

	Elektromos balesetek prehospitalis ellátása Szabványos Eljárásrend
Szerzők:	OMSZ Orvosszakmai Osztály Szakmai Munkacsoportja
Jóváhagyta:	Dr. Csató Gábor, Dr. Pápai György
Kiadás dátuma:	v1.0 / 2023.02.20.
Érvényesség ideje:	Visszavonásig
Vonatkozik:	Az Országos Mentőszolgálat valamennyi kivonuló és sürgősségi ügyeleti szolgálatot ellátó dolgozójára, ill. mentésirányítójára, kompetenciaszintnek megfelelően

I. Célok

Az eljárásrend célja bemutatni:

- az elektromos balesetek leggyakoribb keletkezési mechanizmusait,
- a következményes szervi működészavarokat és károsodásokat,
- az áldozat megközelítésekor az ellátót fenyegető veszélyeket, az áramkörből való kimentés lehetőségeit,
- az áldozat vizsgálatát, ellátását és a további intézkedéseket.

További cél a magyar és nemzetközi irányelvek adaptációja, így az Országos Mentőszolgálat kivonulói, sürgősségi ügyeleti szolgálatot ellátói, ill. mentésirányítói munkájának egységesítése, továbbá a szokásokon alapuló, bizonyíték nélküli vagy bizonyítottan haszontalan, esetleg káros beavatkozások mellőzése.

II. Bevezetés

Előljáróban megjegyzendő, hogy az elektromos balesetek ellátásának specifikumai elsősorban a helyszín, a beteg és az ellátók biztonságát, a felismerést és a patomechanizmust érintik. A szűkebb értelemben vett betegellátás nem különbözik számos más eseményétől, ezért ott a vonatkozó eljárásrendekre utalunk.

Magyarországon éves átlagban az összes mentőfeladat körülbelül 0,1%-a elektromos baleset, ezek nagyjából 1%-a halálos.

A közönségesen használt „áramütés” kifejezés valójában többféle mechanizmust rejthet (ld. 1. sz. függelék), a legfontosabb eset, amikor az áldozat testének két (vagy több) pontja különböző elektromos potenciálú tárgyakkal érintkezik: jellemzően a kéz a hálózati feszültséggel (pl. hibás elektromos berendezés útján), a másik kéz földelt felülettel, vagy a láb a talajjal. A két érintkezési pont (elméletileg) az áram be- és kilépési pontja, a kettő közötti (rendszerint nem egyenes, és súlyos esetben a test belsejében is végigvonuló) szakasz az áramút.

Elektromos balesetet a leggyakrabban (áramszolgáltató hálózathoz szarmazóan mindig) váltóáram okoz. Az áramszolgáltató rendszerben 0,4 kV-ig (azaz 400 V-ig) kisfeszültségről (ilyennel találkozunk a háztartásokban: „220 V”); 10-35 kV között középfeszültségről, 120 kV-tól nagyfeszültségről beszélünk (részletesebben ld. 2. sz. függelék), azonban **baleseti szempontból a feszültségforrást 1 kV-tól (= 1000 V) tekintjük nagyfeszültségűnek. Az 1 kV alatti feszültséggel érintkező áldozat alkalmi eszközzel történő kimentése kellő ismeretek birtokában és óvatosság mellett megkísérelhető (l. alább), míg 1 kV-tól az áldozatot megközelíteni sem szabad: már ekkor elektromos ív húzódhat az ember teste és a feszültségforrás között (súlyos égést és áramütést okozva!), ilyenkor műszaki mentés szükséges!**

A nagyfeszültség a berendezésen, ill. vezetékoszlopon lévő figyelemfelhívó tábláról (1. ábra), légvezetékelnél ezen felül a többszörös szigetelőtestekről is felismerhető (2. ábra).

A villamos baleset következményei alapvetően a testen átfolyó áram erősségétől, az áramnemről (egyen- vagy váltóáram) és az áramhatás időtartamától, valamint az áramúttól függenek. Mivel az emberi test ellenállása (bizonyos határok között) állandónak tekinthető, az elektromos baleset veszélyességét (adott áramnem figyelembe vételével) a feszültséggel jellemezzük. Váltóáram a vázizomzaton tetánias görcsöt okozhat, amely megakadályozhatja a feszültségforrás akaratos elengedését, ezzel elnyújtva az áramhatás idejét.

Törpefeszültség általában ártalmatlan, azonban a vezetékes telefon kb. 50 V-os vonali egyenfeszültségére csengetéskor váltófeszültség kerül, ami az effektív feszültséget 70-90 V-ra emeli. Ennek megérintése valószínűtlen ugyan, de ha megtörténik, az emberi test jó földelődése esetén (pl. fürdőszobában nedves kövezeten mezítláb állva) életveszélyes lehet.

III. Anamnézis, diagnózis, tünettan

Elsőként a helyszín veszélyességét mérjük fel: alapvetően tisztázandó a baleseti feszültség lehetséges maximuma, és az, hogy az áldozat teste még feszültség alatt áll-e? Ha ez nem zárható ki, nagyfeszültség esetén **áramszolgáltatói beavatkozásra (feszültségmentesítés), illetve műszaki mentésre van szükség a helyszínen, illetve az áldozatmegközelítése előtt.** Kisfeszültség esetén mindenekelőtt kikapcsolásra (főkapcsoló, biztosíték lekapcsolása) kell törekedni. Ha ez azonnal nem lehetséges, megkísérelhető az alkalmi eszközzel kimentés: többért hajtott száraz textílián keresztül megragadva, illetve szigetelő (pl. fanyelű) eszközzel eltávolítani az áldozatot a feszültségforrástól.

Ha az áldozat biztonságosan megközelíthető, azonnal vizsgáljuk reakciókészségét, ha nem reagál, keressük a keringés jeleit (ABC[DE] vizsgálat). Keringésmegállásban értelemeszerűen azonnal újraélesztést kell kezdeni, ha nincs annak nyilvánvaló kilátástalanságára utaló körülmény. Megtartott keringésű beteg vizsgálatát az általános szabályok szerint folytassuk, kiegészítve az alábbiakkal.

Az **anamnézist** eszméletén lévő betegről, illetve a baleset szemtanútól vesszük fel, és a helyszínen észlelt körülmények is útbaigazítanak. Fontos elsőként tisztázni – hacsak lehet – a baleseti feszültséget, a feszültségforrással való érintkezés helyét és (legalább hozzávetőleges) tartamát, a földelődés helyét (ez rendszerint a talp), az esetleges eszméletvesztés tényét és tartamát, járulékos sérülések keletkezésének lehetőségét.

Tünetek és panaszok

Specifikus tünet nincs, leszámítva az áramjegyet; amely azonban kellő valószínűséggel csak az anamnézis és a helyszíni körülmények ismeretében azonosítható és bizonyító értékű, hiánya viszont nem zárja ki az áramütést. Az áramjegy túl a minimális égéstől a jelentős, akár negyedfokú égési sérülések megjelenésével is számolnunk kell. Az áramütés kapcsán magasból esés, illetve az áramhatás okozta, akár brutális izomkontrakció következtében változó súlyosságú mechanikai sérülések keletkezhetnek. Kiterjedt izom/lágyrészkárosodás esetén oedema, majd következményes rhabdomyolysis, kompartment-szindróma alakulhat ki. Előfordulhat, hogy ezek, elegendő anamnesztikus adat, illetve egyértelmű/valószínű helyszíni jelek hiányában elterelik a figyelmet a baleset elektromos eredetéről. Az elektromos baleset EKG eltéréseket okozhat, azonban ezek nem specifikusak, és sokszor nem deríthető ki a helyszínen, hogy újkeletűek-e.

Az áramütés legsúlyosabb következménye a keringésmegállás, váltóáramú balesetben a leggyakrabban kamrafibrilláció következtében. Keringésmegállás nélkül is előfordulhat légzésmegállás a légzőizmok elhúzódnó görcse, vagy az őket mozgató idegek bénulása, ritkábban a légzőközpontot ért ártalom következtében. Az áramütés a fentiekén kívül szinte minden szervünket károsíthatja, melyek következménye felsorolás szintjén a teljesség igénye nélkül a következők lehetnek (ezek nem mindegyike manifestálódik a prehospitalis ellátás során, hanem esetlegesen később alakulnak ki): érintett artériák thrombosisa, rupturája, vesekárosodás/elégtelenség, szepszis, perifériás idegsérülések,

görcsroham, vérzéses/ischaemiás stroke, keratoconjunctivitis photoelectrica, dobhártya szakadása (akut halláskárosodás!), akut szívelégtelenség, mesenterialis ischaemia következményes hasi panaszokkal.

Jóllehet az áramütéskor a testen átfolyó áram erősségét nem ismerjük, és utólag sem tudjuk rekonstruálni, a következő tájékoztató értékek ismerete hasznos: az érzékelési küszöb: átlagosan 1 milliampere (mA), az elengedhetőségi határ 10 mA körüli, 50-100 mA már okozhat kamrafibrillációt, amely 100-400 mA körül törvényszerűen fellép. Nem közömbös a váltóáramú behatás időtartama: ha az nagyon rövid, kisebb valószínűséggel keletkezik kamrafibrilláció, mint hosszabb áramhatás esetén, utóbbi többnyire 10 mA-t meghaladó áramerősség esetén fordul elő, a kézizmok görcse következtében.

A feszültség általában meghatározó: 100 V körüli váltófeszültség már kelthet kamrafibrillációt, azonban az áramhatás tartamától és a földelődés mértékétől erősen függően.

IV. Differenciáldiagnózis

- más eredetű eszméletvesztés vagy égés, ha az áramütés ténye nem ismert, ill. kérdéses
- villámcsapás: az előzmények és a helyszíni körülmények, esetleges villámrajzolat alapján különíthető el. A bekövetkezett villámcsapás után az áldozat érintése veszélytelen, azonban exponált helyszínen újabb villámcsapás fenyegethet. Tömeges sérültellátás esetén, szemben a tömeges eseményekkel kapcsolatos, általánosan használt triage-zsal, javasolt a (potenciálisan reverzibilis ok miatt) az eszméletlen, halottnak tűnő áldozatok kezelését elkezdeni. Ezen betegek keringésmegállásának, eszméletlen állapotának hátterében általában potenciálisan reverzibilis malignus ritmuszavar áll, mely korai intervencióval jó eredménnyel és így túlélési eséllyel kecsegtet. A villámcsapást túlélte, nem kritikus állapotú személyek nagy valószínűséggel azonnali beavatkozás nélkül is jó túléléssel rendelkeznek. A villámcsapással kapcsolatos ismereteket részletesen lásd az „*Újraélesztés a prehospitalis ellátásban*” c. oktatási anyagban.

V. A mentésirányítás feladatai

- áramütéses baleset bejelentésének vételekor elsőként tisztázandó: az áldozat megközelítése, és a helyszín egésze biztonságos-e? – ha nem: azonnal műszaki segítséget kell kérni! Egyidejűleg P1 riasztás a mentőegység tájékoztatásával! Már ekkor rá kell kérdezni különleges körülményekre:
 - elektromos – felsővezetékes vagy akkumulátoros meghajtású jármű érintett-e?
 - műszaki mentés szükséges-e?
 - a bejelentőt, és általa a jelenlévőket figyelmeztetni!
 - a szokványos feszültségtartományokat (ld. 3. sz. függelék)
 - leszakadt/járműre esett nagyfeszültségű vezeték?
 - műszaki mentés és rendőrség kérése!
 - a bejelentőt, illetve általa a járműben ülőket figyelmeztetni kell:
 - senki ne közelítse meg 15 méteren belül a leszakadt vezetéket
 - a járműben ülő ne szálljon ki, ha nincs kényszerítő körülmény: pl. tűz
 - ha elkerülhetetlen a jármű elhagyása: teljes ajtónyitás után, összezárt lábakkal és a mellkason összezárt karokkal kiugrani, a földetérés után a kocsiszekrény érintése nélkül vagy páros lábon ugrálva, vagy a lábak felemelése nélkül kb. 5 cm-enként csoszogva lassan távolodni legalább 15 m-re, onnantól lehet normális lépésekkel tovább haladni.
- A bejelentő figyelmeztetése az áramtalanításra (kapcsoló, főkapcsoló, biztosíték lekapcsolására pl. háztartási baleset esetén, ha a sérült a feltételezett áramforrás közvetlen közelében van, vagy azzal érintkezik), a beteg óvatos megközelítésére.

- ha a helyszín biztonságos, az áldozat reagál-e, van-e normális légzése? – ha nincs: T-CPR kezdendő, egyidejűleg P1 riasztás!
 - a T-CPR instrukciói előtt tisztázandó, hogy a sérült ruházata ég-e vagy parázslík-e, ha igen, először azt el kell távolítani
- ha T-CPR nem szükséges, a kikérdezés ABCDE szerint folytatandó, a riasztás szintje ennek alapján döntendő el
- különleges helyzet, ha az áramszolgáltató diszpécser jelel be elektromos balesetet: mivel a diszpécser nem látja az áldozatot (hanem a területen dolgozó szerelőpáros épen maradt, de segélynyújtással elfoglalt tagjától kapja a hírt), a reakcióképességre és a normál légzésre vonatkozóan nincs feltétlenül válasz, egyszeri rákérdezésen túl csak a helyszínt kell azonosítani, és P1-es riasztást kell indítani.

VI. Betegvizsgálat, azonnali teendők MINDEN mentőegység számára

- **nagyfeszültségű (>1000 V) baleset helyszínét, áldozatát megközelíteni sem szabad, kikapcsolást, műszaki mentést kell kérni! Addig vizsgálni, beavatkozni tilos!**
- **leszakadt, ill. járműre esett nagyfeszültségű vezetéket 15 méteren belül megközelíteni tilos; ha ülnek a járműben, hangosan figyelmeztetni kell őket „A mentésirányítás feladatai” részben leírtaknak megfelelően**
- **elektromos meghajtású, ill. hibrid jármű ütközésekor a (narancssárga színű – 3. ábra) nagyfeszültségű vezetékek ill. a nagyfeszültségű akkumulátor sérülése igen ritka (újabb ütközéskor a nagyfeszültségű rendszer automatikusan lekapcsolódik). Ha a nagyfeszültségű rendszer valószínűleg nem sérült, törekedjünk a jármű feszültségmentesítésére az erre szolgáló kapcsolóval, ha azonosítható. Elektromos, ill. hibrid meghajtású járművek (többnyire nem hagyományos megjelenésű) „indítókulcsát” a járműtől legalább 5 méterre el kell távolítani, a véletlen indítás elkerülésére („alvó autó jelenség”).**
- minden egyéb esetben meg kell bizonyosodni arról, hogy az áldozat (már) nem érintkezik a feszültségforrással
- ABCDE szerinti vizsgálattal dönteni kell az azonnali beavatkozásokról, eljárásokról (újraélesztés, oxigénterápia, egyszerű légútbiztosítás, folyamatos SpO₂/NIBP/P/EKG-monitorozás, analgészia és szedáció, nyugtatás, sérülések, égési sebek ellátása, folyadékpótlás, rögzítések, noninvazív/invazív lélegeztetés, emelt szintű légútbiztosítás, ISBAR); lásd a megfelelő szabványos eljárásrendeket.
- 12-elvezetéses EKG kötelezően elvégzendő vizsgálat. Esetleges eltérések lehetnek: újkeletű ritmuszavar (pl. sinus tachy/bradycardia, pitvarfibrilláció, supraventricularis/ventricularis extrasystolia, nem tartós kamrai tachycardia, különböző fokú AV-blokk), vagy specifikus (szívizom ischaemiára jellemző), aspecifikus ST, T eltérések, QT-megnyúlás.
- Égési sérülés esetén a Parkland-séma alulbecsüli a lágyrészek (nem látható) sérülését, így ha felmerül jelentős lágyrész/izomsérülés, felnőttek esetén 1 liter/óra folyadékpótlás javasolt.
- Tekintve, hogy egyéb speciális ellátást az elektromos balesetek nem igényelnek a kimentés sajátos szempontjain csak túl utalunk az ABCDE vizsgálat alapján elvégzendő eljárásrendekben részletezett vizsgálat és terápiás eljárásokra.

VII. Ellátás utáni teendők

Kórházba kell szállítani a sérültet/beteget:

- (természetesen sikeres újraélesztés után)
- ha eszméletvesztése volt, vagy eszméletlen
- ha hypoxiás, vagy mellkasi fájdalma van, vagy friss (?) EKG eltérést észlelünk
- ha számottevő égés, ill. egyéb lágyrész-sérülés észlelhető
- ha az áramút veszélyes volt (pl. kar-kar)
- ha áramjegyet látunk (ez bizonyítja a testet ért jelentős áramhatást)
- ha az áramhatás ideje hosszú (több másodperces, vagy még hosszabb) volt
- cardiovascularis társbetegségek esetén
- gyermekek, várandósok
- a felsoroltak hiányában is azt, akit 400 V feletti váltófeszültségű áramütés ért.

Fentiek hiányában, **kisfeszültségű balesetben (400 V alatt), ha az első EKG normális, áramjegyet nem találunk**, és az áramütött **tünet- és panaszmentes**, nem indokolt kórházba kerülnie (megj.: mentőápoló önálló döntés alapján nem hagyhat helyszínen beteget).

VIII. Speciális megfontolások

- Statikus elektromosság kisülése az emberi testen keresztül áramütés-élményt kelt, azonban szokványos körülmények között nem károsít (a szikrázás éghető gáz vagy gőz jelenlétében azonban robbanást okozhat).
- Leszakadt nagyfeszültségű vezeték a fent leírt veszélyekkel jár és a fenti intézkedéseket követeli.
- Villámcsapás: a rendkívül nagy energiájú áramütés súlyos égést, durva mechanikai károsodást okozhat, dobhártyarepedés, hónapok múltán cataracta jön létre. A bőrön villámrajzolat keletkezhet.
- Újraélesztés esetén hatványozottan igaz, hogy megkezdését/abbafejezését nem szabad a pupillák állapotára hagyatkozva végezni, tekintve, hogy az elektromos balesetek tág, fénymerev pupillákat okozhatnak önmagukban is. Nem releváns ugyanilyen módon az iniciális ritmus típusa sem, asystoliás betegek esetén is esély van túlélésre.
- Várandósok: kevés adat áll rendelkezésre, elektromos balesetet követően az áldozat lehet tünetmentes is, de előfordulhat spontán vetélés, lepényleválás, ritmuszavarok, hirtelen anyai és magzati halálozás is. Nőgyógyászati és magzati vizsgálat javasolt.
- Gyermekek: speciális megfontolást a gyakori száj körüli (elektromos kábelek rágása miatti) (égési) sérülések jelentik, ugyanis a sérülést követő napokban, az égés helyén a labialis artériák életveszélyes vérzést okozhatnak.

IX. Ábrák



1. ábra: Nagyfeszültséget jelző táblák (forrás: internet)



A

B

2. ábra: Nagyfeszültségű (A) és kiefeszültségű szabadvezetékek szigetelői (Göbl G felvételei)



3. ábra: Elektromos autó nagyfeszültségű rendszerének elemei narancsszínűek (forrás: <http://totalcar.hu/>)

Felhasznált irodalom:

1. Arnoldo B., Klein M., Gibran N S.: Practice Guidelines for the Management of Electrical Injuries Journal of Burn Care & Research 2006 Volume 27, Number 4 439-447
2. Bailey B, Gaudreault P, Thivierge RL, Turgeon JP. Cardiac monitoring of high-risk patients after an electrical injury: a prospective multicentre study Emerg Med J 1995 May; 25(5):612-7. Review.
3. Fatovich DM. Delayed lethal arrhythmia after an electrical injury. Emerg Med J. 2007 Oct; 24 (10):743.
4. Göbl G. Az áramütésről. Magyar Mentésügy 2018. (32) 2. 53 - 58.
5. Hansen SMet al. Mortality and risk of cardiac complication among immediate survivors of accidental electric shock: a Danish nationwide cohort study BMJ Open 2017; 7:e 015967
6. Tomcsányi J. Magyar Mentésügy 2017. (31) 2. 63.
7. Waldmann V., Narayanan K., Combes N., Marijon E.: Electrical Injury BMJ 2017; 357: J 1418.
8. O'Keefe KP, Danzl DF, Moreira ME, Ganetsky M: Electrical injuries and lightning strikes: Evaluation and management. UpToDate. Last updated: Feb 08, 2023.
9. Pilecky D, Kovács E, Zima E: Arrhythmiarizikó és cardialis szövödmények áramütéses balesetet követően Szakirodalmi áttekintés és sürgősségi ellátási protokoll. Orv Hetil. 2020; 161(47): 1979–1988
10. <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/electrocution>
11. <https://www.wikihow.com/React-if-a-Power-Line-Falls-on-Your-Car>

Az eljárásrend elkészítésében részt vettek:

- *OMSZ Orvosszakmai Osztály Szakmai Munkacsoportja:* Csathó Mónika, Dr. Hanesz János, Dr. Gebei Róbert, Dr. Göbl Gábor, Dr. Kocsis Tibor, Kovács Bertalan, Dr. Krivácsy Péter, Dr. Mészáros Hajnalka, Molnár Ferenc József, Dr. Petróczy András, Pusztai László, Dr. Radnai Márton, Toldi Ferenc

Az eljárásrend előzményei

Verzió 1	Jelen eljárásrend (2023.02.20.)
Cím	Elektromos balesetek prehospitális ellátása
Szerzők	OMSZ Orvosszakmai Osztály Szakmai Munkacsoportja
Hatályba léptette	8/2023. (02.20.) számú Főigazgatói Utasítás
Állapot	Hatályban

1. sz. függelék

Az elektromos balesetek gyakori mechanizmusai

- az áldozat – többnyire kezével – érinti a feszültségforrást, miközben más testrésze alacsonyabb, ill. nulla (többnyire föld-)potenciálú tárgyat érint (többnyire talajon vagy padlón állva); így teste az áramkör részévé válik, azaz áram folyik rajta keresztül, felszíni és mély funkciózavarokat és károsodás okát okozva; köznapi szóhasználatban az áramütésen ezt értjük.
- a lángalobbant ruházat égési sérülést okoz, az áram vagy keresztül folyik a testen, vagy nem.
- jellemzően nagyfeszültség esetén elektromos szikra, vagy tartós kisülésként elektromos ív húzódik a feszültségforrás és a test között: a károsodás elsősorban felszíni, de a test be is vonódhat az áramkörbe.
- a villám szélsőségesen nagy energiájú szikrakisülés: több ezermillió V feszültsége több tízezer amper erősségű áramot hajthat keresztül a testen, durva fényhatástól és lökéshullámmal kísérvé.

2. sz. függelék

Feszültségtartományok

- **törpefeszültség:** váltakozó áram esetében nem haladhatja meg az 50 V-ot, egyenáram esetében a 120 V-ot
- **kisfeszültség:** váltakozó áram esetében nem haladja meg az 1000 V-ot, egyenáram esetében az 1500 V-ot (ilyennel találkozunk a háztartásokban: „220 V”);
- **nagyfeszültség:** váltakozó áram esetében meghaladja az 1000 V-ot, egyenáram esetében az 1500 V-ot.

Megj.: az áramszolgáltatói gyakorlatban a 10-35 kV közötti tartományt középvezettségnek nevezik, és 120 kV-tól beszélnek nagyfeszültségről.

3. sz. függelék

Az elektromos járműmeghajtásban Magyarországon használatos üzemi feszültségek (+20 - 30%):

- egyenáramú vezetékes rendszerek
 - villamos, trolibusz: 600 V
 - metró: 825 V
 - HÉV: 1100 V
 - fogaskerekű: 1500 V egyenáram
- váltóáramú vezetékes rendszerek
 - nagyvasúti vontatás 25 kV váltóáram
- vezeték nélküli elektromos meghajtású közúti járművek:
 - autóbuszok és teherautók: 600 V
 - személygépkocsik általában: 400 V; újabban terjed a 800 V-os rendszer. A gépjárművek nagyfeszültségű rendszerei narancssárga színűek.