

ЕТІОЛОГІЯ ДИТЯЧОЇ НИЗЬКОВОЛЬТОВОЇ ЕЛЕКТРОТРАВМИ

Схалов Василь Віталійович,
кандидат медичних наук, доцент

Єгорова Ольга Олександрівна,
асистент,
Дніпровський державний медичний університет,
м. Дніпро, Україна

Єгоров Сергій Валерійович,
кандидат медичних наук, завідувач дитячого ВІТ,
КНТ «Регіональний медичний центр родинного здоров'я» ДОР,
м. Дніпро, Україна.

Електрична травма (ЕТ) в дитячому віці дещо відрізняється за етіологією від ЕТ у дорослих. Дитина за своєю природою необережна, імпульсивна та допитлива, і тому може потерпати від рідкісних та більш важких форм електричних травм. Механізми травмування часто є унікальними для дитячого та підліткового віку та пов'язані з дисбалансом рухових та когнітивних функцій, схильністю підростаючого покоління до досліджування зовнішнього середовища та обмеженістю усвідомлення потенційних небезпек, що обумовлені цією зацікавленістю. Тому дітей в певних регіонах, особливо в країнах Південної Африки, віднесено до групи ризику отримання ЕТ [1,2]. У розвинених країнах 15 - 20% усіх травм від електричного струму трапляються в дітей, більша частина з яких спричиняється в ранньому та підлітковому віці [3,4].

Низьковольтною електричною травмою (НЕТ) вважається ЕТ, що спричиняється електричним струмом із різницею потенціалів до 1000 вольтів. Здебільшого НЕТ спостерігається в дітей віком до шести років, часто через контакт із побутовими приладами та обладнанням. У Китаї під дію побутової електрики напругою менше 100 вольтів потрапляє 64,7% потерпілих від НЕТ, більшу частину з яких складають діти-підлітки [2]. У країнах, що розвиваються, низьковольтна травма складає близько 10% всіх ЕТ, проте серед них дитячі електроопіки є найпоширенішими (59,5%) [5-7].

Найвищу частоту електричних травм в педіатричній популяції наразі зареєстровано у Китаї у дітей віком ≤ 6 років, в яких НЕТ в 60 - 70% випадків спричиняється внаслідок прямого контакту з електричними провідниками та в 10 - 15% інцидентів відбувається через побутові електричні розетки. Більшість пацієнтів, які потерпають від опіків рук низьковольтним електричним струмом, - це діти віком до 5 років. Однією з провідних причин побутової дитячої НЕТ є скопичення людей у невеликих приміщеннях. В підлітковому віці кількість побутових травм дещо знижується. В Пакистані найпоширенішою віковою

групою НЕТ була від 6 до 10 років, за якою наслідувала популяція від 2 до 5 років. Хлопчики частіше страждають від травм електричним струмом, ніж дівчатка, їх співвідношення складає приблизно 14,5 : 2 [2].

Електричні травми пов'язані з високою захворюваністю та смертністю, із ризиком смерті до 40%. Смертельні випадки внаслідок ураження електричним струмом в Південній Африці, Бразилії та Індії здебільшого трапляються у віці до 10 років (17,2%) та переважно в дітей чоловічої статі (86,4 - 88,9%) [1,8,9].

Діти є досить вразливою групою через недостатню увагу до електробезпеки в побуті та неналежний догляд з боку батьків або опікунів [10]. В Україні побутова електроенергія постачається із напругою 220 - 230 вольтів/ 50 Гц, що майже вдвічі більше, ніж 110 - 120 вольтів, що використовується в багатьох західних державах. Вища побутова напруга збільшує тяжкість НЕТ, що є важливим фактором при порівнянні глобальних результатів. Зазвичай в світі використовуються системи розеток типу C, D та M з круглими контактами, які не мають затулочок для захищення дітей від прямого контакту. Це збільшує ризик дитячих випадкових травм порівняно із західними країнами, де розетки типу G мають трикутні штепселі із вбудованими функціями безпеки [11].

Діти досить часто є аматорами, які непрофесійно працюють із різними електричними пристроями. Що стосується протиправних дій родичів та сусідів, до причин електричної небезпеки для дітей в побуті належить умисне з'єднання зі струмоведучою частиною сторонніх конструкцій з метою викрадання електроенергії. Багато дітей отримали НЕТ через контакт із коліном труби водопостачання, що була підключена до електромережі з метою занулення електричного струму [9]. Відомі випадки коли на подвір'ях власних осель електричний дріт прокладається всередині металевої труби, яку неглибоко закопують до ґрунту. При цьому волога та корозія руйнують ізоляційне покриття, що подекуди призводить до дитячої НЕТ.

При мультицентричному когортному статистичному дослідженні визначено віковий тримодальний розподіл постраждалих від електричних травм: діти у віці до 6 років найчастіше потерпають від побутового струму, а підлітки переважно чоловічої статі - від наслідків ризикової поведінки, як то екстремальних розваг [12]. Розваги стають причиною електротравматизму в 6,8% випадків. У школі, на вулиці та в компанії однолітків діти часто хизуються своєю відвагою та сміливістю, здійснюючи псевдогероїчні вчинки. Вони полюбляють залазити на дерева, опорні стовпи електропередачі тощо. Певний ризик електротравми в дітей обумовлений запусканням повітряних зміїв, а мотузка, яка використовується для цього, зазвичай виготовляється з електропровідних матеріалів, таких як нейлон, шовк або дріт. Інколи діти ціною власного життя намагаються звільнити повітряних зміїв, що заплуталися в електричних дротах під напругою. Випадки дитячих електротравм внаслідок запускання повітряних зміїв у східних країнах за останні кілька років зросли з 1,5% до 4,9% серед загальної кількості ЕТ.

Опіки, що спричиняються літій-іонними акумуляторами є восьмою найпоширенішою причиною опікових травм серед усіх госпіталізованих

пацієнтів у м. Пекін (Китай), а основною причиною таких ЕТ були визнані транспортні засоби з електричним живленням (47,53%) [2]. Зі зростанням популярності електричних велосипедів (E-bikes) спричинені їх акумуляторами електричні опіки в дітей набувають все більшої поширеності. Шпиглева кількість таких НЕТ припадає на період з травня по серпень (весна та літо). Більшість опіків локалізуються на пальцях. Усі опіки були незначними травмами, які гоїлися протягом 2 тижнів при відповідному лікуванні. Існують окремі повідомлення про випадки тяжких опіків, пов'язаних із вибухами літій-іонних акумуляторів електромотоциклів [2].

Зростання розповсюдженості використання неповнолітніми мобільних засобів зв'язку робить населення більш схильним до травм від електричного струму. Незважаючи на офіційно розроблені правила щодо стандартів безпеки експлуатації електрообладнання в побуті, смартфони та зарядні пристрої все ще становлять ризик серйозних травм для їх користувачів. Особливо небезпечно коли електричний дріт або сам прилад потрапляє до води, наприклад, внаслідок користування підключеним до електромережі смартфоном під час приймання ванни. В цьому разі електротравма може бути обумовлена дрібними дефектами ізолюючого шару дроту, який до цього тривало експлуатувався, але в сухих умовах електротравми не спричиняв [13].

Педіатричні випадки складають 48,4% від усіх зареєстрованих електричних травм пов'язаних з плавальними басейнами. Такі постраждали зазвичай не потрапляють до лікарні, а часто гинуть на місці нещасного випадку. Повідомлення ЗМІ Австрії та Німеччини вказують на те, що подібні інциденти, особливо випадкове занурення до води мобільних телефонів під час купання, трапляються рідко, але їх кількість повільно зростає.

Діти також потенційно мають більший ризик ускладнень внаслідок дії дистанційних електрошокових приладів через низьку масу тіла та меншу відстань між відстрілюваними зондами та серцем.

Електричні опіки не дуже поширені та становлять лише близько 3% усіх опіків у дітей. У літературі описані дослідження, в яких повідомлялося про електромітки, що локалізувалися в дітей у нетипових ділянках, таких як уретра, рот та очі.

Електричні опіки ротової порожнини (ЕОРП) є найпоширенішою електричною травмою в дітей, вони можуть мати серйозні довгострокові функціональні та естетичні наслідки та навіть призводити до спотворення обличчя та стійкої інвалідизації. ЕОРП в дітей частіше (67,74%) спричиняються низькою напругою. Низьковольтовий електричний струм також може викликати контактний опік, коли струм потрапляє до рота і проходить по всьому тілу, виходячи через ділянку заземлення (наприклад, мокрий підгузок, який торкається металевій труби центрального опалення, тощо) [14].

Електричні опіки ротової порожнини зазвичай трапляються в немовлят, в яких ріжуться зуби; здебільшого вони спричиняються в дітей у віці від 6 місяців до 4 років. Електричні травми здебільшого виникають через смоктання, кусання або жування електричних провідників. Діти можуть отримати опіки губів, язика

та піднебіння через безпосередній оральний контакт з електричними розетками або через різні струмопровідні предмети (шпиці, металеві ключі, шпильки, виделки тощо) [3,13]. 54% таких травм стосуються електричних розеток, 11% - штепсельних конекторів, 19% - електричних подовжувачів, 22% - дротів. В усіх дітей з електричними опіками ротова порожнина була найпоширенішим локусом травми, значна кількість пацієнтів була у віці до 4 років (93%), а переважна більшість - до 2 років (65%). Близько 50% звернень склали пацієнти віком до 3 років, а понад 75% - до 5 років. У США надходження до відділень невідкладної допомоги з приводу ЕОРП в дитячому віці в середньому складає близько 65 випадків на рік. 59,6% пацієнтів були чоловічої статі. Загалом 77,2% пацієнтів були оглянуті, проліковані та виписані на амбулаторне лікування, тоді як 19,2% були госпіталізовані. Попередні оцінки частоти виникнення ЕОРП у дітей суттєво різняться в літературі та варіюють від поодиноких повідомлень до невеликих звітів про випадки ЕОРП [14].

ЕОРП легкого ступеня може виникати у немовлят при смоктанні електричних батарейок та інших гальванічних елементів. Значно більш небезпечні літій-кадмієві та літій-іонні акумулятори.

Електричні травми у дітей трапляються рідко, але можуть бути небезпечними для життя та вимагають ефективної діагностики та лікування. ЕТ в дитячому віці менш поширені, ніж температурні опіки, проте вони характеризуються більш важким перебігом, та затримкою процесів поновлення. Тяжкість травми визначається характеристиками електрики, тривалістю контакту з джерелом електрики та шляхом проходження струму через тіло. Електроопір шкіри у дітей менший, ніж у дорослих. Діти молодшого віку внаслідок особливостей їхнього організму більш схильні до руйнівної дії електричного струму (навіть меншої сили та напруги), ніж дорослі. Волога та добре васкуляризована шкіра дитини більш чутлива до дії змінного струму в порівнянні зі шкірою дорослих. Діти мають нижчий вміст жиру в організмі та інше співвідношення площі поверхні до об'єму тіла, що впливає на ризик більш глибокого пошкодження тканин порівняно із дорослими при аналогічних характеристиках електричного струму. Це пов'язано з тим, що у відсотковому відношенні вміст рідини в організмі дітей більший, ніж у дорослих, і відповідно електроопір тіла менший. Унікальні анатомічні та фізіологічні особливості дітей, такі як більше співвідношення площі поверхні до об'єму та відносно тонша підшкірна тканина, роблять їх значно вразливішими до важких опіків та системних ускладнень. Тому більшість дітей можуть переносити струм від 3 мА до 5 мА, що набагато менше, ніж струм, який обмежується більшістю запобіжних автоматичних вимикачів [3,13]. Для дітей напруга дотику встановлена на рівні 60 вольтів постійного струму. Діти інколи отримують смертельні ураження при напрузі струму в 90 вольтів і навіть у 40 вольтів та важче переносять електротравму. При НЕТ у дітей значно частіше, ніж у дорослих, виникають судоми, особливо при проходженні струму шляхом від голови до ніг [10]. Більшість безсимптомних дітей, які отримали НЕТ мають сприятливий прогноз за умови належної вихідної оцінки стану. Ризик виникнення відстрочених аритмій досить низький при відсутності впливу

високовольтової електрики, початкової зупинки кровообігу та патологічних змін на електрокардіограмі.

При низьковольтових опіках у дітей креатинфосфокіназа може бути дещо підвищеною, але в таких випадках це зазвичай не пов'язано з будь-яким негативним результатом або ускладненнями.

Кортизол також відіграє безпосередню роль у затримці процесів відновлення тканин. Його інгібуючий вплив на синтез колагену може погіршити загоєння ран і збільшити ризик гіпертрофічного рубцювання, що особливо поширене в дітей через їх активну фібробластичну реакцію. Крім того, надмірний рівень кортизолу порушує кістковий метаболізм, зменшуючи засвоєння кальцію та збільшуючи його резорбцію з кісток. У поєднанні з тривалою нерухомістю/ іммобілізацією це підвищує ризик остеопорозу та затримки росту в дітей [15].

Важкі опіки здатні суттєво вплинути на рівень гормонів щитоподібної залози, що часто призводить до стану, відомого як синдром еутиреоїдної хвороби. Цей стан характеризується зниженням рівня трийодтироніну (Т3) та тироксину (Т4), тоді як загальний рівень тиреотропного гормону (ТТГ) залишається нормальним або незначно зниженим. Зменшення рівнів Т3 та Т4 також може погіршити синтез білку та уповільнити загоєння ран, що є важливим для процесу відновлення в дітей, що ростуть. Дисфункція щитоподібної залози може погіршити проблеми з терморегуляцією. Педіатричні пацієнти з електроопіками більш схильні до надмірної втрати тепла через більше співвідношення площі поверхні тіла до маси та порушений шкірний бар'єр, що вимагає збільшення витрат енергії для підтримки температури тіла. Пригнічення гормонів щитоподібної залози посилює цей дисбаланс, що призводить до тривалої гіпотермії та енергодефіциту [15].

У педіатричній практиці додається характеристика «низької ваги»: та сама кількість енергії викликає відносно важчі наслідки, і тому показання до спостереження більш широкі. Будь-який контакт дитини з електрикою вимагає медичного обстеження, навіть якщо стан дитини «здається нормальним». Найбільш тяжка НЕТ виникає у випадках втрати свідомості, при виникненні судом, болю в грудях, задихи, сильного болю та набряку кінцівок, впливу електрики на обличчя та рот, а також перебування у вологому середовищі. Через незрілий дихальний центр та вищу чутливість усіх пацієнтів дитячого віку слід спостерігати в умовах стаціонару, навіть при легких випадках.

Більшість дітей з травмою низьким рівнем напруги та без симптомів мають сприятливий прогноз за умови належної початкової оцінки стану та інструктажу. Ризик розвитку відстрочених аритмій є низьким, якщо не було початкового впливу високої напруги, зупинки серця або змін на електрокардіограмі.

Проблеми лікування дітей з електротравмами донині залишаються актуальними у зв'язку з тим, що зміни, що виникають в організмі дитини при проходженні електричного струму, призводять до тяжких наслідків у вигляді рубцевих деформацій та контрактур з функціональними та косметичними порушеннями. Наслідки включають стійку інвалідність, каліцтво та психосоціальні проблеми. Раннє розпізнавання та адаптоване лікування мають

вирішальне значення для досягнення сприятливих результатів і, разом з оновленими міжнародними рекомендаціями, вимагають уніфікованих та сучасних стратегій лікування цих складних травм [11].

Електричні травми є сучасною проблемою безпеки дітей, зважаючи на те, що переважній кількості НЕТ можна значною мірою запобігти [2]. Батькам або іншим опікунам слід порадити вдатися до профілактичних заходів в хатніх умовах, таких як використання запобіжних електричних затулок та зберігання електричних пристроїв та провідників у недоступному для дітей місці.

Список літератури

1. Beukes F, Smith Z, Wilscott-Davids C, Mentoor I. Electrifying evidence: Ten years of fatal encounters with electricity at Tygerberg mortuary. *J Forensic Leg Med.* 2025 May;112:102875. doi: 10.1016/j.jflm.2025.102875.
2. Hu N, Chen JG, Liu J, et al. Electrical injuries in children-a 6-year retrospective study. *Injury.* 2024 Jun;55(6):111482. doi: 10.1016/j.injury.2024.111482.
3. Zemaitis MR, Lopez RA, Huecker MR. Electrical Injuries. [Updated 2025 Jan 20]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-.
4. Isaraj S, Xhepa G, Isaraj A. Analysis of Electrical Burns in Albania: a Four-year Review. *Ann Burns Fire Disasters.* 2024 Sep 30;37(3):188-196.
5. Karray R, Chakroun-Walha O, Mechri F, et al. Outcomes of electrical injuries in the emergency department: epidemiology, severity predictors, and chronic sequelae. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2025 Jan 27;51(1):85. doi: 10.1007/s00068-025-02766-1.
6. Al-Benna S. Electrical burns in adults. *Acta Chir Plast.* 2023 Summer;65(2):66-69. doi: 10.48095/ccachp202366.
7. Salamati P, Zafarghandi MR. Electrical burn injuries at the National Trauma Registry of Iran. *Burns.* 2023 Sep;49(6):1483-1484. doi: 10.1016/j.burns.2023.05.007.
8. Durdu T, Ozensoy HS, Erturk N, Yilmaz YB. Impact of Voltage Level on Hospitalization and Mortality in Electrical Injury Cases: A Retrospective Analysis from a Turkish Emergency Department. *Med Sci Monit.* 2025 Apr 28;31:e947675. doi: 10.12659/MSM.947675.
9. Farzan R, Ziabari SMZ, Jafaryparvar Z, et al. Review of Electrocardiography Changes in Electrical Burn Injury: Is It Time To Revise Protocol? *Ann Burns Fire Disasters.* 2023 Jun 30;36(2):132-138.
10. Murotov TMN, Ergashboev B, Azimov SH. Injuries Related to Electric Current: Epidemiology, Clinical Presentation, and Modern Treatment Approaches. *TAJMSPR,* 2025;7(10):58-70. doi:<https://doi.org/10.37547/tajmspr/Volume07Issue10-08>.
11. Farooq Baba PU, Shah RA, Rasool A, et al. Clinical profile and outcomes of electrical burns in children (≤ 15 years old): A seven-year prospective study from a tertiary burn centre in northern India. *Burns.* 2025 Dec;51(9):107741. doi: 10.1016/j.burns.2025.107741.
12. Lengyel P, Orsag J, Rácz O, Hyseniova S, Elias E, et al. The Incidence and Treatment of Electrical Injuries during 20 Years in the Clinic of Burns and

Reconstructive Surgery of Kosice-Saca Hospital, Slovakia. *J Clin Med Surgery*. 2024; 4(1): 1157. doi: 10.52768/2833-5465/1157

13. Kroll MW, Luceri RM, Efimov IR, Calkins H. The Mechanism of Death in Electrocution: A Historical Review of the Literature. *Am J Forensic Med Pathol*. 2025 Mar 1;46(1):3-9. doi: 10.1097/PAF.0000000000000980.

14. Kravets OV, Gorbuntsov VV, Romanyuta IA, Yekhalov VV. Elektrical burns of the oral cavity (review). *Innovations in dentistry*. 2025;2:160-166. doi: <https://doi.org/10.35220/2523-420X/2025.2.26>.

15. Pelizzo G, Calcaterra V, Marinaro M, et al. Metabolic and Hormonal Changes in Pediatric Burn Patients: Mechanisms, Evidence, and Care Strategies. *European Burn Journal*. 2025; 6(2):17. doi: <https://doi.org/10.3390/ejb6020017>.