

pustit předmětu pod proudem. Při intenzitách střídavého proudu do 75 mA je schopen zasažený uvolnit provokovaný stisk ruky – jedná se „uvolňovací proud“ (Ševčík et al., 2014).

Stejnoseměrný vysokonapěťový proud (více než 1 000 V) vyvolává vysokoenergetický náraz, který může zasaženého odmrstit od zdroje. Dochází k výrazným tepelným nekrózám svalů, kostí, orgánů (Ševčík et al., 2014).

Existují konkrétní situace, kdy typicky dochází k úrazu elektrickým proudem – kontakt s vodičem (domácí spotřebiče), zásah trojfázovým proudem (elektrický kotel či sporák), zásah výbojem proudu (elektrické vedení – přeskok výboje přes volný prostor). Při zásahu elektrickým proudem postižený nepříjemně vnímá elektrický výboj, následuje kontrakce svalů, pocit bolesti na kůži v místě zásahu a často i v hlubších strukturách. Charakter i stupeň poškození elektrickým proudem je závislý na kontaktu zasažené osoby s vodičem, ale rovněž na oblečení i obutí. Podomácku vyrobené elektrické přístroje (např. sekačky) jsou pro spotřebitele nebezpečné – nemají nezbytná ochranná zařízení a nesplňují bezpečnostní normy.

Úrazy elektrickým proudem jsou provázeny poraněním různých oblastí těla a různých systémů. K poškození tkání dochází při produkci tepla, při popálení kůže, průchodu elektrického proudu tkáněmi, poškozením buněčných membrán či poruchou elektrické aktivity orgánů (srdečního rytmu či řízení respirace). Elektrický oblouk způsobí popáleniny (zapálením oděvu), ale vzniká i poškození řady orgánů, např. ucha akustickou explozí („blast“). Vysoký odpor kostní tkáně a koster-ních svalů vede k nekróze kosti a k poškození svalů. Nekróza tkání, poškození arteriálního zásobení a rabdomyolýza často vyžadují amputaci, rozvíjí se kompartmentový syndrom a případně vzniká i selhání ledvin. Kritické je poškození v hloubce uložených tkání, jejich úprava je zdlouhavá a negativně ovlivňuje výsledný klinický stav (Stockly et al., 2020).

Úrazy elektrickým proudem postihují nejčastěji mladé muže. Ve velkých statistikách vedou k amputacím v 15–39 %. Neuropatie se objevují v 11–60 %. Při výskytu popálenin je většinou nutné podstoupit několik chirurgických zákroků, aby došlo ke zhojení

popálených tkání (Stockly et al., 2020). Tyto komplikace ovlivňují fyzické i psychické funkce, prodlužují návrat do zaměstnání a snižují kvalitu života. Velmi často se vyvíjí posttraumatická stresová porucha a objevují se i depresivní stavy.

V mnoha kazuistikách i v obsáhlých přehledech se vyskytují přechodné nervové příznaky ihned po zásahu elektrickým proudem. Keraunoparalýza vzniká po zásahu bleskem (keraunos) a je charakterizována plegií dolních končetin (někdy všech 4 končetin), s poruchou citlivosti a přitom bez poruchy vědomí. Jsou přítomné také příznaky trvající delší dobu (míšni, mononeuropatie), ale objevují se choroby, které mohly být vyprovokovány zásahem elektrickým proudem, např. míšni degenerativní procesy. Vznikají akutní i opožděná poškození nervového systému. Při průchodu elektrického proudu mozkem se následně objevují různé intenzivní neuropsychologické syndromy. Závažné jsou také pády, které velmi často provázejí zásah elektrickým proudem (Nielsen et al., 2022).

## Typy úrazů elektrickým proudem

Úrazy elektrickým proudem lze rozdělit na poškození výbojem střídavého či stejnosměrného proudu a na poškození bleskem. Jedná se o poškození centrální nervové soustavy a periferních nervů. Poranění mozku a míchy elektrickým výbojem je v literatuře spojováno se zvýšeným rizikem epilepsie, Parkinsonovy nemoci, amyotrofické laterální sklerózy, ale v současných přehledových sděleních nebyl prokázán vztah mezi zásahem elektrickým proudem a zvýšením rizika Parkinsonovy nemoci, ALS (amyotrofická laterální skleróza), roztroušené sklerózy či Alzheimerovy demence. Avšak časový vztah mezi elektrotraumatem a vznikem ALS syndromu není blíže definován (Sidique et al., 2003). Nielsen et al. nezjistili časový vztah mezi zásahem elektrickým proudem a rozvojem ALS a uzavírají, že se nejspíše jedná pouze o náhodnou koincidenci. Bylo však prokázáno zvýšené riziko vzniku migrény, závratí a epileptických záchvatů. V mnoha kazuistikách byl zásah elektrickým proudem dáván do souvislosti s bolestmi hlavy, zvýšenou únavností či s tremorem (Andrews et Reisner, 2017).

## Zásah elektrickým proudem

Zásah elektrickým proudem může poškodit struktury periferní nervové soustavy (PNS). Často se vyskytují mononeuropatie i polyneuropatie, které jsou provázeny poruchou citlivosti, neuropatickou bolestí, parézou a atrofiemi svalů, autonomními příznaky. Poškození PNS se vyskytuje zejména u poranění proudem vysokého napětí. Z dalších parametrů je důležitý typ proudu, trvání zásahu proudem, rezistence zasažené tkáně, vlhkost prostředí (Nielsen et al., 2022).

## Zásah bleskem

Jedná se o zasažení vysokonapěťovým stejnosměrným výbojem atmosférické elektřiny. Jde o velmi krátké (0,1–0,001 s) působení stejnosměrného proudu o napětí často přesahující 10<sup>6</sup> voltů.

Riziko zásahu bleskem je malé a zvyšuje se v horách a v divočině (wilderness environment). Podle propočtů každou vteřinu dochází asi k 100 úderům blesku v rámci celé zeměkoule. Zasažení bleskem tvoří pouze 2–4 % všech úrazů proudem s vysokým napětím. Může dojít k přímému zásahu osoby bleskem. Jindy může jít o nepřímý zásah, např. výboj z nedalekého objektu (strom, stožár či drát, přenos z druhé osoby). Je možný i zásah zemními proudy, např. vstup přes jednu končetinu a výstup druhou končetinou. Přitom mohou být poraněny orgány, přes které je výboj přenášen, což je srdce, plíce, nervová soustava. Oběti zásahu bleskem mají vysokou mortalitu (10–30 %). U vážně zasažených osob se trvalé následky vyskytují ve vysokém procentu (76 %). V Německu je ročně poraněno bleskem asi 1 000 lidí. Celosvětově je ročně 24 000 úmrtí a 240 000 poranění po zásahu bleskem. V rozvinutých zemích došlo v průběhu posledních desítek let k podstatnému snížení incidence zásahu bleskem. Snížila se intenzita práce osob na polích a v terénech exponovaných bouřím a bleskům. Došlo sice ke zvýšení rekreační aktivity ve volné přírodě, ale rovněž se podstatně zvýšila informovanost o nebezpečí zásahu bleskem, o racionální prevenci zásahu bleskem a o chování v průběhu bouřky.

Ströhle et al. (2018) uvádějí retrospektivní analýzu poranění bleskem v rakouských Alpách v průběhu 10 let (2005–2015). Za toto