

# Střelná poranění

## 1 Mechanismus střelného poranění

Střela při zásahu zvíře působí komplexně, její vysoký účinek- ranivost je určen dynamickými vlastnostmi v okamžiku zásahu, které se mohou projevit různě.

Podle praktického dělení (J.Bílý : *Lovecká střelba*) může střela působit : průbojným účinkem, tříštivým a trhavým účinkem, střepinovým účinkem a sekundárním účinkem (**Sekundárním účinkem** může být mechanické poškození organismu, poškození hydrodynamickým efektem, traumatický a neurogenní šok, porážející nebo zastavující efekt a následný účinek). **Patofysiologie střelného poranění** (*Acta Chir Scand Suppl. 1982;508:315-21. Effect of missile velocity on the pathophysiology of injuries. Orłowski T et al.*) vysokorychlostními střelami při lovecké střelbě se liší od nízko rychlostních a nízko energetických poranění pozorovaných např. ve forensní medicíně. Bylo pozorováno, že známky šoku nastupují rychleji, rozsah poranění v místě výstřelu je mnohem rozsáhlejší než v okolí vstřelu, hemodynamické poruchy jsou závažnější, nárůst hladiny vyplavovaných katecholaminů byl pozorován rychle a déle perzistoval, změny hladin glukosy, volných mastných kyselin a insulínu byly intenzivnější než u nízko rychlostních poranění. U **rychlých střel** o rychlosti větší než je dvojnásobná rychlost zvuku, vzniká ve tkáni intenzivní rázová tlaková vlna s přetlakem v čele dosahujícím hodnot až 10 Mpa a šířící se tkáněmi rychlostí až 1400-1600 m/s (Komenda J., Maláník Z.: *Zákeřné zbraně, Brno 2002*).

### **1.1 Průbojný účinek**

**Průbojný účinek** lze ztotožnit s objemem vzniklého střelného kanálu. Velikost průbojného účinku závisí převážně na hmotnosti a pevnosti střely a na její dopadové rychlosti. Každá střela, pokud nezpůsobí dostatečný hydrodynamický efekt, musí mít průbojnost, která zabezpečí proniknutí střely do životně důležitých orgánů těla a jejich rozrušení. Objemy střelných kanálů uvádí řada autorů (J.Komenda, L.Juříček, *Střelecká revue*) u experimentálních nástřelů do umělých materiálů. Výpočet kavity slouží pro použití ve vzorcích pro zjišťování ranivosti viz. níže). V okolí střelného kanálu jsou tkáně poškozeny bezprostřední traumatickou nekrosou, ischemií a v oblasti molekulárního otřesu traumatickým otokem, sníženou odolností vůči infekci, poškozením endotelu a dystrofickými změnami buněk.

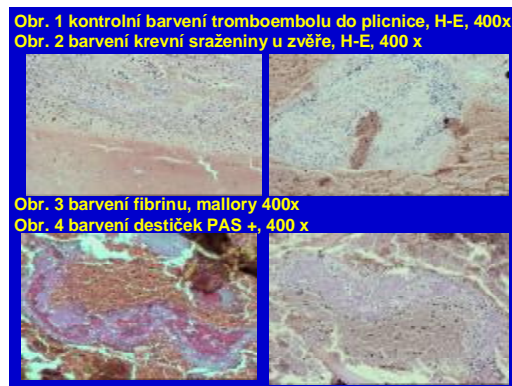
### **1.2 Tříštivý a trhavý účinek**

- 1.2.1 **Tříštivo trhavý účinek**- rozlišujeme podle toho, v jaké části těla zvíře střela proniká. Tříštivý účinek vzniká při styku střely s kostí, při styku se svalovou částí těla nebo měkkými částmi tkáně vzniká trhavý účinek (obr.1-2). Mez vzniku tříštivého nebo trhavého účinku závisí na odporu, který klade střele prostředí a na jeho pevnosti a deformačních schopnostech. Odpor, který klade střele prostředí, ovlivňuje rychlost střely při dopadu na cíl, její energie, ráže střely, hmotnost, poměr hmotnosti střely k rychlosti šíření zvuku v daném prostředí a další činitele. Odpor prostředí se zvětšuje s větší pevností prostředí, s větší rychlostí a ráží střely, je větší u nestabilních, ale i přestabilizovaných střel a snadno deformovaných střel.



Nejvýznamnější z těchto činitelů jsou dopadová rychlost střely, její ráže a deformační schopnost. Ztráta stability střely při pronikání tkání vede ke značnému devastujícímu účinku na tkáň a blíží se **účinku výbušné střely**. Ztráta stability úpravou konstrukce a geometrie vnějšího tvaru střely využívá střelivo vyvíjené španělskou organizací CETME (Komenda J., Maláník Z.: *Zákeřné zbraně*, Brno 2002).

- 1.2.2 **Poranění svalů a rozvrat lokálního metabolismu** - Střelné poranění vede podle řady autorů k lokálnímu metabolickému rozvratu v kosterních svalech v okolí střelného kanálu. **Hypovolemie** tzn. krevní ztráty, markantně zhoršují metabolický rozvrat v okolí střelného kanálu, objemové náhrady (volume restitution) mají v experimentu reverzibilní efekt na úpravu metabolismu způsobeném hypovolemií. (*Circ Shock*. 1984;12(4):253-64. *Effects of hypovolemia on local metabolic changes in skeletal muscle following high velocity missile injury*. Almskog BA, et al.). Trauma způsobené střelným (high-velocity missile) poraněním stehenní oblasti u anestetizovaných prasat ukazuje **změny v metabolismu svalové tkáně**, prokazované měřením obsahu adeninových nukleotidů, kreatinu, laktátu a glykogenu v oblastech dekolované tkáně (areas of discoloured muscle tissue) v blízkosti probíhajícího střelného kanálu. (*Acta Chir Scand*. 1983;149(8):729-34. *Metabolic changes in skeletal muscle following high-energy trauma*. Holmstrom A, Larsson J, Lewis DH.) V přilehlé tkáni u střelného kanálu byly energetické sloučeniny jako ATP a CP (kreatin-fosfát) signifikantně sniženy a nebyly pozorovány změny ATP a CP v ostatních zonách nebo v kontrolních svalech. Hladiny laktátu a glukosy byly zvýšeny ve všech zonách, ale G6P (glucosa-6-fosfát) byla snížena v zonách kolem střelného kanálu ukazující na probíhající **anaerobní metabolismus cukrů** a porušenou utilizaci glukosy. (*J Trauma*. 1982 May;22(5):382-7. *Local metabolic changes in skeletal muscle following high-energy missile injury*. Almskog BA, et al.). Krevní vzorky z poraněné a neporaněné končetiny byly odebírány a analysovány na fibrinogen, plasminogen, alpha 2-antiplasmin, alpha 2-macroglobulin, rovněž byla analyzována probíhající fibrinolýza na fibrinových plátech a fibrin(ogen) degradační produkty. V krvi nastává časná aktivace fibrinolýsy následovaná po několika hodinách útlumem fibrinolýsy (*Acta Chir Scand Suppl*. 1982;508:327-36. *Early local and systemic fibrinolytic response to high energy missile trauma* Almskog B, Risberg B, Teger-Nilsson AC, Seeman T.). V našich pozorováních jsme schopnost aktivace mechanismů srážení přisoudily mikroembolizaci tkání, které jsou schopné uvolňovat tkáňový tromboplastin (obr.3). V barvení krevních sraženin odebraných z velkých cév jsme nacházeli shluky leukocytů (reakce na trauma je leukocytosa v periferní krvi, dochází i ke zvýšenému vyplavování



polymorfonukleárních leukocytů). Další vitální známkou poranění je tvorba trombů-tj. zaživa vznikajících krevních sraženin. (Ve speciálním histologickém barvení podle Malloryho se fibrinová vlákna barví červeně, vazivová vlákna se barví modře. V obr. 4 jsou celkem 4 menší fotografie, foto.1 je barvení embolie do plicní tepny v histologickém obraze jak se nachází u pacientů s trombosou stehenních nebo bérceových žil, foto 2. až 4 ukazuje barvení sraženin u zvěře, červeně jsou patrná vlákna fibrinu-foto 3., modré hrudky jsou v barvení PAS granula krevních destiček, trombocytů).

- 1.2.3 **Kosti a cévní systém končetin-** fragmentace a charakter zlomenin po zásahu vysokorychlostní střelou je studován, dnes i s použitím vysokorychlostních kamer. (*J Trauma. 1989 May;29(5):609-12. Bone as a secondary missile: an experimental study in the fragmenting of bone by high-velocity missiles. Amato JJ, Syracuse D, Seaver PR Jr, Rich N*). Oproti nízko rychlostním střelám dochází ke tříštivým i ztrátovým poraněním kostí. Vysokorychlostní kamery ukazují schopnost ejetce drobných kostních úlomků mechanismem tlakových změn (dochází k nasávání a vypuzování) při formování pulsující kavity. Schopnost přežití tříštivých kostních zlomenin a hojení demonstrují soubory poškozených při válečných konfliktech. Autoři v souboru 28 pacientů demonstrují poranění tepen bérce, kde bylo 21 pacientů s průměrným hojením, s intervalem od poranění k operaci do 30 hodin. Dlouhé hojení bylo pozorováno u 7 pacientů, kde byla doba k operaci až 47 dní. U 5 pacientů byla provedena amputace končetiny. (*Br J Surg. 1995 Jun; 82 (6): 777-83. War injuries of the crural arteries. Radonic V, Baric D, Petricevic A et al.*)

### 1.3 Střepinový účinek

**Střepinový účinek** vzniká, když při průniku střely prostředím působí na střelu síla-odpor, která je větší než mez dynamické pevnosti střely.



V takovém případě se střela roztříští obvykle uvnitř těla zvěře (obr.5-6.), např. při nárazu na kost. Každá střepina působí pak vlastní energií často ve směru zcela

rozdílném od původního. Velký střepinový účinek mají náboje s dutou špičkou, zvláště s nekrytou. Jako střepinový účinek se ve forensní medicíně uvádí i účinek jednotlivých kostních fragmentů vzniklých při zlomenině kosti vedoucí k samostatným poraněním.

#### **1.4 Sekundární účinek**

- 1.4.1 Sekundární účinky** Sekundární účinky (za sekundární účinky střely považujeme všechny účinky, které nejsou spojeny přímo s průbojným, tříštivým, trhavým ani střepinovým účinkem vlastní střely) střely mohou způsobit další mechanická poškození tím, že střela předá část své energie úlomkům kostí a ty mohou způsobit velmi vážná poškození i životně důležitých orgánů, které střelou vůbec nebyly zasaženy.
- 1.4.2 Hydrodynamický efekt** je důsledkem rázového šíření hydrodynamického tlaku ve větších cévách, v mízním systému a vůbec ve vodou bohatých tkáních, jež jsou v relativně pevnějším obalu ( a to jsou téměř všechny orgány v hrudníku a dutině břišní). Projeví se pouze za předpokladu, že střela má při styku s tímto prostředím rychlost nad 700 m/s. Střela pronikající do hloubky roztrhá čistě mechanicky části těla, které před ní leží. Tkáň je při zásahu střely s velkou dopadovou rychlostí ve značné míře rozmačkaná. Vzniká rázová tlaková vlna, která předbíhá střelu a působí i do stran. Na předním ogiválu střely bylo zjištěno průřezové zatížení až 10 MPa.
- 1.4.3 Rázová tlaková vlna** a její vliv na kardiovaskulární a nervový systém je popsána na experimentálních modelech. Působení rázové tlakové vlny není takového charakteru, aby vedlo ke krvácení na místech vzdálených od střelného kanálu. Nepozorovali jsme např. krvácení do mozkové tkáně po zásahu hrudníku. Šíření rázové tlakové vlny cévním systémem nevedlo v našich pozorováních k morfologickým změnám ani na orgánech blíže střelnému kanálu např. krvácení v srdeční svalovině po zásahu hrudníku. Význam tlakové vlny je podle zahraničních autorů zejména ve funkčních změnách projevujících se v patofysiologii krevního oběhu. Po zásahu dolní končetiny (high-velocity missile 1,500 m/s) byly vyšetřeny tlakové změny. Amplituda tlakové vlny v centrálním nervovém systému byla 125 kPa v dutině břišní 270 kPa. Byly zaznamenány jedna nebo dvě apnoické pausy s trváním několika sekund během první minuty po střelném poranění. Nebyly zaznamenány žádné signifikantní změny v srdečním výdeji, krevním tlaku nebo ostatních cirkulačních parametrech. (*J Trauma. 1987 Jul;27(7):782-9. Peripheral high-energy missile hits cause pressure changes and damage to the nervous system: experimental studies on pigs. Suneson A et al.*). V modelu na dvou psech byla v intervalu 1 min po střelném poranění dolní končetiny aplikována krev z poraněného dárce zdravému příjemci. Dilatační vlastnost krevní transfúze se manifestovala signifikantním zvýšením krevního průtoku u příjemce (*Eur Surg Res. 1975;7(4-5):193-204. Cardiovascular effects of venous blood from missile wounds. Rybeck B, Lewis DH, Sandegard J, Seeman T.*). Bezprostřední efekt po střelném poranění byl vrchol průtoku způsobeném tlakovou vlnou působící na cévní stěnu s uvolněním tonusu konstriktorů. Zvýšení krevního průtoku v poraněné končetině zřejmě následuje po poranění měkkých tkání. Lokální změny jsou následovány celkovou odpovědí organismu se **snížením krevního tlaku** bez kompenzační reakce zvýšeného srdečního výdeje. (*J Trauma. 1975 Apr;15(4):328-35. The immediate circulatory response to high-velocity missiles. Rybeck B, Lewis DH, Sandegard J, Seeman T.*). U poranění hrudníku vysokorychlostními střelami se rovněž nepopisuje vliv přenosu tlakové vlny cévním systémem na změny v mozkové tkáni projevující se neurologickými symptomy, které by nastaly např. při perivaskulárním nebo subarachnoidálním

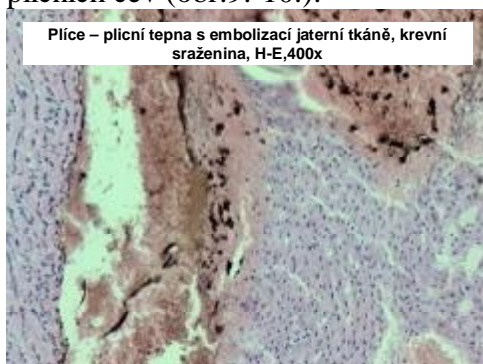
krvácení. Tyto skutečnosti dokládají i klinické pozorování válečných chirurgů. U poranění hrudníku vysokorychlostní střelou byly dvě skupiny pacientů: 6 s průstřelem a 3 s postřelem (tangential injury) hrudníku. Nikdo z pacientů nezemřel, pacienti kteří se podrobili resekci plic se rychle uzdravili. (S Afr Med J. 1982 Aug 28; 62(10): 324-8. High-velocity missile injuries of the thorax. Nicolaou N., Conlan AA.). Vzdálený efekt na **centrálním nervovém systému** zapříčiněný oscilací vysokofrekvenční tlakové vlny po poranění končetiny je pozorovatelný až na úrovni elektronové mikroskopie (J Trauma. 1990 Mar;30(3):295-306. Pressure wave injuries to the nervous system caused by high-energy missile extremity impact: Part II. Distant effects on the central nervous system-a light and electron microscopic study on pigs. Suneson A, Hansson HA, Seeman T. ). Elektronmikroskopické vyšetření potvrdilo prořídnutí mikrotubulů zejména v dlouhých axonech v mozgovém kmeni, změny v Nisslově substanci v Purkyňových buňkách mozečku a objevení se lamelárních tělísek v mitochondriích. Balistická simulace účinků rázové vlny na cévní systém je možné studovat i na fyzikálních modelech. (Střelecká revue, 2/2002, Juříček L, Komenda J a spol.: Návrh objektivního kritéria ranivosti střel.). Měření biochemických markerů po experimentálním poranění stehna u psů ukazuje vyplavení neurospecifického markeru MBP (myelin basic protein) po poranění v mozkomíšním moku. Elektronmikroskopické změny se projeví s maximem až za 8 hodin jako neuronální degenerace a demyelinizací nervových vláken v hypothalamu a hippocampu. (J Trauma, 2004, Mar, 56. Alteration of myelin basic protein and ultrastructure in the limbic system at the early stage of trauma-related stress disorder in dogs. Wang Q. et al.)

1.4.4 **Kaverny**- Podle soudržnosti probíjené tkáně se tvoří tzv. **kaverny**, většinou dočasné a pulsující. Velikost těchto kavern závisí na pevnosti a tekutosti tkáně. Čím je tkáň tekutější, tím jsou kaverny větší. Obr.7.-8. ukazuje tvar kavern v plicích a játrech.



Střela tlačí tkáň od sebe a za sebou rozšiřuje střelný kanál. Vznikající kaverna se stahuje ihned zpět, aby se opět rozšířila a tato pulsace se opakuje vícekrát než se tkáň opět dostane do klidového stavu. Potom zůstává jako následek průstřelu tzv. zbytková kaverna – střelný kanál, který je většinou i u celoplášťových střel větší než ráže. Velikost kaverny a počet pulsujících pohybů závisí na velikosti dopadové rychlosti, méně na hmotnosti a ráži střely. (Li B. et al.: Observation of wounding characteristics in dogs wounded by super velocity projectile.) Poranění končetin u psů bylo provedeno v celkové anestezii střelami 3 g rychlosti 2330 m/s a 3200 m/s a střelou 1.4 g rychlosti 4250 m/s. Orgánové změny a střelný kanál (objem cavity, ml) byly sledovány. Konstrukce střely byly důležité- u nejvyšší rychlosti nebyly charakteristiky poranění nejlepší. Optimální byla střela o hmotnosti 3 g při 3200 m/s. Pulsace kavern podle našich pozorování má zásadní význam pro fenomen

embolisace částí tkání do krevní cirkulace. Prokázali jsme embolii jaterní tkáně do plicních cév (obr.9.-10.).



Možným mechanismem může být tzv. podtlak a přetlak s nasáváním mikroembolu do otevřených lumen poraněných drobných cév. Mikroembolisace tkání vede k uvolnění tzv. tkáňového tromboplastinu do krevního oběhu se spuštěním kaskády hemokoagulace.

### 1.5 Neurogenní šok

Čím větší je dopadová rychlost na tkáň, tím větší je kaverna, tím výraznější je tlaková vlna, která postihuje tkáň v okolí a tím větší je hydrodynamický efekt, který způsobí ztlačení nervů a nervových kmenů, ochrnutí (**neurogenní šok**) nervových center mozku, okamžitou bezvládnost a při zásahu hrudních a břišních orgánů střelou o dopadové rychlosti 1000 m/s obvykle okamžitou smrt. Jesliže střela dopadne na cíl rychlostí kolem 1000 m/s a větší, vzniká velmi výrazný hydrodynamický efekt i u střel velmi malých ráží a hmotností. Ranivost těchto střel malé ráže se ještě zvyšuje jejich nestabilitou. Velký hydrodynamický efekt mají náboje s H- pláštěm nebo s dvojitým pláštěm. V našem souboru jsme tento termín ztotožnili s fenomenem „absence pohybové aktivity“ u zvěře, která po zásahu zůstává „v ohni“, na místě. V malém procentu případů se po určité krátké latenci zvěř znovu probere k vědomí a musí být dostřelena na místě.

### 1.6 Traumatický šok

**Traumatický šok** je velmi žádaný účinek na zvěř při střelbě nejobvykleji používanými kulovnicemi. Tento stav je u zvěře vyvolaný mimovolnou reakcí zasaženého organismu, jejímž výsledkem je nadměrné podráždění nervové soustavy, prudká deprese všech životních pochodů, velký pokles krevního oběhu, překrvení a otok jater, plic a mozku a katastrofální snížení krevního tlaku. Všechny tyto změny jsou provázeny okamžitou ochablostí svalstva. Smrt způsobená traumatickým šokem přichází o něco později, ale rychle. Její bezprostřední příčinou je nedostatek kyslíku v mozku vyvolaný přerušением krevního oběhu. Jedině traumatický šok dává předpoklad k rychlému a bezbolestnému usmrcení zvěře, jestliže střela nezasáhla přímo některý z životně nejdůležitějších orgánů: srdce, mozek, míchu. Aby bylo dosaženo vyřazení celého nervového systému, musí střela proniknout z boku celé tělo zvěře (nebo uvíznout v druhé straně). Právě z tohoto důvodu je velmi důležité střílet na zvěř stojící k lovcovi bokem (naplocho), protože jenom tak se naruší celý nervový systém v obou částech těla podle roviny symetrie, která probíhá podélnou osou těla. Součástí traumatického šoku je i **hypovolemický** tzv. pokrvácivý šok, která vzniká při nadměrných krevních ztrátách poraněním velkých cév a krevnatých orgánů. Prakticky může nastat určitá pohybová aktivita zvěře, kterou jsme popsali jako

„malá schopnost pohybové aktivity do 10-15 metrů“ a případy, kdy schopnost pohybu je zachována, „zvěř odbíhá na více než 15 metrů“. V malém procentu případů se po určité krátké latenci bezvědomí zvěř znovu probere k vědomí a musí být dostřelena na místě.

### **1.7 Porážecí nebo zastavovací efekt**

**Porážecí nebo zastavovací efekt** vznikne současně při spojení s hydrodynamickým efektem, při zásahu životně důležitých orgánů s následnou okamžitou smrtí, při dostatečně silném traumatickém šoku, při zásahu kostí spojených s páteří, může se dočasně projevit i při zásahu kostí předních běhů a nebo vznikne v důsledku působení velké kinetické energie v poměru k hmotnosti těla zvířete.

### **1.8 Následné účinky**

**Následné účinky** může mít každá střela, která zasáhne cíl, aniž vážněji poranila. Tento účinek se může projevit časově značně opožděně a může být samozřejmě i smrtící v důsledku embolie, sepse, apod.

## **2 Objektivní kritéria ranivosti střel**

### **2.1 Kritéria ranivosti střel**

Jako míra pro účinek střely v cíli byla zvolena **energie** (E) nebo hybnost dopadající střely. Účinek střely v cíli závisí ale i na řadě dalších faktorů. Ke kvantifikovanému hodnocení ranivých účinků se používá řada kritérií ranivosti (casualty criterion). Jako jednoduchá měření se v minulosti osvědčily metody měření **vniknutí střely do různých pevných materiálů** a do plastických medií, která se svými fyzikálními a mechanickými vlastnostmi blíží vlastnostem biologických tkání. Proces pronikání do bloku náhradního materiálu je dalším základem pro odvození kritérií ranivosti a metodik hodnocení účinků střeliva. Zvláštní postavení má kritérium RII (**relative incapacitation index**), které zahrnuje objem dočasné dutiny, její tvar a polohu (Juříček L.: *Návrh objektivního kritéria ranivosti střel*, *Střelecká revue*, 10/2002).

### **2.2 Pravděpodobnost zásahu určité části těla**

Dalším parametrem pro vojenské posouzení ranivosti puškových střel je **pravděpodobnost zásahu určité části těla** (hlava a krk, hrudník, břicho a končetiny). Autoři uvádějí procentuální zastoupení zasažených oblastí jak bylo zjištěno studiem střelných poranění v jednotlivých válečných konfliktech. Od II. sv. války došlo k nárůstu střelných poranění končetin a ubylo poranění hlavy a hrudníku (Vietnam 1966-67, Falklandy 1982, Afgánistan 1985 a Gulf 1991).

### **2.3 Průnik střely do hloubky**

Chování střely během jejího průniku je další důležitý parametr kritéria ranivosti střel. Důležitá je **schopnost pronikat do hloubky** a odevzdat maximum energie tkáním (předaná –pohlčená energie E PR) nebo balistickému materiálu. Další parametr chování střely je schopnost změny směru či vybočení tzv. koeficient vybočení střely (KVS). (Juříček L.: *Návrh objektivního kritéria ranivosti střel*, *Střelecká revue*, 12/2002).

## 2.4 Konstrukce střely

Konstrukce střely má největší význam pro tzv. *Hatcherovo kritérium zastavovacího účinku* střely (Relative Stopping Power). Jako míru účinnosti Hatcher definoval číslo získané výpočtem  $RSP = 0,01793 \times M \times V \times A \times F$ . Hmotnost střely M, rychlost střely V, plocha příčného průřezu střely A a součinitel tvaru odvozeného z tvaru střely f. Další vzorec vycházející z hybnosti střely je Taylorův Knockout Value, který sestavil britský lovec těžké zvěře pro hodnocení střeliva zejména loveckých zbraní.  $KO = 0,000285 \times M \times V \times k$ . Faktor k označuje ráži zbraně v milimetrech, tzn. jde o empirický model na základě zkušenosti. (*Střelecký Magazín, 12/2002, Kneubuhl B.: Mezi účinností a nebezpečností.*)

## 3 Příčiny smrti

### 3.1 Výsledný účinek

*Výsledný účinek* na zvěř může být v závislosti na vlastnostech střely v okamžiku zásahu omezen pouze na jediný z dílčích účinků, např. na průbojný, v jiném případě se projeví téměř všechny účinky. Použijeme-li např. celoplášťovou střelu ze zbraně, která jí udílí velkou počáteční rychlost, může dojít ke zcela hladkému průstřelu zvěře, aniž by došlo k jejímu vážnějšímu poranění a celkový účinek – ranivost střely – bude téměř nulový. Naproti tomu, jestliže při střelbě na zvěř použijeme vzhledem k jejím vlastnostem a vzdálenosti nejvhodnější zbraň s nejvhodnějším nábojem a přesně ji zasáhneme z boku na komoru, komplexní výsledek působení střely se projeví:

- průbojným a trhavým účinkem spojeným s okamžitou smrtí při zásahu hlavy, krku, páteře, srdce nebo aorty a porážejícím efektem
- průbojným, trhavým i střepinovým účinkem spojeným s traumatickým šokem bez a nebo s porážejícím efektem a rychlou smrtí.

Naproti tomu nesprávný zásah do břišní dutiny naměkko se projeví průbojným účinkem (průstřel střev, případně žaludku) a následným účinkem – znemožněním činnosti zažívacího traktu a sepsí. Z hlediska cílů lovecké střelby jde každému myslivci o to, aby zvěř usmrtil co nejrychleji. K okamžitému usmrcení dojde:

- hydrodynamickým efektem při zásahu těla zvěře střelou o dopadové rychlosti kolem 1000 m/s
- při zásahu hlavy, páteře, aorty nebo komory srdce u aorty.

K velmi rychlému usmrcení dojde:

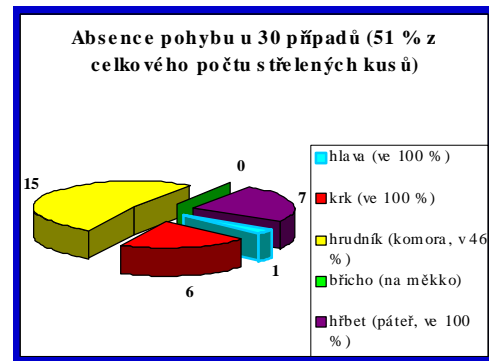
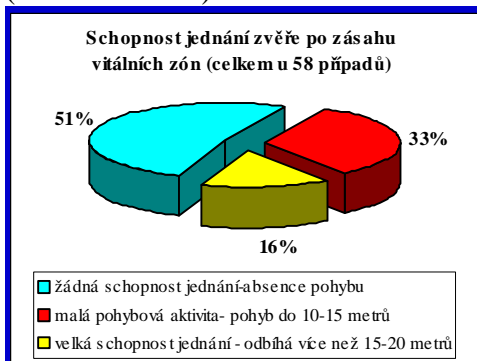
- traumatickým šokem při zásahu komory z boku, zasáhne-li střela i druhou polovinu těla.

### 3.2 Soubor střelných poranění u zvěře

Celkem byly shromážděny údaje od 58 odlovených kusů zvěře. Žádná schopnost jednání byla zjištěna u 29 kusů, známky pohybu do 10-15 metrů u 10 kusů a v 19 případech zvěř odbíhá na větší vzdálenost. V případech kdy nebyla žádná schopnost jednání byly zasaženy vitální zóny krku (6), hrudních orgánů (14), břišních orgánů (1), páteře (7) a hlavy (1). U střelných poranění střelou .223 Remington (8 případů) zvěř v 6 případech zůstává na místě. U střely ráže **9.3 x 62** (22) zvěř v 17 případech zůstává na místě. U střely ráže **7.62 x 39** (8) zvěř ve 3 případech zůstává na místě. Zásah nitrohrudních orgánů je demonstrován na 32 případech. Zvěř ve 14 případech zůstává na místě, známky pohybu do 10-15



metrů jsou pozorovány u 6 kusů a ve 12 případech zvěř odbíhá na větší vzdálenost (obr.11.-12.-13).



#### 4 Psychický stav zvěře

Psychický stav zvěře a důvod jeho modelování vychází z předpokladu, že jeden z faktorů ovlivňující chování subjektu po zásahu je psychický stav (zda zvěř věří střelce, má nastartovány instinktivní útěkové reakce, je ve stavu klidu, preaktivované orientační reakce nebo vybuzená předtuchou nebezpečí). Základní mentální stavy – potravní, orientační a obranné reakce mohou být popsány jako funkční informační matrice (FIM) tzn. reakce plní nějakou funkci podle informace obsažené v nějaké matici v mysli subjektu (*I.Špička a spol.: Reakční doba a taktika*) např. útěk po rozpoznání nebezpečí. Vliv psychického stavu na účinek střely byl popsán již v roce 1927 v monografii J. Hatchera. Největší účinek autor uvádí u skupiny osob nepřipravených na možnost zásahu (moment překvapení). B.Kneubuhl uvádí tři složky účinku střely na živý organismus (*Střelecký Magazín, 11/2002, Kneubuhl B.: Mezi účinností a nebezpečností.*):

- účinnost střely
- poloha bodu zásahu a průběh střelného kanálu
- psychický a fyzický stav zasaženého organismu.

U zvěře se stav nepřipravenosti může uplatňovat u střelby na vzdálenost, kdy zvěř o střelci neví. U 49 střelných zranění zvěře byl zjištěn rozdíl v ranivosti již v případech střelby na vzdálenost 50 a více metrů (obr.14.). Nad 50 metrů se zvyšuje ranivost, zvěř zůstává „v ohni“ ve větším procentu případů.

