

# Sechele post-arsură prin electrocutare – principii terapeutice

## *Post-burning sequelae through electrocution - therapeutic principles*

Dr. Georgiana Nadia GĂLĂȚANU<sup>1</sup>, Prof. Dr. Dan Mircea ENESCU<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Spitalul Clinic de Urgență pentru Copii „Grigore Alexandrescu”, București

<sup>2</sup>Universitatea de Medicină și Farmacie „Carol Davila”, București

### REZUMAT

*Arsura prin electrocutare prezintă una dintre cele mai complexe patologii cu impact foarte grav la nivel sistemic și local asupra organismului uman, mult mai amplu când apare la vârsta pediatrică, din cauza implicațiilor privind dezvoltarea, integrarea socială și funcțională a viitorului adult.*

*Este absolut necesară crearea unui algoritm terapeutic unitar al sechelelor post-arsură prin electrocutare în vederea optimizării calității vieții persoanei expuse unui asemenea tip de arsură. Încercăm să justificăm standardizarea și implementarea algoritmului terapeutic pentru monitorizarea rezultatelor pe durata studiului propus, în vederea îmbunătățirii supraviețuirii, reducerea sechelelor, calitatea vieții, reintegrarea psihosocială a pacientul electrocutat.*

**Cuvinte cheie:** arsură prin electrocutare, pacient cu vârstă pediatrică, algoritm terapeutic unitar, sechele post-electrocutare

### ABSTRACT

*Burning by electrocution presents one of the most complex pathologies with a sever impact at a systematic and local level on the human body. This is more extensive when it appears at a young age, because of the implications related to developing, social and functional integration of the future adult.*

*It is mandatory to create a unitary therapeutical algorithm for the treatment of the sequelae by electrocution in order to optimize the life of the person exposed to such a particular burn.*

*We are trying to justify a standard and an implementation of the therapeutical algorithm in order to monitor the results during the established study. The purpose is to improve survival, decrease the damage of the injuries, have a better quality of life and reintegrate the electrocuted patient in a psychological and social way.*

**Keywords:** burning by electrocution, pediatric patient, unitary therapeutical algorithm for the treatment of sequelae by electrocution, sequelae by electrocution

### INTRODUCERE

Arsura reprezintă cel mai frecvent tip de accident la vârstă pediatrică, fiind unul dintre cele mai grave și complexe tipuri de traumatism.

Arsurile prin electrocutare reprezintă un tip particular de arsură. Din considerente clinice vom subîmpărți electrocutarea în leziuni produse prin voltaj redus (<1.000 V), ce mimează arsura

#### Autor de corespondență:

Profesor Dr. Dan Mircea Enescu, Șef Secție Chirurgie Plastică și Reparatrice, Spitalul Clinic de Urgență pentru Copii „Grigore Alexandrescu”, Bulevardul Iancu de Hunedoara nr. 30-32, București  
E-mail: enescudr@hotmail.co

termică, prezentând distrugereri în toată grosimea dermului și subdermic, și leziuni produse prin curent de voltaj înalt (>1.000 V), leziuni complexe caracterizate prin leziune cutanată, necroza tisulară progresivă – leziuni asemănătoare cu cele întâlnite în sindromul de strivire (rabdomyoliza), precum și leziunile secundare fulgerării. Mecanismul care produce distrugerea tisulară în cadrul electrocutărilor este determinat de producerea de căldură (efectul joule) și distrugerea directă a țesutului traversat, acest mecanism fiind incomplet elucidat.

Deși s-a constatat reducerea semnificativă a numărului de electrocutări, gravitatea leziunilor produse de curentul electric reprezintă o problemă foarte greu de manageriat din punct de vedere medical din cauza gravității acesteia. Morbiditatea și mortalitatea sunt considerabil mai mari față de cea secundară arsurii termice, procentul mortalității variind între 3 și 15%, la suprafețe corporale mult inferioare celor din arsurile termice. Gradul de profunzime în arsurile prin electrocutare întotdeauna este mare, asociind și leziunile profunde progresive. Electrocuția produce leziuni caracteristice.

Peste 90% dintre electrocuții survin la băieți, cu vârste de peste 12 ani, în afara casei, curent cu voltaj înalt. Restul de 10% se produc în mediul casnic, fiind apanajul vârstelor 1-5 ani, cu voltaj redus (<1.000 V).

Din cauza severității acestui tip de traumatism ce poate fi complex (arsuri, TCC, fracturi, leziuni ale organelor interne etc.), sechelele sunt uneori devastatoare, implicând un tratament complex, interdisciplinar, etapizat în funcție de corecția imediată și cea la distanță, pacientul fiind în creștere. Tratamentul sechelelor începe imediat după stabilizarea și tratamentul primar, de urgență, al leziunilor.

Stabilirea unui algoritm terapeutic unitar al sechelelor post-arsură prin electrocuție dorește optimizarea rezultatelor privind atât mortalitatea, cât și morbiditatea secundare acestui tip de arsură (3,4,7,6,9).

## SCOPUL CERCETĂRII

### Realizarea unui algoritm terapeutic unitar

1. profilaxia primară: toate procedeele de reducere a numărului de electrocuții: protecția zonelor de curent electric, informarea și educarea copiilor (mai ales a celor provenind din medii defavorizate), a adulților în legătură cu gravitatea leziunilor produse de curentul electric, informarea despre mecanismele și modalitățile

de protecție față de electrocuție, campanii mass-media etc.;

2. profilaxia secundară:

a) privind tratamentul prespitalicesc corect (ABC-traumă management), cu direcționarea corectă către un centru de arsuri;

b) tratamentul spitalicesc – tratamentul șocului

– chirurgicalizarea precoce a leziunilor;

3. tratamentul

a) curativ profilactic – chirurgicalizarea precoce

b) chirurgical curativ propriu-zis al sechelelor, tratament etapizat pe perioadele de creștere, multidisciplinar: ortopedic, neurologic, cardiologic, oftalmologic, kinetoterapeutic și psihologic (4,5,8).

## OBIECTIVELE CERCETĂRII

Realizarea unui studiu descriptiv în contextul medicinei bazate pe dovezi pe perioada 2012-2018, urmărindu-se pacienții Clinicii de Chirurgie Plastică și Reparatrice a Spitalului Clinic de Urgență pentru Copii „Grigore Alexandrescu” București (clinica deține cea mai vastă și complexă patologie în ceea ce privește tratamentul electrocutării la copil de pe teritoriul României, cazistica ridicându-se la 25-30 de pacienți/an, peste 65% având leziuni produse prin voltaj înalt).

## IPOTEZELE CERCETĂRII

1. Algoritmul terapeutic unitar al sechelelor post-arsură prin electrocutare poate reduce morbiditatea și mortalitatea pacienților expuși la acest tip de arsură.

2. Implementarea tratamentului etapizat poate îmbunătăți calitatea vieții și reintroduce psihosocială pe termen lung a acestei categorii de pacienți.

3. Conștientizarea populației României în vederea prevenției expunerii la acest tip de arsură prin realizarea unei mediatizări naționale.

4. Implicarea continuă și conștientă a instituțiilor statului în vederea implementării prevenției la nivel național, a societăților de furnizare a energiei electrice și a celor care o utilizează direct.

5. Monitorizarea directă și continuă a persoanelor cu potențial de expunere la acest tip de arsură:

– educație familială;

– educația populației din mediul rural și a persoanelor din medii defavorizate expuse;

- educație școlară;
- penalizarea socială și materială a societăților de furnizare și utilizare a energiei electrice în concordanță cu normele naționale în vigoare privind protecția accidentelor prin expunere la energia electrică;
- implicarea M.A.I.;
- mass-media (1,11).

## MATERIAL ȘI METODĂ

Curentul electric poate determina afectare organică prin mai multe mecanisme:

1. leziune termică (efect joule);
2. efectul direct al trecerii curentului prin organism (mecanism încă incomplet elucidat din punct de vedere fiziopatologic);
3. electroporation (electropermeabilizarea);
4. leziuni indirecte – traumatisme asociate: căderi, izbiri de suprafețe prin proiecția victimei, pierderea cunoștinței.

Arsurile prin electrocuție sunt arsuri profunde de toată grosimea dermului, subdermice, asociind și efectul direct al trecerii curentului electric prin organism cu afectarea secundară, progresivă a țesuturilor expuse, mecanism fiziopatologic incomplet elucidat, dar similar în multe privințe sindromului de strivire (rabdomioliză).

1. Accidentele produse prin voltaj redus (< 1.000 volți) se produc de obicei în casă și pot să fie:

- flash burns – arsură prin flammă;
- electric bar burns – contact cu conductor sub tensiune;
- contact with live wire – contact cu fire sub tensiune.

Acest tip de arsură electrică poate mima arsură termică cu rezerva unei leziuni ascunse profunde, cu potențial evolutiv, a traumatismelor secundare căderilor după decuplaj, precum și a posibilei pierderi de cunoștință. Ele pot fi urmate de sechele la distanță: neurologice, cardiologice, oftalmologice.

2. Accidentele produse prin voltaj înalt (>1.000 volți) se produc la contactul cu sursele de curent de înaltă tensiune, surse industriale, liniile de cale ferată, fiind vorba de leziuni complexe. În aceste condiții traumatismul poate asocia stopul cardiorespirator, TCC de diverse grade, fracturi produse în urma proiecției, a căderii etc.

3. Lightning injuries – Fulgerarea (> 1.000.000 volți)

Leziunile produse prin voltaj casnic pot mima arsură termică, spre deosebire de arsură prin

voltaj înalt, care este o leziune complexă, incomplet elucidată ca mecanism fiziopatogen, asociind leziunii termice (efect joule) leziunea produsă propriu-zis de trecerea curentului electric prin organism, leziune similară celei apărute în sindromul de strivire (rabdomioliză) ce conduce la distrugerii masive tisulare, cu afectarea sistemului circulator și nervos, producând leziuni secundare la nivelul viscerelor abdominale, paralizii ale diafragmului cu insuficiență respiratorie, necroze osoase, leziuni care au drept caracteristică definitorie potențialul evolutiv (2-7).



FIGURA 1. Distrucție tisulară la nivelul zonei de intrare a curentului electric



FIGURA 2. Distrucții tisulare pe traiectul parcurgerii curentului electric prin organism (1,2)

**A. Tratamentul prespitalicesc**

- deconectarea victimei de la sursa de current electric;
- stingerea hainelor;
- resuscitarea cardiorespiratorie;
- îndepărtarea resturilor de materiale arse.

Pacientul electrocutat – fie pe o suprafață mare la voltaj mic, fie prin voltaj înalt – trebuie să fie transportat de urgență la unitatea de arsuri din cadrul spitalului de urgență de arsuri, cu susținerea funcțiilor vitale și reanimare lichidiană.

**B. Transportul** (respectă protocolul A, B, C)

- continuarea susținerii funcțiilor vitale și a reanimării lichidiene;
- permeabilitatea căilor respiratorii;
- respirație;
- susținerea sistemului circulator.

**C. Elementele terapeutice esențiale în electrocuții sunt tratamentul chirurgical, susținerea funcțiilor vitale și reanimarea lichidiană pentru depășirea șocului**

- decompresiunea sindromului de compartiment secundar edemului lezional;
- debridarea largă a țesuturilor devitalizate, escarotomii, fasciotomii;
- închiderea plăgii, excizie grefare precoce;
- amputații (3,4,5,8).

**Sechele cutanate majore postarsură**

1. Cicatricea hipertrofică
2. Cicatricea cheloidă
3. Retracția cicatriceală
4. Distrucția tisulară (3,5,7)



**FIGURA 3.** Retracție cicatriceală

**Sechele cutanate minore postarsură**

- prurit
- discromie
- sechele cosmetice postgrefare sau la nivelul zonei donatoare
- hipersensibilitate frig/cald
- deficit secretor al anexelor pilo-sebacee



**FIGURA 4.** Distrucții tisulare

**Sechele sistemice**

- D. disritmii cardiace
- E. leziuni neurologice: encefalopatie, hemiplegie, sindrom striat, convulsii
- F. cataractă cu debut tardiv și progresiv (3,5,7)

**I. Tratament curativ profilactic**

Este unul de urgență: susținerea funcțiilor vitale, reechilibrarea hidroelectrolitică, prevenirea șocului postcombustional.

**Tratamentul chirurgical precoce poate fi salvator de viață și contribuie la reducerea sechelelor post-electrocutare:**

- escarotomii, fasciotomii, excizie grefare precoce – mijloace de reabilitare precoce din prima zi



**FIGURA 5.** Escarotomie urmată de fasciotomie – sindrom de compartiment

**II. Tratament chirurgical curativ propriu-zis al sechelelor**

Programul reconstructiv este strict individualizat, etapizat, dorește reinsertia funcțională și cosmetică, durează pe toată perioada de creștere cu revizii cicatriceale multiple, putând continua și la vârsta adultă.



FIGURA 6. Fasciotomie

### Tehnicile chirurgicale pot fi:

a) pentru placarde hipertrofice:

G. excizie + sutură directă;

H. grefe dermo-epidermice subțiri sau semi-groase;

I. grefa pe toată grosimea dermului;

J. lambouri locale;

K. lambouri regionale sau la distanță;

L. overgrafting;

M. dermabraziune

b) pentru cicatrici retractile:

– incizie transversala a bridei cicatriceale, urmată de acoperirea cutanată a defectului;

– excizia țesutului cicatriceal retractil și autogrefarea defectului;

– plastii cu lambouri încrucișate;

– lambouri regionale sau la distanță;

– expansiunea tisulară.

Tehnicile chirurgicale depind de localizarea leziunilor.

Se impun tehnici speciale în vederea rezolvării leziunilor localizate în zone cu multiple implicații asupra organismului: funcțional, estetic etc. (3,4,5,8).

N. cap, scalp, față: ochi, nas, gură, urechi,

O. membre, mâini și picioare,

P. organe genitale externe,

Q. regiune cervicală anterioară,

R. trunchi: axial, plică cot, genunchi, regiune inghinală,

S. coloană vertebrală.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

### SCHEMA DE REALIZARE A PROIECTULUI

1. baza teoretică a proiectului și documentare;

2. stabilirea criteriilor individuale definitive de includere în studiu:

– electrocuție;

- pacienți pediatrici;
- notarea etapei terapeutice de unde se introduce protocolul;
- metodă de tratament folosită în funcție de sechelă;
- extragerea unor criterii de eficacitate în funcție de momentul inițierii algoritmului terapeutic.

3. cumularea datelor în vederea stabilirii algoritmului terapeutic;

4. alegerea metodei optime de tratament;

5. prima etapă de raportare a rezultatelor;

6. selectarea unui număr relevant de cazuri;

7. impactul metodei de tratament selecționat asupra lotului constituit;

8. elaborarea unui algoritm de evaluare a bazei de date rezultate și pregătirea bazei teoretice, științifice și practice pentru medicina viitorului (1,11).

## REZULTATE / BENEFICII ȘI SCHEMA / PLANUL DE VALORIFICARE / DISEMINARE

### Beneficii preconizate

– pentru toți cetățenii României care, conform prevederilor Constituției, au consfințit dreptul la asistență medicală, ca un drept social fundamental;

– pentru sistemul național de sănătate, prin abordarea unei atitudini terapeutice moderne în cazul arsurilor și sechelelor post-electrocuție;

– pentru unitățile spitalicești din România, prin implementarea protocolului optimal, prin stabilirea cadrului legal de funcționare;

– pentru cercetătorii din domeniul medical, în vederea implementării de protocoale standardizate la nivel național, în concordanță cu cele internaționale;

– pentru unitățile de învățământ superior din România;

– pentru elaborarea politicilor de sănătate la nivel național în acest domeniu;

– pentru unitățile spitalicești de nivel municipal sau județean, în vederea implementării protocolului;

– pentru unitățile de cercetare-dezvoltare din cadrul instituțiilor de învățământ medical superior.

Este un proiect cu un pronunțat caracter interdisciplinar, foarte bine etapizat ca procedeu terapeutic aplicat.

Profit estimat:

N. Creșterea indicelui de performanță clinică

O. Creșterea indicelui performanței economice.

Compararea datelor cu standardul internațional al specialității, implementarea proiectului în centrele de specialitate va permite desfășurarea unei activități eficiente, în condiții de costuri reduse pentru posibilitățile țării noastre și cu parametri de eficiență de nivel internațional (1,11).

## IMPACTUL TEHNIC, ECONOMIC ȘI SOCIAL

Impactul tehnic

1. uniformizarea tratamentului în cadrul unei patologii precise;
2. optimizarea difuzării și schimbului de cunoștințe în cadrul comunității științifico-medicale;
3. creșterea calității și a nivelului de performanță;
4. racordarea la prioritățile, obiectivele și activitățile de cercetare europene și mondiale.

Impactul economic:

- evaluarea impactului economic al protocolului creat asupra a tot ceea ce presupune un pacient cu sechele post-arsură prin electrocuție

Impactul social:

- crearea și implementarea unui protocol unic adaptat național în cadrul sechelelor post-electrocuție vor îmbunătăți rezultatele vitale, funcționale, sociale, estetice ale viitorilor adulți;
- scăderea impactului psihoemoțional negativ pe care îl determină existența unui traumatism mutilant la vârstă pediatrică (5,11).

## MANAGEMENTUL PROIECTULUI

Managementul general al proiectului include managementul științific, administrativ și financiar.

Managementul general: comunicarea documentelor prevăzute în contract la termenele stabilite precum și propunerile fundamentate de modificare a desfășurării contractului.

Managementul științific: elaborarea și propunerea spre aprobare a comisiei manageriale a planurilor detaliate de activități. Participarea periodică la activități științifice, dispunerea de măsuri corective și preventive când este cazul și urmărirea implementării lor, comunicarea cu departamentul administrativ și cu managementul de vârf, soluționarea problemelor științifice și administrative, comunicarea non-conformităților și modul/măsura în care acestea au fost rezolvate.

Managementul administrativ și financiar: aprobarea planurilor detaliate pentru toate ac-

tivitățile prevăzute în proiect cu monitorizarea modului de îndeplinire a responsabilităților pe parcursul derulării activităților științifice; analiza periodică a evoluției proiectului conform planificării.

Menționăm că vor fi realizate studii de validare a metodelor experimentale care vizează determinarea variabilității intra- și inter-experimentale, ca și a variabilității biologice (9,11).

## SITUAȚIA PE PLAN NAȚIONAL ȘI INTERNAȚIONAL LA NIVELUL DOMENIULUI ȘI TEMATICII PROPUSE

Atât pe plan național, cât și internațional nu există un consens privind tratamentul sechelelor post-arsură prin electrocuție, acest lucru fiind generat de mai mulți factori.

Un copil electrocutat necesită un tratament imediat, unic și complex oferit de o echipă specializată, pe baza unui protocol standardizat.

Pe plan național, principalul impediment este reprezentat de lipsa centrelor de arsură, cu atât mai mult a celor specializate în arsura copilului, care presupun un tratament distinct, întrucât copilul nu este un adult în miniatură. Pe teritoriul României nu există centre care să aibă experiență în a trata arsura copilului și în particular cea prin electrocuție, acesta fiind principalul motiv pentru care se vor urmări în studiu pacienții de la debutul „afecțiunii” până la vârsta de 18 ani. Se vor introduce separat și pacienții din teritoriu la care nu s-a respectat protocolul (propus) în totalitate și care prezintă sechele în momentul introducerii în studiu.

Nici pe plan internațional nu există un consens în ceea ce privește tratamentul imediat și cel al sechelelor arsurii prin electrocuție, pe de o parte, din cauza incompletei elucidări a mecanismului de producere a leziunii tisulare la trecerea curentului electric prin organism (acest fapt implică terorii urmate de abordări terapeutice diferite), pe de altă parte, din cauza faptului că nu există o demarcație clară între chirurgia infantilă și cea a adultului, inclusiv în marile centre de arsură.

Pe plan internațional, primul spital care avea în tratament și bolnavii cu arsuri, priviți ca o entitate cu necesități diferite față de ceilalți pacienți chirurgicalizați, s-a realizat în 1843 în Edinburgh.

În anul 1968, din cauza creșterii numărului de arsuri prin accidente de muncă, s-a constituit după lungi dezbateri (1959-1967) ABA (American Burn Association). Ulterior, această noțiune s-a generalizat creându-se British Burn Associa-

tion 1968, Internațional Society for Burn Injuries, European Burns Association 1981.

Aceste organizații au avut ca scop întâlniri anuale în vederea raportărilor statistice în funcție de tipul tratamentelor aplicate.

Eficacitate: compararea rezultatelor pacienților cărora li s-a aplicat protocolul terapeutic de la început: profilactic și curativ cu cei tratați chirurgical secundar, aflați deja la nivelul de sechele postelectrocuție (comparația va urmări atât leziunile locale, cât și cele sistemice: neurologice, oftalmologice, cardiologice).

Siguranță: rata complicațiilor majore și minore apărute în cele două tipuri de abordări tera-

peutice (protocol propus și tratament realizat la un moment dat pe parcursul evoluției leziunilor).

Obiectivele secundare sunt reprezentate de studiul datelor epidemiologice de incidență, factori de risc de expunere la electrocuție, vârsta pacientului, voltajul expunerii, existența traumatismului complex asocial (proiectare, cădere etc.), tipuri de operații efectuate în perioada imediată și cele folosite în tratamentul propriu-zis al sechelelor, complicațiile majore și minore pentru fiecare tip în parte, obiectivarea unei curbe de învățare (3,4,5,7,8,11).

---

## BIBLIOGRAFIE

1. Thermal, Electrical and Magnetic Phenomena, 10<sup>th</sup> Grade, 1989 (1978)
2. Mechanics, Thermal, 7<sup>th</sup> Grade, 1988 (1998)
3. **Bentz I. Michael, Bauer S. Bruce, Zuker M. Ronald**, Principles and Practice of Pediatric Plastic Surgery VOL I and II, 2008
4. **Demling H. Robert**, LaLonde Cheryl, Burn Trauma, Volume IV of Trauma Management, 1989
5. **Enescu M. Dan, Enescu Mihaela**, Child burns, MedicArt edition, Bucharest 2003
6. **Gherbanovschi N., Borsan D., Costescu A., Petrescu-Prahova M., Sandu M.**, Physics Manual, 10<sup>th</sup> Grade, Ministry of Education and Learning
7. **Phillips J. Bradley, MD.**, Pediatric Burns, Cambria Press, 2013
8. **R.C. Lee, E.G. Cravalho, J.F. Burke**, Electrical Trauma: The pathophysiology, manifestations and clinical management, Cambridge University Press 2011
9. **J.V. Harvey Kemble, Brenda E. Lamb**, Practical burns management, Hodder and Stoughton, London Sydney Auckland Toronto, 1987
10. **Horia Parvanescu**, Fotografia medicala in clinica, Editura Medicala Universitara Craiova, 2014
11. Journal of the Romanian Association of Plastic Surgeons, Annals of plastic surgery and reconstructive microsurgery, The 13th international congress of the romanian association of plastic surgeons, EBA Course on burns, 3/2014