

616-001-039.39:616-001.16-001.3-092.4.9

EXPERIMENTÁLNÍ PŘÍSPĚVEK KE KOMBINOVANÝM MECHANICKO-TERMICKÝM POŠKOZENÍM

Plk. MUDr. Ladislav VYKOUŘIL, CSc.
Vojenská lékařská akademie J. E. Purkyně v Hradci Králové
(náčelník: plk. prof. MUDr. P. Kuna, DrSc.)

Kombinovaná poškození (mixty) jsou výsledkem současného nebo bezprostředně po sobě následujícího působení nejméně dvou různých traumatizujících faktorů na organismus, a to buď ve stejné, nebo různých oblastech těla. Poškozující vlivy mohou být povahy termické, mechanické, aktinické nebo chemické. Stupeň závažnosti kombinovaného poškození nelze poměřovat stupněm nejtěžšího jednotlivého po-

škození a není ani aritmetickým součtem závažnosti jednotlivých poškození – je vyšší. Nová kvalita vzniklá působením různých poškozujících faktorů se označuje výrazem „třetí nemoc“ nebo „syndrom vzájemného přitížení“.

Nejvíce byla dosud zkoumána poškození mechanická nebo termická kombinovaná se zářením. Mechanicko-termickým poškozením byla věnována malá

pozornost, i když v míru jsou nejčastějším kombinovaným poškozením, přestože jejich absolutní četnost je nízká. Zvýšení četnosti lze očekávat v důsledku dalšího rozvoje techniky. Nakupení takovýchto poškození hrozí v případě válečných konfliktů. DZANELIDZE a POSTNIKOV uvádějí, že ve II. světové válce se vyskytovaly popáleniny kombinované s poraněním asi v 8,1 %. Při klasickém způsobu vedení války posledních let s použitím zápalných a tříštivých leteckých bomb (napalm, kulíkové bomby) došlo ke zvýšení výskytu kombinovaných mechanicko-termických poranění až na 10 %, jak ukázaly izraelsko-arabské konflikty.

V důsledku použití termojaderných zbraní lze předpokládat vzrůst četnosti kombinovaných poškození. Při nasazení jaderných zbraní většího kalibru lze očekávat v první řadě výskyt popálenin a na druhém místě mechanických poškození. Nukleární zbraně menší kilotonáže vedou ke kombinovaným poškozením v důsledku zejména záření. Se stoupající kilotonáží rostou následky tlakové vlny a tepelného záření rychleji než následky způsobené zářením aktinickým.

Z literárních údajů vyplývá, že problémy s mechanicko-termickými poškozeními nejsou dosud v traumatologické praxi vyřešeny. Osobní zkušenosti jsou většinou nedostatečné pro ojedinělost těchto poranění a také experimentální práce na zvířatech jsou k dispozici jen ve velmi omezeném rozsahu. Proto otázka optimálního postupu při ošetření fraktur při současném popálení není definitivně zodpovězena, přestože způsob léčby může mít u těchto kombinovaných poškození význam nejen pro hojení, ale i rozhodující význam pro přežití.

Vzájemné ovlivnění mechanicko-termických poškození se projevuje např. častějším výskytem šoku, jehož závažnost neodpovídá závažnosti obou vzniklých poškození. Současné mechanické poškození ovlivňuje nejen charakter a vývoj místních změn (reparativních procesů na popálené ploše), ale ovlivňuje i průběh popáleninové nemoci. Dochází k ní i při menším rozsahu a hloubce popálené plochy, než je tomu u izolovaných termických poškození. Podobně jako se u popálenin setkáváme s komplikacemi a poruchami funkce jiných orgánů vedoucími až k vytvoření Curlingových vředů žaludku, projevům encefalopatie, poškození jater apod., setkáváme se při mechanicko-termickém poškození u zlomenin se zpomaleným hojením, kdy se sice rychle vytvoří svalek, který však ve většině případů dosáhne plné pevnosti až po zhojení popálenin. Jiní autoři se zmiňují o opožděné konsolidaci fraktur a o vzniku osteoporózy. Poruchy hemodynamiky, mikrocirkulace a metabolismu minerálů, vitamínů a bílkovin, ale i osteosyntézy mohou vytvořit příznivé podmínky pro vznik infekce a zpomalení hojení zlomenin.

V této první části našeho širšího experimentálního sledování jsme chtěli prověřit, jak popálenina ovlivní hojení zlomeniny.

Metodika

Experimentální práce byla prováděna na bílých laboratorních krysách obojího pohlaví kmene Wistar, dodávaných farmou Velaz, průměrného stáří 2–4 měsíce, o hmotnosti 180–300 g. Pokusy probíhaly ve všech měsících roku. Série zpravidla pětičlenné byly sestaveny ze stejného pohlaví, stáří a přibližně i hmotnosti. Před pokusem byly krysy uvedeny do celkové anestézie intraperitoneální aplikací pentobarbitalu v dávce 40 mg/1 kg hmotnosti. Tato dávka udržela krysu v narkóze po dobu 60–100 minut. Zavřená fraktura diafýzy pravého femoru byla provedena přes pravoúhlou kovovou hranu operačního stolku. Retence úlomků se neprováděla. Na hřbetu krysy byla vytvořena popálenina zvlášť zkonstruovaným přístrojem, který svou přední a zadní stěnou ze slídy s profilovaným výřezem se těsně dotýkal zvířete za krkem a v hýždové krajině a tím vymezoval plochu působení sálavého tepla na hřbet krysy. Vlastním zdrojem tepelné energie bylo 12 spirál odporového drátu umístěných ve vzdálenosti 2,5 cm od povrchu těla krysy. Zvíře nebylo depilováno. Expozice 30 sekund byla zvolena po předběžných pokusech, které prokázaly, že pod popálenou srstí zvířete se vytvoří standardní popálená plocha rozměru 10 × 8 cm, tj. kolem 20 % povrchu. Že se jedná o hlubokou standardní popáleninu prokázalo histologické vyšetření a potvrdil to i průběh hojení popálené plochy jizvou. Obě poškození následovala bezprostředně po sobě. Dále se zvířata chovala v klecích po pěti, krmena byla Larsenovou peletizovanou stravou v denní dávce 7 g a vodou ad libitum. Po uplynutí 6, 7, 8 a 9 týdnů (tj. 42–63 dnů) byly krysy usmrceny v parách éteru, pravý femur jim byl vypreparován, izolován a vyjmut a prověřován klinickým a rtg vyšetřením. Rtg vyšetření bylo provedeno na rtg mammografickém přístroji Mammolux měkkým zářením.

Výsledky

Klinické a rtg hodnocení hojení zakryté fraktury diafýzy femoru bez fixace při poranění kombinovaném s popáleninou subletálního rozsahu (cca 20 %) je patrné z tabulek, v nichž je vyjádřena velikost souboru a absolutní počet s procentuálním vyjádřením zastoupení v jednotlivých skupinách podle níže uvedené klasifikace.

Klinické hodnocení (vyjádření pevnosti):

5. pevné spojení
4. počínající pevnost
3. pohyblivost omezená (pakloub)
2. volná pohyblivost s vazivovým spojením
1. úlomky zcela volné

Rtg hodnocení:

5. osifikovaný svalek
4. náznak osifikace svalku
3. vazivový svalek
2. náznak tvorby svalku
1. bez svalku

Tabulky

Hodnocení hojení fraktury femoru u krysy

		celkový počet	počet přeživších	klinická pevnost					rtg hodnocení				
				5	4	3	2	1	5	4	3	2	1

za 6 týdnů

popálené	n	5	4				4						
	%		100				100						
nepopálené	n	5	5	4			1						
	%		100	80			20						

za 7 týdnů

popálené	n	15	10	2	1	6		1		2	6	2	
	%		100	20	10	60		10		20	60	20	
nepopálené	n	15	15	4	7	3	1		2	5	7	1	
	%		100	26	46	20	6		13	33	46	6	

za 8 týdnů

popálené	n	15	12	2	2	4	4		1	3	4	4	
	%		100	17	17	33	33		8	25	33	33	
nepopálené	n	15	13	5	6	2			6	2	3	2	
	%		100	38	46	15			46	15	23	15	

za 9 týdnů

popálené	n	10	9	1	5	2	1		2	4	2	1	
	%		100	11	56	22	11		22	44	22	11	
nepopálené	n	10	9	6	2	1			4	1	4		
	%		100	67	22	11			44	11	44		

Z uvedených tabulek vyplývá následující:

Soubor sledovaný za 6 týdnů po poranění pro svoji malou četnost byl hodnocen pouze klinicky a nelze z něj činit závěry.

V souboru sledovaném za 7 týdnů po poranění se zhojilo podle klinického hodnocení 30 % zvířat (skupina 5 + 4) s kombinovaným poraněním, zatímco v kontrolní skupině bez popálení se v této době zhojilo již 70 % fraktur. Podle rtg hodnocení je poměr 20:50 %.

V souboru sledovaném za 8 týdnů po poranění se zhojilo podle klinického hodnocení 35 % zvířat s kombinovaným poraněním, zatímco v kontrolní skupině bez popálení se v této době zhojilo 85 % fraktur. Podle rtg hodnocení je poměr 30:60 %.

V souboru sledovaném za 9 týdnů po poranění se zhojilo podle klinického hodnocení 65 % zvířat s kombinovaným poraněním, zatímco v kontrolní skupině se v této době zhojilo 90 % fraktur. Podle rtg hodnocení je poměr 65:55 %.

Dále již z předpokusů vyplynulo, že i naopak fraktura ovlivní popáleninovou nemoc zvířete. Při určování subletálního rozsahu popálené plochy byl patrný markantní rozdíl, jednalo-li se o čisté popálení, nebo o kombinaci s mechanickým traumatem.

Krasy přežívaly i při rozsahu popálené plochy 40 až 50 % povrchu bez léčby, pokud nebylo toto poranění

kombinováno s frakturou. Při kombinování bylo nutno zmenšit rozsah popálené plochy na polovinu, jinak při neléčení popáleninové nemoci zmírala zvířata již v prvních dnech ve fázi popáleninového šoku.

Diskuse

Naším experimentálním sledováním bylo jednoznačně prokázáno, že stupeň tíže nemoci u kombinovaných poškození není součtem těchto poškození, ale je vyšší. Popálení negativně ovlivňuje hojení fraktur končetin. Hojení fraktur se zpomaluje. Opačně ovlivnění hojení popáleniny u zlomeniny nebylo prověřováno.

Bylo nám jasné, že krysa, kterou jsme k experimentu zvolili, sice není nejvhodnější zvíře hlavně vzhledem ke své velikosti, ale vzhledem k tomu, že k statistické průkaznosti experimentů byly nutné větší série, bylo toto zvíře nejvhodnější. Omezení, kterým podléhá přenos výsledků experimentů na zvířatech do klinické praxe, jsou dobře známa.

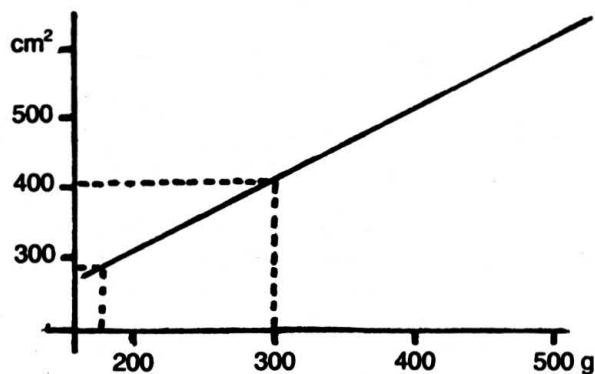
Vytvoření zakryté zlomeniny femoru zvířete bylo provedeno jednoduchým způsobem tak, jak k němu dochází v běžném životě. Bezprostředně poté bylo vytvořeno další poškození – popálenina. Oproti jiným autorům jsme volili vytvoření popáleniny standardní plochy sálavým zdrojem tepla bez předchozí depilace. Tato plocha 10 × 8 cm tvořila cca 20 % povrchu těla. Celkový tělesný povrch zvířete lze vypočítat z tělesné hmotnosti podle různých autorů (BENEDIKT, CARMAN-MITCHELL, COWGILL-DRABKIN aj.). My jsme vycházeli z formule podle LEE:

$$A = m^{0.6} \cdot 12,54$$

A = povrch těla v cm²

m = hmotnost v gramech

Z této formule lze sestavit graf, z něhož lze snadno určit tělesný povrch zvířete:



Popálená plocha 80 cm² tedy ve všech případech byla větší než 20 % povrchu těla a přitom nepřekročila rozsah letálních následků. Jednalo se o hlubokou popáleninu III. stupně.

Někteří autoři udávají hnisavé komplikace hojení i u zakrytých zlomenin. V našem sledování jsme ani v jednom případě podobnou komplikaci nepozorovali.

Rozdílnost ve výsledcích klinického a rtg hodnocení je dána rozdílností obou způsobů pohledu na hojení zlomeniny.

Závěr

Autor studoval experimentálně na krysách hojení zakryté diafyzární zlomeniny stehenní kosti a ovlivnění tohoto hojení hlubokým popálením kůže v subletálním rozsahu kolem 20 % povrchu zvířete, které bezprostředně následovalo. Hodnocení bylo prováděno v období 6–9 týdnů od vzniku fraktury. Klinickým a rtg vyšetřením bylo zjištěno:

1. U mechanicko-termických poškození je subletální plocha hlubokého popálení povrchu menší, než činí subletální rozsah čistého popálení bez kombinace se zlomeninou.
2. U mechanicko-termických poškození rozsáhlé popálení nepříznivě ovlivňuje hojení zlomeniny.
3. Hojení zlomeniny se u mechanicko-termických poškození výrazně opožďuje, je však průběžné a nenastává až po zhojení popáleniny.

4. Hnisavé komplikace hojení zakrytých zlomenin jsme u mechanicko-termických poškození nepozorovali.

Souhrn

Experimentální práce sleduje hojení zakryté fraktury diafýzy femoru krysy a jeho ovlivnění při současném rozsáhlém popálení kůže. Již v předpokusech bylo při stanovování subletálního rozsahu popálení neovlivněného léčbou zjištěno, že tato plocha povrchu je u kombinovaného mechanicko-termického poškození výrazně menší než subletální plocha u čistého popáleniny. Popálení nepříznivě ovlivňuje hojení zakrytých zlomenin, které se opožďuje. Hnisavé komplikace hojení zakrytých zlomenin u mechanicko-termických poškození nebyly pozorovány.

Literatura u autora

Klíčová slova: Mechanicko-termická poranění; Hojení zlomenin při popálení; Kombinovaná poranění.