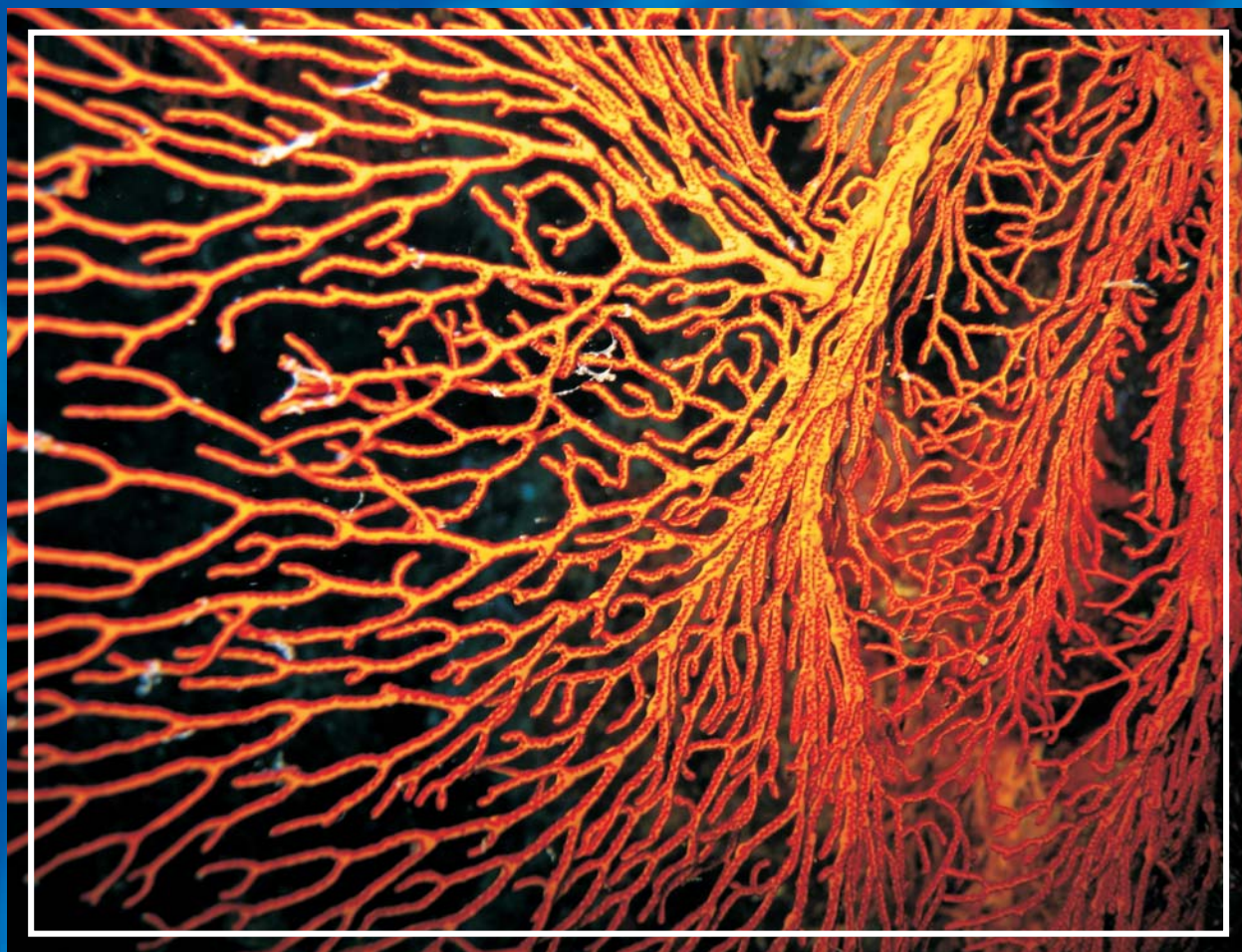

HOJENÍ

2. číslo
5. ročník

ISSN 1802-6400

RAN

2011



- zevní fixace ■ larvoterapie ■ vzájemná komunikace a systém vzdělávání sester ■ erysipel a možnosti jeho léčby
 - **téma čísla: popáleniny** ■ kapitoly z historie ■ strana ČSLR
-

Poranění kůže kyselinou fluorovodíkovou a následná péče

Josef Bláha, Vlasta Štolbová

Klinika popáleninové medicíny, 3. LF UK a FN Královské Vinohrady

Souhrn:

Poleptání kyselinou fluorovodíkovou jsou nebezpečná svou nenápadností a nejsou-li adekvátně ošetřena v krátké době po úrazu, mohou pacienta závažně poškodit, v případě poranění větší plochy než 1 % povrchu těla, nebo inhalačního postižení i usmrtit. Demonstrujeme dva rozdílné přístupy k tomuto úrazu podle rozsahu, jeden z nich je ilustrován kazuistikou pacienta.

Klíčová slova:

▪ kyselina fluorovodíková ▪ Calcium gluconicum ▪ plášťová blokáda ▪ poranění ruky

Summary:

The skin injury caused by hydrofluoric acid and the follow-up care

Burns caused by hydrofluoric acid are dangerous because of their inconspicuousness and if they are not adequately treated shortly after the injury, they may harm the patient seriously; if an area larger than 1% of body surface is injured or in case of inhalation injury, it may be even fatal. We present two different approaches to such injury; one of them is exemplified by the patient's case history.

Key words:

▪ hydrofluoric acid ▪ calcium gluconicum ▪ serial anesthetic blockade ▪ hand injury

Úvod

Úrazy kyselinou fluorovodíkovou (HF) nejsou příliš časté, ale zato nebezpečné. Hlavním problémem je malá, agresivní molekula HF, rychle penetrující tkáněmi a zanechávající za sebou bolestivou kolikvační nekrózu. Kontakt kyseliny s tkání vyžaduje okamžitý cílený zákrok, jinak se rozvine závažné poškození, někdy s přímým ohrožením života.

Chemismus kyseliny fluorovodíkové

Fluorovodík je po výrobě zchlazen na anhydrid, což je bezbarvá tekutina s obsahem přes 99 % HF. Pro průmyslové použití se mísí s vodou na požadovanou koncentraci. Jelikož je schopen rozpouštět SiO_2 a proto i leptat sklo, je často používán ve sklářském průmyslu a rovněž k dekoraci skleněných výrobků. Pro svou agresivitu a schopnost rozpouštět mnohé jiné látky se využívá i v elektrotechnickém průmyslu k leptání kontaktů polovodičů před jejich montáží na tištěné spoje. Je součástí prostředků k odrezování a leštičů hliníkových výrobků. Po případné průmyslové havárii se uvolňuje jako toxické mračno, zasahující blízkou populaci. Fluorovodík je 3–5krát

toxičtější než kyanovodík a postižení dýchacích cest vyžaduje okamžitou hospitalizaci pacienta.

Mechanismus působení

Anhydrid je silná protonová kyselina. Vodný roztok je díky velké elektronegativitě fluorového iontu velmi málo ionizován a je proto relativně slabou kyselinou (asi 1000krát slabší než HCl).

Kůže je poškozována degenerací H^+ a korozí a na povrchu způsobuje menší poškození než ekvimolární HCl nebo H_2SO_4 . Na rozdíl od ostatních kyselin však může HF pronikat lipidovými membránami a difundovat do tkání. Kůži rychle proniká do hlubokých struktur, uvolňuje volně disociabilní F^- ionty, které jsou díky své velké reaktivitě extrémně toxické.

V živých tkáních se váže hlavně jako nerozpustný MgF_2 a CaF_2 . Precipitované ionty způsobují buněčnou smrt a kolikvační nekrózu tkáně s dekalifikací a usurací kostí. Není-li proces správně léčen, může pokračovat i několik dní.

Kyseliny obecně způsobují koagulační nekrózu, která zpomaluje jejich penetraci, zatímco alkálie díky kolikvační nekróze a zmydelňování lipidů, penetrují hlouběji. V tomto ohledu se HF chová jako louh. Bolest je způsobena imobilizací Ca^{++} ve tkáních a jejich výměnou za K^+ .

Fluorovodík se resorpejí z tkání, inhalací nebo požitím dostává do cirkulace, což vede k akutní systémové reakci se širokým spektrem kardiálních, respiračních, gastrointestinálních a neurologických příznaků, podle množství resorbované látky. Výše zmíněná afinita k Ca^{++} vede k celkové

MUDr. Josef Bláha

Klinika popáleninové medicíny

3. LF UK a FN Královské Vinohrady

Šrobárova 50

100 34 Praha 10

e-mail: blaha_josef@post.cz



■ Obr. č. 1: Poleptání prstů kyselinou fluorovodíkovou, stav 3. den po úrazu, pacient léčen na obvodě



■ Obr. č. 2: Aplikace směsi 10% Ca gluconicum + 1% Mesocainu 1:1 pod postižená místa



■ Obr. č. 3: Stav poraněných prstů za 10 dní po úrazu. Deskvamace povrchních nekrotických oblastí

3 x foto z archivu autorů

hypokalcemii. HF rovněž interferuje s mnoha enzymy vazbou na Mg a Mn. Minimální letální dávka je 1 mg/kg F⁻. Proto léčba spočívá v rozředění HF, jeho precipitaci a tím eliminaci volného F⁻ iontu.

Klinické projevy intoxikace kyselinou fluorovodíkovou

Nejčastější brána vstupu je kůže na prstech rukou, oči, aspirace a požití. Výjimečně se HF dostane do těla i rektální cestou. Místní i celkové projevy závisí na délce expozice, koncentraci, cestě vstupu a odolnosti tkání.

Koncentrace HF okolo 20 % nemusí v prvních 24 hodinách způsobovat žádnou bolest, při koncentraci 50 % jsou příznaky zjevné za 1–8 hod a nad 50 % vzniká nekróza a bolestivost velmi rychle, u koncentrované HF (90 %) okamžitě.

V praxi se setkáváme nejčastěji s koncentrací 50 % a více a příznaky odpovídají výše popsanému schématu. Postižené místo je během 1–2 hodin bolestivé, oteklé, tvoří se buly. Šedavé zabarvení tkání po odstranění puchýře svědčí o hlubším postižení. To v průběhu dalších 6–24 hodin dále progreduje za vzniku nekrotických ulcerací se záněty vaziva a osteolýzou. Nižší koncentrace způsobují erytém, pocení a nevolnost již za několik hodin po kontaktu. Není-li stav přiměřeně léčen, pokračuje dále do rozvoje nekrotických oblastí. V celkových příznacích se již uplatňuje systé-

mový efekt resorbovaného HF do cirkulace.

V biochemických vyšetřeních již asi za 30 minut po kontaminaci stoupá obsah F⁻, rapidně klesá Ca⁺⁺, Na⁺ a stoupá K⁺. Jsou popsány případy, kdy rozsah postižení 2,5 % povrchu těla s řádným ošetřením plochy a s infiltrací Ca glukonátu pod nekrózu vedly k těžké otravě fluorem a smrti za 10 hodin po úrazu na akutní hypokalcemii s fibrilací komor. Pitva prokázala rozsáhlé nekrózy myokardu. V klinickém obraze jsou pak přítomny i intenzivní bolesti svalů, cyanóza, hypotenze, parézy a srdeční arytmie.

Terapie

Kožní léze je nutné okamžitě omývat proudem vody po dobu 10–20 minut. Někdy doporučovaná další neutralizace bikarbonátem sodným není optimální, protože NaF je ve vodě rozpustný a dále se resorbuje. Podstatně větší smysl má obkladování potrísňového místa kaší s MgO, kdy vznikající MgF je nerozpustný. Po omytí plochy lze použít Detanol v obkladu, což je 3% roztok Chelatonu 3 (diethylentriamin) v 96% alkoholu. Chelaton 3 je schopen účinně vázat volné fluorové anionty.

Účinné antidotum v místním použití jsou i kvartérní amoniové báze, které navíc fungují jako místní antiseptikum. Obklady je nutno obměňovat po několika minutách po dobu 2–6 hodin.

Kalcium glukonátový gel ve 2,5% koncentraci s lehkou masáží poraněného místa a vtíráním do rány lze s efektem aplikovat až 4 dny. Redukce až vymizení bolesti je indikátorem účinnosti léčby a používá se jak u dětí tak u dospělých pacientů. Gel s obsahem uhličitanu vápenatého je rovněž účinný, ale málo proniká do tkání.

Nejefektivnější je injekční infiltrace Ca glukonátu, MgSO₄ nebo CaSO₄ bezprostředně pod nekrózu. Dávkování se v literatuře udává 0,5 ml 10% roztoku na 1 cm² postiženého místa. Kritériem pro infiltrační terapii jsou:

- centrální tmavošedá oblast ohraničená erytémem;
- intenzivní pulzující bolestivost poraněného místa.

V případech poranění prstů rukou provádíme plášťovou infiltraci pod poraněným místem a kolem skeletu v rozsahu celé nekrotické roztokem 10% Ca gluconicum ve směsi s 1% amidy (Mesocain) v poměru 1:1, v množství několika ml podle lokalizace poranění. Pro nejčastěji postižené konečné články prstů dostačuje 1–1,5 ml roztoku na každý článek (obr. č. 1, 2).

Účinek zákroku je okamžitý, poraněné místo ihned přestává bolet jednak účinkem Mesocainu, jednak vazbou HF na kalciové ionty. Takto ošetřené prsty pak kryjeme suchým mulovým obvazem, nebo použijeme obklad s Detanolem, pokud jej máme k dispozici. Kontrola pacienta druhý den nám ukáže, zda byl zákrok efektivní, tj. prsty jsou



Obr. č. 4: Poleptání hřbetu ruky koncentrovanou kyselinou fluorovodíkovou po nekrektomii, 6. den po úrazu



Obr. č. 5: Týž pacient, v podkožním tuku patrná trombotizovaná žíla



Obr. č. 6: Stejný pacient za 6 měsíců po autotransplantaci kůže při ambulantní kontrole

trvale nebolestivé, otok a zarudnutí vymizely, v případě hlubšího poranění šedavá plocha na kůži se ohraničila, neprogreduje a při dalších kontrolách postupně deskvamuje (obr. č. 3). Celková doba léčení trvá asi 5–14 dní, podle hloubky poranění. Pokud ovšem nebyl pacient po úrazu řádně ošetřen, dojde k osteonekróze a nutnosti amputace článku prstu.

Kazuistika

Pro ilustraci můžeme uvést kazuistiku pacienta z roku 2000, pracujícího v chemickém provozu, kde byla používána koncentrovaná kyselina fluorovodíková.

28. 10. 2000 v 9.30 byl pacient v zaměstnání potřísněn koncentrovanou HF na dorzu pravé ruky. Při úrazu nedošlo k vdechnutí par fluorovodíku.

Ošetření proběhlo týž den v 10.28, tj. za hodinu po úrazu. Bylo konstatováno poleptání III. stupně hřbetu pravé ruky o velikosti 6×6 cm=42 cm². Tlak krve byl naměřen 100/60 mmHg, tep byl 80/min. Bolestivost ploch byla tlumena Fentanylem 2 ml i. v. a dále v lokální anestezii 10 ml 1% Mesocainu

aplikováno celkem 40 ml 10% Ca gluconicum pod nekrózu. Po oplachu byla nekróza ošetřena obkladem s 3% Detanolem a podán fyziologický roztok 500 ml i. v. Po telefonické domluvě byl pacient transportován leteckou záchrannou službou na Klinikou popálenin FN Královské Vinohrady.

Zde byl přijat k hospitalizaci ve 12.00 hodin, tj. za 2,5 hodin po úrazu. Po konzervativním ošetření na ambulanci a výměně obkladu s 3% Detanolem byl ve 13.00 hodin uložen na lůžko standardního oddělení. Pacient byl při příjmu plně orientován, spolupracoval, na bolesti si nestěžoval. Byl přeočkován TAT (tetanový antitoxin) 0,5 ml i. m. a TEGA (hyperimunní lidský tetanický imunoglobulin) 250 j. i. m. Infuzní terapie byla ponechána k zajištění vstupu do krevního oběhu při vzniku možných náhlých komplikací. Postižená končetina byla polohována v závěsu k prevenci otoku.

Dále bylo provedeno statimové základní biochemické vyšetření a vyšetření krevního obrazu.

Nálezy v biochemii:

Na – 142 mmol/l; K – 4,80 mmol/l; Cl – 108 mmol/l; Ca 2,55 mmol/l; glykemie – 7,30 mmol/l; ALT – 0,59 μ kat/l; AST – 0,40 μ kat/l; celková bílkovina – 65 g/l; urea – 5,42 mmol/l; kreatinin – 83 μ mol/l;

krevní obraz: leukocyty – 9,8 $\times 10^9/l$; erytrocyty – 4,68 $\times 10^{12}/l$; hemoglobin – 14,8 g/dl; hematokrit – 44,2; trombocyty – $272 \times 10^9/l$;

tlak krve – 120/85 mmHg, puls – 86/min, teplota 36,6 °C, tělesná hmotnost 82 kg, výška 172 cm.

V celkové medikaci byl užít Reparil 1 ampule i. v. po 8 hodinách. Infuzní roztoky: fyziologický roztok 500 ml + 1 ampule Ca gluconicum 10–14 hod, pak plný Hartmannův roztok 500 ml + 2 ampule Ca gluconicum. Obklady s 3% Detanolem na nekróze byly měněny po 30 minutách. Bolestivost postižené ruky se již neobjevila, citlivost a pohyblivost všech prstů byla plně zachována, otok byl jen mírný.

Interní statimové konzilium: EKG sinusový rytmus frekvence 84/min., interval PQ 0,18 s, semihorizontální osa, převodní časy v normě. Křivka bez ložiskových změn, rotace proti směru hodinových ručiček, přechodná zóna. Laboratorní nálezy v normě. Tlak krve – 120/80 mmHg; puls – 80/min., eupnoe bez cyanózy. Ostatní interní nález byl také v normě, pacient se léčil pro hyperlipoproteinemii a pravděpodobně i hypertenzi již před úrazem. Byl schopen výkonu v celkové anestezii.

Druhý den po úrazu bylo při převazu konstatováno, že potřísněná plocha je v celém rozsahu hluboká. Třetí den po úrazu při převazu – okraje II.B stupně, centrum III. stupně postižení. Pacient byl připraven k operačnímu výkonu. Šestý den po úrazu byla provedena nekrektomie kůže i podkoží (obr. č. 4, 5), kde byla trombotizovaná dorzální žilní pleteň, šlachy extenzorů nebyly výkonem odhaleny. Plocha byla ošetřena

Hartmann Alexis Frank (1898–1964)

– americký pediater. Prakticky celou svou kariéru působil jako profesor pediatrie na lékařské fakultě Univerzity ve Washingtonu a také jako vedoucí lékař Dětské nemocnice Sv. Louisy. Pohyboval se především na poli pediatrie, biochemie a metabolismu uhlohydrátů. Věnoval se dětské diabetologii a byl průkopníkem v použití laktátu sodného v léčbě metabolické acidózy. Dal jméno Hartmannovu roztoku.

(Zdroj informací: archiv redakce)

Solcoserylem a xenotransplantátem. Osmý den po úrazu byl proveden převaz, výměna xenotransplantátů, plocha nebyla prohloubena, spodina byla vitální. Desátý den po úrazu autotransplantace, mesh 1 : 1,5. Dvanáctý den po úrazu byl proveden převaz, transplantace byla 100% úspěšná. Dvacátý den po úrazu byl pacient propuštěn do ambulanci péče.

Při dalších kontrolách byla pohyblivost prstů ruky dobrá, 6 měsíců mírně omezená, přetrvával otok hřbetu pravé ruky (obr. č. 6), po roce byla pohyblivost bez omezení, otok vymizel.

Diskuse

U pacienta bylo možno přistoupit k nekrektomii již druhý, nebo třetí den po úrazu. Byla tím odstraněna veškerá přítomná toxická látka, i když fixovaná do nerozpustné sloučeniny. Otázka kdy provést autotransplantaci, zda ihned po nekrektomii nebo odloženě nemá zcela jednoznačnou odpověď pro ojedinělost úrazu. V dané situaci bylo asi vhodnější a také úspěšné odložení transplantace kůže, až po ověření vitality spodiny po nekrektomii. Co se týče první pomoci na chirurgickém pracovišti ihned po úrazu, byla provedena

správně, takže nedošlo k žádným změnám v laboratorním nálezu ani celkovým příznakům intoxikace fluorem.

Literatura

Greenwood, N. N., Earnshaw, A. *Chemistry of the Elements*. Oxford: Elsevier Science Ltd., 1984.

Greenwood, N. N., Earnshaw, A. *Chemie prvků*. Praha: Informatorium, 1993.

Kirkpatrick, J. J., Enion, D. S., Burd D. A. *Hydrofluoric acid burns: a review*. *Burns* 21, 7: 483–493, 1995.

Königová, R., Bláha, J. et al. *Komplexní léčba popáleninového traumatu*. Karolinum: Praha 2010.



Článek byl publikován v časopise

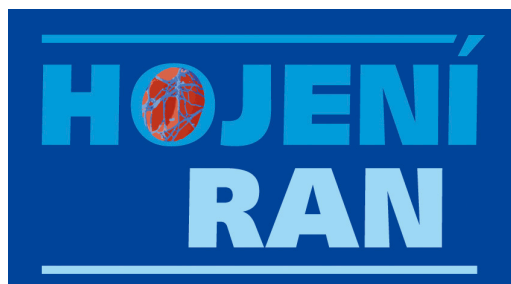


Foto Karel Vizner