszedést követően. A leginkább feszülő részen látható egy meghagyott sutura.
- d) Műtét után fél évvel készült kép. A jelentős feszülés következtében a hegképződés nem volt optimális, így a heg széthúzódott, végeredményben szélesebb lett.

## KÖVETKEZTETÉS

Konklúzióként megállapítható, hogy a iatrogén elektromos égési sérülések hatásmechanizmusából adódóan bár általában kis felületet érintenek, de legtöbbször mély égési sérülések.

Elektromos áram okozta sérülések révén minden esetben gondolni kell egyéb lehetséges szövődményekre is (szívritmus zavarok, rabdmiolízis, belszeri sérülések, idegsérülések, fertőzések stb.) (1, 9, 12). Mindezek növelik a kórházban töltött napok számát, így az ellátás költségeit (3). Az említett szövődmények mellett gondolni kell a betegeket érintő pszichés megterhelésre, valamint az operatort és operáló intézményt érintő jogi és anyagi következményekre is.

A neutrális elektróda helyén létrejövő iatrogén elektromos égési sérülések könnyen elkerülhetőek amennyiben betartjuk a

neutrális elektróda elhelyezésének alapvető szabályait. A neutrális elektródának annak teljes felületével kell érintkeznie a beteggel, azt a műtéti terület közelében kell elhelyezni, tiszta és szőrtelen felületen, izom felett. Amennyiben a műtét elhúzódó, vagy a beteget mozgatni kényszerülünk, úgy minden esetben ellenőrizni kell annak helyzetét, a beteg végleges pozícionálását követően mindig ellenőrizni kell a neutrális elektróda helyzetét (3). Ezen égési sérülések elkerülésének egy alternatív módszere lehet az érintkezésmentes földelés alkalmazása is (10). Ahhoz, hogy ezen sérüléseket elkerüljük szükséges, hogy mind az orvosok, mind a teljes műtéti-team megértse az elektrosebészeti eszközök működését, különös tekintettel a monopoláris készülékekre, továbbképzésekre, valamint új eszköz esetén annak forgalmazója által tartott oktatásokra és rendszeres továbbképzésekre.

## IRODALOM

1. Arnoldo BD, Purdue GF. The diagnosis and management of electrical injuries. *Hand Clin.* 2009. 25(4): 469-479. <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2009.06.001>
2. Bae HS, Lee MY, Park JU. Intraoperative burn from a grounding pad of electrosurgical device during breast surgery. *Medicine (Baltimore).* 2018. 97(1): e8370. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000008370>
3. Gupta K, Kumar GVP, Bansal A, Mehta Y. Burn injury by displacement of electrocautery plate. *Indian J Anaesth.* 2011. 55(6): 634-635. <https://doi.org/10.4103/0019-5049.90636>
4. Kaya B, Celik B, Cerkez C, Aslan E. Iatrogenic burns. *Turkish Journal of Plastic Surgery.* 2016. 24(1): 35-38.
5. Marwah S, Singla SL. Spirit-induced cautery burns: An unusual iatrogenic injury. *The Internet Journal of Surgery.* 2009 22. (2). 1-3.
6. Mundinger GS, Rozen SM, Carson B, Greenberg RS, Redett RJ. full-thickness forehead burn over indwelling titanium hardware resulting from an aberrant intraoperative electrocautery circuit. *Eplasty.* 2008. 8: e1.
7. Pesthy P, Dákay A, Varga T, Sebestyén J, Révész Zs. Nagyfrekvenciás sebészeti vágókészülék (diathermiás készülék) használata során keletkezett égési sérülések. Tanulmányok néhány eset kapcsán. A Magyar Égési Egyesület Tudományos Konferenciáján elhangzott előadás. Debrecen, 2023. június 10.
8. Saaiq M, Zaib S, Ahmad S. Electrocautery burns: experience with three cases and review of literature. *Ann Burns Fire Disasters.* 2012. 25(4): 203-206.
9. Schissler K, Pruden C. Pediatric electrical injuries in the emergency department: an evidence-based review. *Pediatr Emerg Med Pract.* 2021 18(12): 1-24.
10. Sheridan RL, Wilson NC, O'Connell MF, Fabri JA. Noncontact electrosurgical grounding is useful in burn surgery. *J Burn Care Rehabil.* 2003. 24(6): 400-401. <https://doi.org/10.1097/01.BCR.0000095514.65067.15>
11. Sudhindra TV, Joseph A, Hacking CJ, Haray PN. Are surgeons aware of the dangers of diathermy? *Ann R Coll Surg Eng.* 2000. 82(1): 31-32.
12. Waldmann V, Narayanan K, Combes N, Jost D, Jouven X, Marijon E. Electrical cardiac injuries: current concepts and management. *Eur Heart J.* 2018. 39(16): 1459-1465. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx142>

**Dr. Haba Gergő**

<https://orcid.org/0009-0004-5824-7249>

4032 Debrecen Szalay Sándor u. 4.

E-mail: [gergohaba@hotmail.com](mailto:gergohaba@hotmail.com)

Mobil: +36309209143