

**Západočeská univerzita v Plzni**

**Fakulta filozofická**

**Bakalářská práce**

**Identifikace traumat ve forenzní antropologii**

**Tereza Vohradská**

Plzeň 2013

**Západočeská univerzita v Plzni**  
**Fakulta filozofická**  
**Katedra antropologie**  
**Studijní program Antropologie**  
**Studijní obor Sociální a kulturní antropologie**

**Bakalářská práce**  
**Identifikace traumat ve forenzní antropologii**  
**Tereza Vohradská**

*Vedoucí práce:*

Mgr. Lukáš Friedl, M.A.

Katedra antropologie

Fakulta filozofická Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2013

Prohlašuji, že jsem práci zpracovala samostatně a použila jen uvedených pramenů a literatury.

*Plzeň, duben 2013*

.....

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce Mgr. Lukáši Friedlovi, M.A. za pomoc a vedení při zpracování mé bakalářské práce.

## Obsah:

1) ÚVOD .....	1
2) CÍL PRÁCE .....	2
3) FORENZNÍ ANTROPOLOGIE.....	2
4) TRAUMATA .....	3
5) KLASIFIKACE TRAUMAT .....	4
I. Traumata způsobená tupou silou.....	4
a) Přímé trauma .....	6
b) Nepřímé trauma .....	8
Případová studie .....	11
II. Traumata způsobená ostrou silou .....	12
a) Řezné rány.....	12
b) Bodné rány .....	13
c) Sečné rány.....	15
Případová studie .....	16
III. Traumata způsobená střelnou zbraní .....	19
Případová studie .....	23
IV. Traumata způsobená explozí.....	27
Případová studie .....	28
V. Traumata způsobená hořením.....	30
6) DISKUZE .....	34
7) ZÁVĚR .....	39
8) POUŽITÁ LITERATURA .....	40
9) RESUMÉ .....	42

## 1) ÚVOD

Trauma je zranění nebo poranění měkkých případně i tvrdých tkání. Lze je primárně rozdělit do pěti skupin. Traumata, která jsou způsobena tupou silou, ostrou silou, střelnou zbraní, hořením a výbuchem. I přesto jsou kosterní traumata velmi variabilní a každé představuje souhrn vlastních unikátních charakteristik (Black a Ferguson 2011). Identifikace jednotlivých traumat je stěžejní pro pochopení způsobu a příčiny smrti. Forenzní antropolog se tudíž musí snažit o rekonstrukci vzniku traumat. Poranění přímo závisí na předmětu, kterým bylo způsobeno a každé trauma je více či méně specifické jelikož každý nástroj zanechává odlišné stopy. Čím více je trauma specifické, tím je větší pravděpodobnost, že bude identifikován konkrétní předmět, jímž bylo poranění způsobeno.

Na kostře člověka může být rozpoznáno více traumat. Některá traumata způsobená v raném dětství nemusí být v pozdějším věku již prokazatelná. Pokud jsou traumata viditelná, mohou nám pomoci objasnit život jedince. Je tedy důležité rozpoznat, kdy traumata vznikla: zda před smrtí, při usmrcení nebo po smrti. Při vzniku traumat nezáleží pouze na použitém nástroji, ale také na umístění na lidském těle, protože jednotlivé části lidského těla se liší mírou hustoty kostěných elementů, které mají šanci uchovat známky poranění i po rozpadu měkkých tkání. Forenzní antropologie při identifikaci traumat využívá i poznatky ostatních disciplín jako je např. balistika, chemie, fyzika.

Rekonstrukce vzniku traumat a identifikace použitého nástroje má hlavní dopad především v právním kontextu důkazního řízení (Cox a Hunter 2005). Míra specifity jednotlivých typů traumat může totiž být jedním z klíčových aspektů důkazního řízení.

## **2) CÍL PRÁCE**

Cílem této bakalářské práce je zhodnotit diagnostické znaky traumatických lézí na kostře, ze kterých se odvozuje identifikace jednotlivých typů traumat. Traumata na kostře mohou být více či méně specifická (tj. více či méně indikativní použití specifických typů nástrojů) a tudíž se jejich důkazní síla v soudních řízeních může lišit. Problém bude primárně diskutován z biologického (nikoliv právního) hlediska.

## **3) FORENZNÍ ANTROPOLOGIE**

Forenzní antropologie je odvětví aplikované fyzické antropologie zabývající se identifikací lidských ostatků související s kosterními traumaty a též se smrtí v právním kontextu (Cox a Hunter 2005). Forenzní antropologií a jejím rozvojem se zabývají vědecké organizace jako je American Academy of Forensic Sciences (AAFS), American Board of Forensic Anthropology nebo American Association of Physical Anthropologists (AAPA). Odborné práce forenzních specialistů jsou publikovány nejen knižně, ale též v odborných časopisech. K odborným časopisům patří například Journal of Forensic Science nebo Forensic Science International. Tradičně jsou forenzní antropologové žádáni o pomoc s identifikací lidských kosterních pozůstatků (Dupras 2006). Základní prací forenzních antropologů je stanovit biologický profil jedinců: pohlaví, věk, výška postavy, původ. Všechny tyto parametry forenzní antropolog získává z tvrdých tkání. Naopak měkkými tkáněmi se zabývá soudní patologie a tyto obory spolu velmi často spolupracují. Získané informace se dále používají i při policejním vyšetřování. Součástí práce forenzních antropologů je sběr lidských ostatků v terénu a též i spolupráce s jinými specialisty. Mezi ně můžeme zařadit forenzní odontology, forenzní patology, forenzní entomology nebo genetiky (Pickering a Bachman 2009).

V České republice se můžeme setkat s aplikací forenzní antropologie v kriminalistickém ústavu v Praze. Dále může být práce forenzních antropologů uplatněna ve vědeckých ústavech pro výzkum

nebo v muzeích. Forenzní antropologie slouží mimo jiné k vyšetřování genocidy, válečných zločinů a zločinů proti lidskosti. Ostatky se kterými se forenzní antropolog setkává, většinou nebývají v původním stavu. Záleží na prostředí, ve kterém se nachází. Na povahu ostatků má též vliv okolní teplota, přírodní podmínky, zvířata či rostliny. Forenzní antropolog musí nejprve určit, zda nalezené ostatky jsou lidské. Díky odborným znalostem může závěr udělat na první pohled. Kostí nemusí velikostně odpovídat člověku nebo naopak pokud je u ostatků lebka, dá se předpokládat, že ostatky jsou lidské. Kostí se mohou dále porovnávat i s referenčními sbírkami, což jsou sady koster jak zvířecích tak lidských (Thomas 1995).

#### **4) TRAUMATA**

Forenzní antropolog se zaměřuje na traumata, která patří k nejčastějším nálezům na kosterních pozůstatcích člověka (Horáčková 2004). Kosterní trauma je velmi variabilní a každé představuje souhrn vlastních jedinečných charakteristik (Black a Ferguson 2011). Specialista by měl být schopen určit, zda traumata byla způsobena před smrtí (antemortem), při usmrcení (perimortem) nebo po smrti jedince (postmortem) (Pickering a Bachman 2009). Všechna traumata jsou důsledně zaznamenávána do protokolů, jelikož mohou být zásadním vodítkem k identifikaci jedince a k objasnění způsobu a příčiny smrti. Traumata mohou být také důsledkem vrozené vady, nemoci nebo úrazu, který jedinec utrpěl během svého života (Cox a Hunter 2005). Antropologové porovnávají RTG snímky kostí, chrupu a lékařské záznamy, pokud znají jedincovu totožnost. Avšak tuto srovnávací metodu nelze využít u každého případu. Jestliže má jedinec v těle implantát je pravděpodobné, že bude opatřen vyraženým výrobním číslem, díky němuž lze najít evidovaného pacienta.



## 5) KLASIFIKACE TRAUMAT

Každé trauma má jiný charakter, podle toho za jakých okolností vzniklo. Dle toho traumata lze klasifikovat podle způsobu vzniku na: a) traumata způsobená tupou silou, b) traumata způsobená ostrou silou, c) traumata způsobená střelnou zbraní, d) traumata způsobená explozí a e) traumata způsobená hořením.

### I. Traumata způsobená tupou silou

Tupá poranění jsou taková, která vznikla působením tupého předmětu. Lze je dělit podle různých kritérií: jak podle závažnosti, tak na poranění s porušením a bez porušení kožní tkáně (Hirt 2011). Nejčastěji vznikají v domácnosti, při pracovních úrazech, při dopravních nehodách nebo při sportu. Takové trauma může být způsobeno například kladivem nebo kamenem, které následně mohou zapříčinit zlomeninu kosti (Adams 2007). U kostí je následkem zlomenina, rozdrčení nebo oddělení kosti. Rozsah a typ poranění je přímo závislý na působícím předmětu. Podle intenzity působení nástroje vznikají pohmoždění, oděrky, modřiny, tržné rány, zlomeniny apod.

Vlastnosti působící síly, resp. předmětu jsou: hmotnost, rychlost pohybu při dopadu, reologické vlastnosti, velikost, tvar a kvalita povrchu kontaktní plochy (Hirt 2011). *Hmotnost* udává setrvačné a gravitační účinky tělesa. *Rychlost* označuje, jak předmět mění svoji polohu v čase. Tyto veličiny dále určují hybnost a pohybovou energii působícího předmětu. *Reologické vlastnosti* neboli také deformační vlastnosti určují, jakým způsobem se těleso po kontaktu zdeformuje. Jsou dané pružností, plasticitou a viskozitou předmětu. Pokud je použit předmět málo se deformující, jeho následky jsou fatálnější než u více deformujícího se předmětu. Například kosti a chrupavky se po překročení únosné meze pružnosti trvale deformují. *Velikost* kontaktní plochy nám určuje pole, které bude poraněno. Pokud je působící plocha malá následek vede k většímu poranění o malé ploše. Opakem je předmět s velkou kontaktní plochou. Následek bude menší poškození, ale o větší ploše.

Každá kost reaguje na tupou sílu jinak, ovšem lze předpovědět jak. Například dlouhé kosti jsou nejpevnější při tlaku, slabší při kroucení a nejslabší při tahu. Míra pohmoždění lebky závisí na její tloušťce, tvaru a směru jejího namáhání.

Zlomenina vzniká částečným nebo kompletním poškozením integrity kosti. Zlomeniny dle místa vzniku dělíme na přímé a nepřímé. *Přímá* zlomenina vzniká v bodě působení síly, přejetím, střelnou ranou, úderem, kopnutím, pádem těžkého předmětu nebo pádem na ostrý předmět (Hirt 2011).

Naopak *nepřímé* zlomeniny vznikají na místě vzdáleném od bodu působení. V některých případech může vzniknout zlomenina kosti, na kterou žádná síla nepůsobila, ale byla na ni přenesena. Do této kategorie spadají zlomeniny páteře způsobené pádem, zlomeniny klíční kosti nebo hlavice pažní kosti, které vzniknou pádem na nataženou končetinu. Také sem spadají tržné zlomeniny, způsobené stahem svalstva.

Dle fyziologického stavu kosti lze členit zlomeniny na traumatické, patologické a spontánní. *Traumatické zlomeniny* jsou způsobené násilím, které přesáhlo pevnost a elasticitu kosti. Zlomeniny mohou být zapříčiněny úderem, pádem či nárazem. *Patologické zlomeniny* vznikají pokud je kost oslabena metabolickou, infekční nebo neoplastickou chorobou. *Spontánní fraktury* neboli také únavové zlomeniny vznikají dlouhodobým, opakovaným působením podprahových sil. U vojáků se vyskytují takzvané „pochodové zlomeniny“ v oblasti bérce, kde působí hrana vysokých vojenských bot.

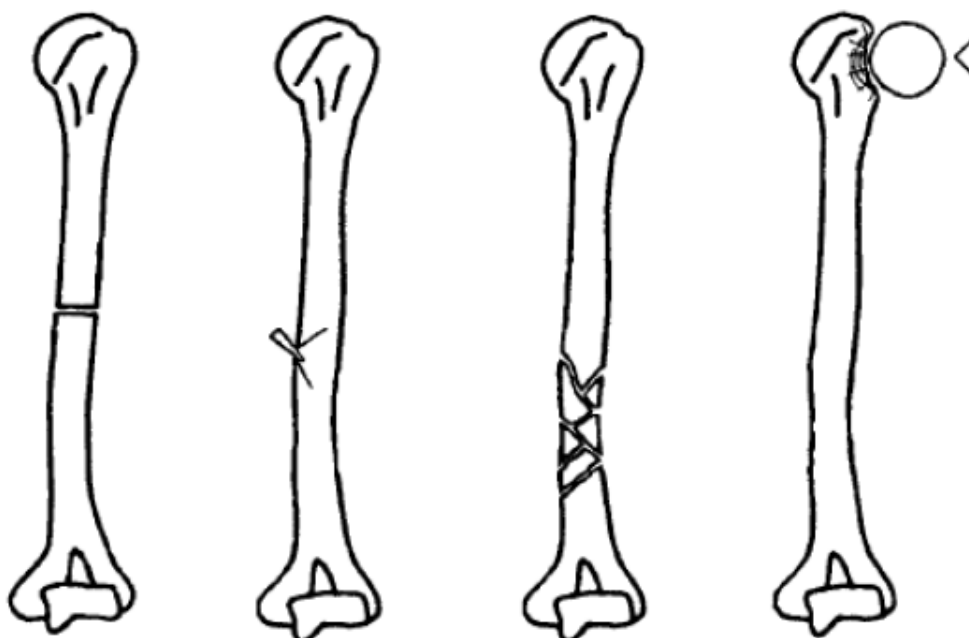
Dle mechanismu vzniku klasifikujeme zlomeniny na ohybové, kompresivní, impresivní, střížné a tahové (Hirt 2011). Pro dlouhé kosti jsou typické *ohybové zlomeniny*. *Kompresivní zlomeniny* jsou typické pro obratle při tlakové zátěži. *Impresivní zlomenina* vzniká vpáčením roztržitých částek kosti klenby lebky při působení předmětu s malou plochou (Hirt 2011). *Střížné zlomeniny* vznikají kombinací střížných a posuvných sil. Klasickým příkladem je zlomenina krčku stehenní kosti.

*Tahová zlomenina* je závislá na tahu svalů a šlach, které se upínají na samotnou kost. Nejčastěji vzniká v úponových místech, jako je česka v koleni.

Podle linie lomu se zlomeniny dělí na příčné, šikmé, spirální, tříštivé, kompresivní a zaklíněné. Při *příčné zlomenině* je linie lomu kolmá a nejčastěji vzniká přímo (Lovell 1997). Krátce nebo dlouze šikmá linie je u *šikmé zlomeniny*. *Spirální zlomenina* vzniká nepřímou rotací a je ve tvaru spirály. *Tříštivé zlomeniny* mají více než dva fragmenty kostí a více lomných linií. U *zaklíněných zlomenin* jsou fragmenty do sebe navzájem vklíněné.

### a) Přímé trauma

Přímé trauma vzniká přímo v bodu, na který působila tupá síla. Následkem tohoto traumatu může vzniknout příčná zlomenina, penetrace kosti, tříštivá či tlaková zlomenina (Lovell 1997). Příklady těchto poranění jsou ukázány na obrázku jedna.



**Obrázek 1:** Fraktury, které jsou způsobené přímým traumatem. Prvním příkladem z levé strany je příčná fraktura dále penetrace kosti, tříštivá a tlaková zlomenina (převzato z Lovell 1997).

### *Příčné fraktury*

Příčné fraktury jsou způsobené působením síly v kolmé linii na podélnou osu kosti (Lovell 1997). Tento typ zlomenin se nejčastěji vyskytuje u dlouhých kostí, ale může se vyskytnout na kterékoliv kompaktní kosti. Jsou způsobeny relativně malou rychlostí, která je vedena na konkrétní ohraničený prostor. Příčná zlomenina může být způsobena tříbodovým zatížením, které se vyskytuje nejčastěji u tupého poranění kolene. V těchto případech dochází k extrémnímu napětí na konvexní straně kosti zatímco konkávní strana je pod tlakem (Galloway 1999). Vzhledem k tomu, že kost je odolnější tlaku než tahu, prvně se objevují trhliny na konvexní straně.

### *Penetrace*

Penetrace kosti může být způsobena částečným nebo úplným proniknutím tělesa do kosti. Tyto zlomeniny jsou obvykle způsobeny velkou silou, která působí na malý prostor. Penetrace kosti může být způsobena šipkou nebo kopím, střelnou zbraní, čepelí nože nebo sekerou. V ráně může následkem nárazu na kosti zůstat například úlomek použitého nástroje. Toto specialistům následně pomůže identifikovat konkrétní nástroj, který byl k poranění použitý.

### *Tříštvivé fraktury*

Tříštvivé fraktury se nejčastěji vyskytují u spongiózních kostí. Kost je následkem působení síly rozlámana na více než dva fragmenty. Tříštvivé fraktury mohou být způsobené například brokovnicí nebo mušketou. Fraktury lokalizované na končetinách jsou často způsobeny klackem, pěstí či kladivem.

### *Tlakové fraktury*

Tlakové zlomeniny jsou vázané ke zranění vyvíjejících se kostí. Vznikne samotným zhroucením kosti nebo jejím promáčknutím. Tyto fraktury jsou typické pro spongiózní kosti a lebku. Tlakové zlomeniny

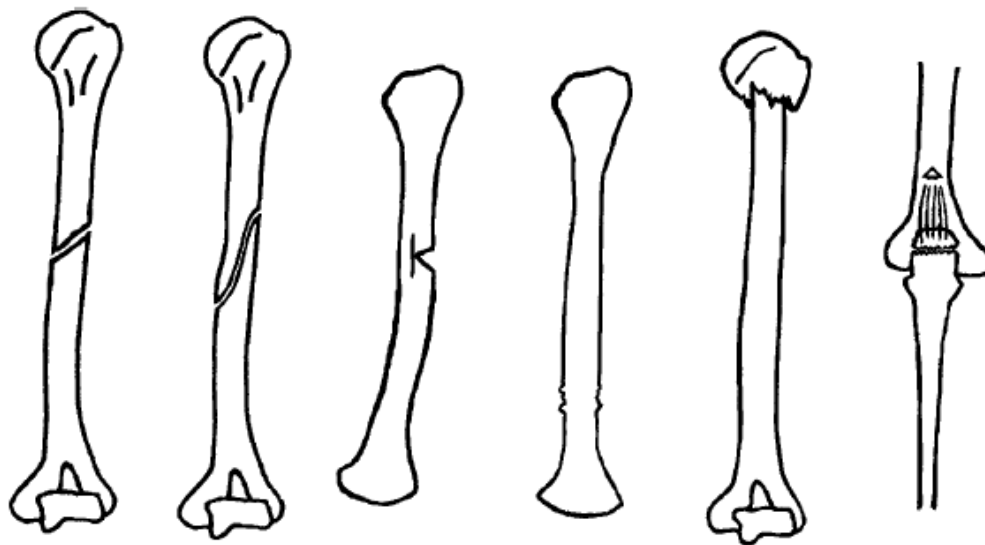
mohou vznikat v kulturním kontextu společnosti. Některé populace se specializují na zkrášlování těla pomocí svazování. Vznikají tak deformace kostí především v oblasti hlavy a nohou. Na obrázku níže je zobrazena například deformace chodidla v Číně.



**Obrázek 2:** Úmyslné deformace dolních končetin v Číně. (Dostupné z <http://kellnerova.blog.respekt.ihned.cz/c1-45966980-nohy-jinak>. citováno 7.4.2013)

## b) Nepřímé trauma

Nepřímé trauma je charakteristické tím, že vzniká mimo prostor působení síly. Důsledkem nepřímého traumatu jsou šikmé, spirální, nekompletní, extenční, trakční a tříštivé zlomeniny (obr. 3) (Lovell 1997).



**Obrázek 3:** Fraktury způsobené nepřímým traumatem: šikmá fraktura, spirální fraktura, nekompletní zlomenina způsobená flexí a nekompletní zlomenina způsobená kompresí, extenční fraktura a trakční fraktura (převzato z Lovell 1997).

### *Šikmé fraktury*

Lom šikmé zlomeniny probíhá úhlopříčně k diafýzám, obvykle pod úhlem 45°. Toto poškození vzniká následkem kombinace tlakových a ohybových sil. Pokud je tlaková síla větší než ohybová, kost je přerušena čistou šikmou frakturou. V případě, že síly působí poměrně stejně, fraktura se může podobat příčné zlomenině. Častější situací je výskyt šikmě příčného lomu. Fraktura začne nejprve vznikat jako příčná zlomenina, ale následným působením tlakové síly se trhlina zešikmí. Šikmá zlomenina může také vzniknout např. rotací předloktí nebo nohy.

### *Spirální fraktury*

Vzniká následkem síly, která působí rotačně a podélně na dlouhou kost. Spirální fraktury začínají nejprve jako malé vady, které se následně rozšíří v trhliny důsledkem tahové síly. Rotační síla a tahové napětí působí v úhlu 40 až 45° k podélné ose kosti. Zlomenina vzniká v okamžiku maximálního napětí a dále se vyvíjí v úhlu 45°. Často se může plést se šikmou frakturou. Spirální fraktury se nejčastěji vyskytují na dolních končetinách, na kosti holenní či lýtkové. Mimo toto lze šikmou zlomeninu identifikovat na člancích prstů nebo u krčku kosti stehenní.

### *Nekompletní fraktury*

Pokud je kost pouze nalomena vytváří se nekompletní fraktura. Toto může být zapříčiněno působením malé síly, která nebyla schopna zlomit celou kost. Zlomenina vznikne také pokud je konvexní strana kosti vystavena tlaku, který ji ohýbá. Též může být nalomena vybočením. U dospělých jedinců se zlomeniny projevují nejčastěji na žebrech. Nekompletní fraktury mohou být také způsobeny například brokovnicí (Lovell 1997). Dále i během porodu může dojít k nekompletní zlomenině klíční kosti u dítěte.

### *Extenční fraktury*

Extenční zlomeniny vznikají stlačením diafýz kosti. Nejčastěji se tento typ zlomeniny vyskytuje při pádech z výšky. Pokud jedinec před dopadem natáhne ruce, následkem kontaktu s pevnou plochou a zároveň působením těla jsou zatíženy oba konce kosti, která se následně zlomí v blízkosti kloubů. V těchto případech extenční zlomeniny vznikají na kosti pažní nebo vřetení.

### *Tříštivé fraktury*

U těchto zlomenin je typické, že se skládají z více než dvou fragmentů. Dále je můžeme dělit podle počtu fragmentů na lehké, střední a těžké. Střední a těžké vznikají při působení velké síly. U dlouhých kostí se můžeme setkat s fragmentem, který se označuje jako motýlí fragment. Tento fragment je trojúhelníkového tvaru a vzniká na konkávní straně zlomeniny a ta se tak podobá tvaru písmene „Y“. Motýlí fragment u tříštivé zlomeniny se častěji vyskytuje u dětí na stehenních, holenních a loketních kostech (Lovell 1997). Ostatní tříštivé zlomeniny se nejčastěji vyskytují u dolních končetin a jsou způsobeny tupým nárazem ze strany. Jsou běžně k vidění u zranění chodců po nárazu automobilem.

### *Trakční fraktury*

Trakční zlomeniny vznikají působením tahu šlach nebo vazů. U těchto zlomenin se také můžeme často setkat s vykloubením. Nejběžnější jsou trakční zlomeniny česky nebo vnitřního kotníku (Galloway 1999). Trakční zlomenina česky vzniká silnými stahy čtyřhlavého svalu stehenního, což způsobí její příčnou frakturu. Tyto zlomeniny jsou relativně vzácné.

Tupá poranění se mimo jiné projevují i na páteři, která v lidském těle zastává statickou, pohybovou a protektivní funkci. Zlomeniny obratlů jsou méně časté, mohou ale postihnout tělo, oblouk či výběžky obratlů. Nejčastěji se s poraněním páteře můžeme setkat při dopravních nehodách, pádech, zavalení nebo při sportu. Poranění páteře se

neomezují pouze na léze kostí, ale i kloubů, vazů a meziobratlových plotének.

Poranění páteře vznikají přímým i nepřímým mechanismem. Častěji se však odborníci setkávají s nepřímým mechanismem. Mezi základní mechanismy patří: a) axiální komprese-stlačení páteře v dlouhé ose, b) distrakce-roztažení páteře v dlouhé ose, c) flexe-ohnutí páteře směrem dopředu, d) extenze-ohnutí páteře směrem dozadu, e) rotace-otočení páteře kolem dlouhé osy, f) translace-posun páteře v její krátké ose (Hirt 2011). Často může docházet i ke kombinaci těchto mechanismů.

### **Případová studie**

K uvedení konkrétnímu případu tupého poranění jsem použila studii Thierauf et al. (2012). V práci je uveden ojedinělý případ, kdy muž spáchal sebevraždu pomocí kamene. Tento typ spáchání sebevraždy může souviset s duševní poruchou jedince, ale pravděpodobnost výskytu není známa. Nejpravděpodobnější je paranoidní schizofrenie nebo schizoafektivní nemoci. Díky nízkému výskytu takových sebevražd se prvotně usuzuje, že nalezená oběť, která zemřela na následky tupého poranění, byla usmrcena cizím zaviněním nebo při nehodě. Proto musí být tyto případy důkladně vyšetřované. Především se přihlíží k informacím o duševním stavu jedince.

V tomto konkrétním případě bylo zjištěno, že poranění nemohlo být způsobeno náhodně, jelikož okolní terén neodpovídal zraněním. Díky tomu musela být poranění způsobena cizím zaviněním nebo samotnou osobou. Nalezenému muži bylo 68 let a byl nahlášen jako pohřešovaný. Jeho tělo bylo ve špatně dostupném terénu objeveno pomocí signálu z jeho mobilního telefonu.

Okolo jeho hlavy se nacházela louže krve, z čeho se dalo usoudit, že na hlavě bude hlavní zranění. Mimo tohoto nebyly nalezeny žádné další rány. Prvotní ohledání místa odhalilo několik kamenů v okolí oběti,



kteřé na sobě měly známky krve. Také v terénu na zemi, na listech a větvích byly nalezeny stopy krve. Pitva prokázala několik zranění na hlavě a zranění na předloktí. Tržné rány na hlavě byly těsně vedle sebe a navzájem rovnoběžně a vedly až ke zlomenině lebky. Dále na levém předloktí, blíže k zápěstí, byl objeven řez. Další důležitá, například obranná, zranění nebyla zjištěna.

Díky specifitě zranění se dalo určit, jak vznikla. Jelikož zranění byla rovnoběžně a těsně vedle sebe, byla zamítnuta interakce mezi dvěma osobami. Mimo tohoto řez na předloktí mohl být vyložený jako povrchový řez, směřující původně na oblast zápěstí. Je známo, že tato poranění jsou typická pro sebevraždu. Jak jsem zmínila výše, sebevraždy tohoto typu jsou spíše typické pro lidi s duševní poruchou. Ovšem policejní vyšetřování a výsledk příbuzných prokázal, že muž duševní nemocí netrpěl. Mimo těchto informací k objasnění případu přispěl nalezený kámen v blízkosti oběti s ostrým okrajem a se známkami krve. Dalo se usuzovat, že tímto nástrojem byla způsobena poranění. Díky tomu byl předmět podroben dalšímu zkoumání. Na kameni byly též objeveny dva vlasy jejichž barva odpovídala zesnulému. Na základě molekulárního biologického vyšetření bylo prokázáno, že vlasy se shodují se zemřelým. Jelikož chyběla obranná zranění, rány na hlavě měly stejný vzor a bylo nalezeno poranění předloktí, specialisté kvalifikovali případ jako sebevraždu. Sebevražda takovým způsobem je velmi vzácná a vzhledem k dobrému duševnímu stavu oběti mimořádně neobvyklá.

## **II. Traumata způsobená ostrou silou**

Tato traumata klasifikujeme na řezné, bodné a sečné rány.

### **a) Řezné rány**

Řezné rány vznikají tahem a tlakem nástroje (Shkrum a Ramsay 2007). Jsou delší než širší a jejich okraje jsou hladké a úhly ostré. Rány bývají přímočaré nebo obloukovité. Pokud použitý nástroj působí šikmo

k povrchu těla, rány mohou být více obloukovité až lalokovité. Rána může zasáhnout pokožku, svaly i kosti. Čím více jde rána do hloubky, tím více je otevřená. Hloubka rány závisí na použité síle a na ostrosti použitého předmětu. Řezné rány se vyskytují spíše povrchově, obvykle nezasahují až ke kosti. Nejčastěji jsou umístěny na ruce, v obličeji a v oblasti trupu (Schmitt 2006). Avšak můžeme se setkat s řeznými ranami na kostech a to nejčastěji v případech rozčtvrcení těla, většinou až po smrti jedince. Vznikají často okružní nebo řetězovou pilou, které zanechávají zubaté okraje. Tyto nástroje mohou být použity i při samotném útoku, který je nejčastěji veden na oblast krku u velkých kloubů.

Řezné rány značně krvácejí, tudíž pokud jsou poraněny velké cévy je nejčastěji příčinou smrti vykrvácení. Pokud je zasažen krk, jedinec může zemřít na vzduchovou embolii. U těchto poranění se málo vyskytují infekční komplikace, jelikož krvácení snižuje riziko infekce (Štefan 2012).

## **b) Bodné rány**

Bodné rány vznikají tlakem podlouhlého, nejčastěji hrotitého a ostrého nástroje do těla ve směru jeho dlouhé osy (Štefan 2012). U bodných ran lze rozeznat místo vniku předmětu, bodný kanál a případně místo, kudy nástroj opustil tkáň. S případy kdy čepel projde skrz se setkáváme u poranění horních končetin a krku.

Vzhled místa, ve kterém nástroje pronikne do tkáně, závisí na druhu zbraně, která je použita a na vlastnostech kůže a svalových vláken (Schmitt 2006). Plochý a ostrý předmět zanechává hladké okraje a ostré úhly. Obyčejný nůž nebo nástroj s jednou břitvou zanechává ránu s jedním úhlem ostrým a druhým tupým, který odpovídá tupé straně čepel. Naopak při užití dvou čepelového nástroje jsou oba úhly ostré. Čím je bodná rána hlubší, tím se více stahují elastická vlákna a díky tomu se ostrost úhlů snižuje. Šířka rány se většinou neshoduje se šířkou čepel kvůli následným retrakcím okrajů rány. Identifikace správné šířky čepel může být také ztížena tím, že nástroj je následně z rány vytažen tahem a může tak otvor naříznout a tím vznikne rána bodnořezná. Když

je nástroj uvnitř těla otočen zdeformuje místo proniknutí a znesnadní tím identifikaci předmětu. Pokud je bodná rána způsobena tupým předmětem kruhovitěho tvaru je otvor menší, jelikož při nárazu předmětu se kůže značně roztáhne a po vytažení retrakce tkáně otvor zmenší. Šířku čepele lze určit, pokud je zasažena pevná tkáň, což znamená pokud je zasažena plochá kost, chrupavka, játra, ledviny apod. (Štefan 2012).

Bodný kanál může být jeden, ale i více. Tento kanál ukazuje, kudy nástroj prošel tkáněmi. Závisí na úhlu vpichu a následném vytažení. Pokud se trasy liší, vzniká více kanálů. Samotná délka kanálu nemusí zcela odpovídat délce čepele, i když byl do tkáně maximálně zasunut. Je to zapříčiněno tím, že pokud je rána vedena vysokou silou, může dojít ke stlačení tkáně a kostí, které se ale vrátí do původního stavu. S tímto se lze setkat při zasažení hrudní nebo břišní stěny a nástroj tak může poranit orgány ve větší hloubce, než které by odpovídala délka čepele použitého nástroje. Směr trasy nástroje uvnitř tkáně bývá přímočarý. Při zasažení břicha má na směr kanálu vliv poloha těla při vzniku zranění, jelikož se mění poloha vnitřních orgánů.

Místo, ve kterém nástroj projde skrz bývá většinou menší než bod, kterým nástroj do těla pronikl (Adams 2007). Musí být kladen velký důraz na rozeznání těchto bodů, ale bohužel ve většině případů je to obtížné. Pokud bylo poranění způsobené tupým kruhovitým nástrojem, okraje rány jsou nerovné a vychlípené. Naopak s hladkými okraji rány se setkáváme při použití plochého nástroje.

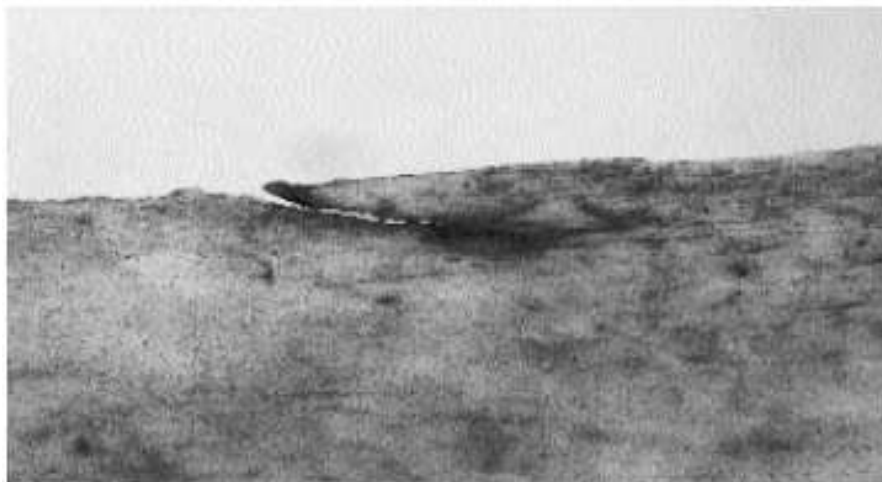
Nejčastější příčinou smrti u bodných poranění bývá vykrvácení nebo zakrvácení tělních dutin. Při zasažení stehenní tepny nebo krku může nastat vzduchová embolie. Pokud se setkáme s nahodilými bodnými ranami, lze předpokládat, že vznikly při domácích pracích nebo v zaměstnání. Závažná poranění vznikají při pádech z výšky, při dopravních nehodách nebo při sportu. Sebevražedné bodné rány bývají umístěny na dostupných částech těla. Vyznačují se několika malými rankami, které se vyskytují v okolí hlubokých ran.

Vražedné bodné rány jsou umístěné na různých částech těla, často na zádech, kam by si poraněný sám nedosáhl. Při útocích bývá poškozen i oděv a prádlo napadaného. Nejčastějším používaným nástrojem je nůž. Bodných ran může být velké množství, jednotlivé rány mohou být různě hluboké a nevyskytují se pouze v okolí jednoho místa. Pokud byl útok proveden při vědomí oběti, mohou se na jeho ruku vyskytovat obranná poranění. Charakter těchto ran je bodnořezný (Štefan 2012).

Důležitým úkolem znalce je určit směr bodnutí a sílu, kterou nástroj působil na tělo, a také identifikovat nástroj, kterým byla rána způsobena. Určení síly je ovlivněno odporem tkáně, množstvím oděvu, ostrostí nástroje a délkou bodného kanálu. Použitá síla se klasifikuje na malou, střední a velkou. Při poškození pouze kůže je použitá síla malá, když zasahuje rána hlouběji je užitá síla střední a když dojde až k poranění kostí užitá síla je vedena jako velká.

### **c) Sečné rány**

Sečné rány vzniknou za použití ostrého nebo pádného nástroje. Mezi tyto předměty můžeme zařadit sekyru, rýč, kosu, mačetu či jiné ostré nástroje. Okraje jsou hladké, úhly mohou být ostré i tupé, záleží na ostrosti a tvaru nástroje. Sečné rány jsou ve většině hluboké a jsou způsobené velkou silou. Pokud po zasažení tkáně byl nástroj tažen, vzniká kombinace sečné rány s řeznou (Štefan 2012). Když nástroj dopadne na tělo šikmo, zanechává lalokovitý tvar nebo může dojít až k odseknutí kusu tkáně. Oproti řezným ranám krvácejí méně, díky zhmoždění cév a tkáně. Za podmínky, že je sečná rána způsobena tupým předmět je následek stejný jako při tupém poranění. Při kontaktu ostrého nástroje přímo s kostí, na ní vznikne otisk zbraně (viz obr. 4). Kosti mohou být silou i rozdrcené nebo přeseknuté.



**Obrázek 4:** Řez způsobený nožem na kosti (převzato z Thomas 1995).

V domácnosti a v zaměstnání se nejčastěji setkáváme s nahodilými sečnými ranami podobně jako u řezných ran. Sebevražedné rány se v tomto případě vyskytují velmi ojediněle. Pokud se s tímto specialistou setká, je hlavní příčinou psychická nemoc jedince. Poranění se vyskytují především na čele, přední části temene a na spáncích. Pro sebevražedné rány je typické, že jsou umístěné v jedné oblasti, jsou většinou rovnoběžné a mnoho z nich pouze povrchních.

Pokud jde o útok druhé osoby, rány se nejčastěji vyskytují v oblasti hlavy (Štefan 2012). Většinou bývá znatelná pouze jedna rána nebo několik málo hlubokých ran, které jsou navzájem spojeny zlomeninami lebečních kostí. Stejně jako u předchozích napadení i v tomto případě mohou vzniknout obranná zranění sečného charakteru. Při napadení sekerou se lze setkat i s poraněním od čepce, tedy s tupým poraněním (Shkrum a Ramsay 2007).

### **Případová studie**

Prvotně se u ostrých poranění zkoumá, zda jsou náhodná, sebepoškozující, způsobená jinou osobou nebo uměle vytvořena. Náhodná poranění mohou vzniknout například při práci, sebepoškozující při sebevraždách nebo psychických onemocněních, způsobená cizí osobou při napadení a umělá například za účelem pojistného podvodu.

Mezi těmito zraněními se rozhoduje specialista na základě jejich umístění, počtu, charakteristiky lézí a jejich vážnosti.

Rozhodujícím kritériem u ostrých poranění je výskyt obranných zranění. Tyto zranění ukazují na přičinění útočnicka a zároveň, že oběť byla při vědomí ve chvíli napadení. Obranná zranění se nejčastěji projevují řezy na ruku, na předloktí a bodnutími na ruku i předloktí. Obranným zraněním se věnuje například Schmidt (2009). V práci je uvedeno, že u 46 % případu ostrého poranění se vyskytují obranná zranění. Obranná poranění jsou prokázána ve 28 % případů poranění trupu a ve 3-8 % poranění oblasti hlavy a krku. Také u většiny případů se nacházejí obranná poranění na levé straně oběti. Toto se dá vysvětlit tím, že více útočníků používá pravou ruku.

Pachatel při útoku také může utrpět trauma. Například pokud mu ruka sklouzne po rukojeti nože. Toto se může stát v případě, že špička nástroje narazí na tvrdou překážku a nůž je ve velké rychlosti zaražen. Toto může nastat při nárazu předmětu na kost, který na ní může zanechat svůj otisk, díky kterému mohou specialisté identifikovat použitý nástroj. Pokud se část nástroje odlomí, může se snadno porovnat s potencionální zbraní. Tato srovnání lze použít, pokud je vytipována zbraň, která mohla traumata způsobit.

Mimo již popsaná zranění se specialista může setkat i se zraněními umělými. Umělá zranění jsou způsobena schválně a to často kvůli podvodům. Umělá zranění jsou častější, ale málo závažná. Jsou povrchová a nezasahují do tělní dutiny jedince. Rány jsou často stejného tvaru, rovné nebo mírně zatočené, seskupeny v těsné blízkosti a často na nedominantní straně těla. Jelikož převládají jedinci s dominantní pravou stranou, umělá zranění se budou více vyskytovat na levé straně těla. Na citlivých částech těla se tato zranění nevyskytují tak často. Citlivá místa jsou například rty, oči nebo bradavky.

Pokud je jedinec duševně nemocný a následkem toho se sebepoškozuje, může být nejasný původ těchto poranění. Jelikož těmto

jedincům záleží na vlastním usmrcení jsou poranění vedena do oblasti hrudníku a břicha a tím je simulován útok jiné osoby. V těchto případech se tedy musí přihlížet k lékařským zprávám o psychickém stavu jedince. Stejný charakter jako sebevražedná bodná rána může mít i sebevražda jateční pistolí, která se vyskytuje u řezníků nebo osob pracujících na jatkách (Štefan 2012). Takto způsobená rána vznikne vysunutím tyčinky z hlavně pistole s následným zpětným pohybem, který po sobě zanechá bodný kanál několik centimetrů dlouhý. Bývá umístěn v krajině okolo spánku nebo na čele. U sebepoškozování vězňů dochází k polykání drátů, špendlíků a ostatních ostrých předmětů, které následně poraní trávicí trakt.

Stejně tak mohou být těžko identifikována umělá zranění, která jsou ale provedena osobou s lékařským vzděláním. Zde může jedinec použít speciální nástroje nebo dokonce anestetika, tudíž si snadněji způsobí umělá traumata na netypických místech. Dále mohou být umělá zranění způsobena za účelem simulace trestného činu. Většinou se takto způsobená traumata spojují se sexuálním napadením. Nejčastěji se tento typ vytvořených zranění vyskytuje u mladších lidí. Jejich záměrem je upoutat pozornost, získat náklonnost nebo možnost manipulace se svým okolím. Tyto činy jsou známkou životní krize jedince. Osoba může být psychicky labilní a je tedy nutné s ní jednat opatrně.

Jsou uváděny i případy, kdy si jedinec způsobil poranění na základě pojistného podvodu. Způsobená traumata mají nejčastěji simulovat nehodu. V takovýchto případech jsou obvyklé uříznuté prsty ruky. Nejčastěji se k tomuto používají ostré nástroje, sekery, sekyrky, řetězové nebo kruhové pily. Až 90 % traumat, která vznikla sebepoškozením za tímto účelem, se vyskytují na levé straně těla, respektive na nedominantní straně. U těchto amputací lze nalézt pokusné rány v blízkosti samotné amputace. Dále se mohou vyskytnout poranění i na ukazováčku.

### III. Traumata způsobená střelnou zbraní

Střelná poranění mohou být způsobena mechanickými a palnými střelnými zbraněmi. Takto způsobená poranění lze považovat za traumata vytvořena tupou silou nebo ostrou silou, avšak za použití vysoké energie. Při průstřelu těla se tkáň následkem rány deformuje tříštivým či trhavým způsobem. Střelná poranění jsou ve většině případů otevřené zlomeniny, tříštivé nebo pokud část kosti chybí, ztrátové. Střelná traumata jsou často způsobena z větší vzdálenosti, mimo pušek či pistolí také za použití praku, luku či kuše.

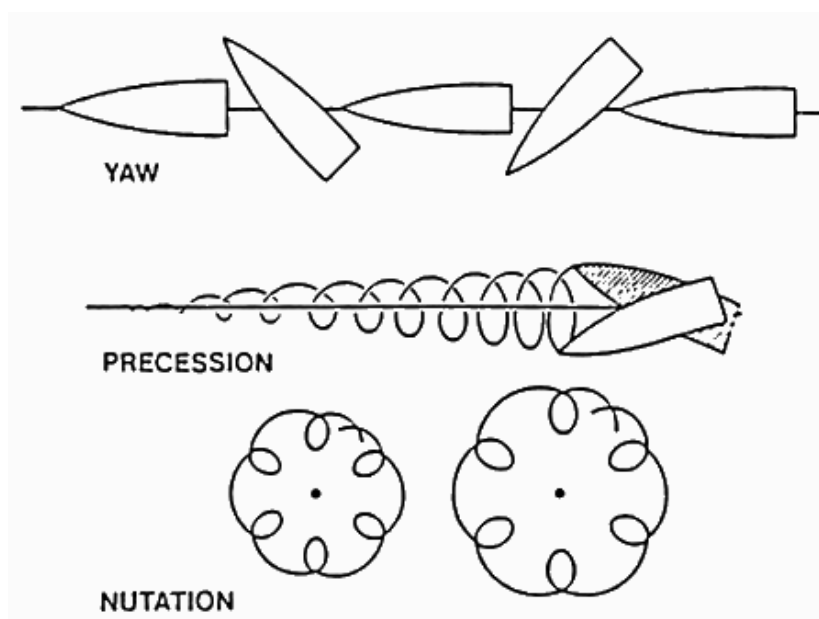
Jakákoliv střela je ovlivněna faktory vnějšími, jako jsou například klimatické podmínky, a vnitřními, což jsou vlastnosti lidských tkání. Podle typu tkáně, do které projektil vniká, se mění rozsah vzniklého poranění a jeho celkový charakter.

Při identifikaci střelného poranění se musí přihlížet i na další pohyby střely než je pouze pohyb po vlastní trajektorii. Patří k nim pohyb kolem své osy, který je rotační a je daný vývrtem hlavně. Podélná osa střely opisuje kuželovou plochu ležící ve směru posuvného pohybu střely, což se nazývá precese. Dále střela kmitá kolem příčné osy (nutace) a kývá se kolem horizontální příčné osy (yaw) (viz obr. 5) (Šafr 2010). Účinnost střely ovlivňuje její samotná hmotnost a kalibr. Kalibr střely označuje její průměr. Ráží zbraně je dána velikost vstupní a výstupní rány po projektilu. Pokud je projektil zaklíněn v kosti, je možné odhadnout směr projektilu a následně tak i rekonstruovat průběh a následky zranění. Díky tomu lze určit způsob smrti jedince.

U střelných poranění rozlišujeme průstřel, zástřel, postřel a nástřel (Štefan 2012). Při proniknutí střely vznikne v bodě kontaktu vstřel. Pokud střela následně vyjde z těla, vzniká výstřel. Když tyto dva body propojíme, vznikne dráha střely neboli střelný kanál. Vlastnosti střelného kanálu závisí na rychlosti, ráži, hmotnosti, tvaru, použitém materiálu, konstrukci a stabilitě střely. Také závisí na vlastnostech tkáně, do které vnikne. Vlastnosti tkáně jsou elasticita, viskozita, denzita a anatomická struktura.



Pokud se vyskytne případ, kdy tělem kulka nepronikne a zůstane uvnitř, označujeme toto jako zástřel. V těchto případech se k nalezení kulky

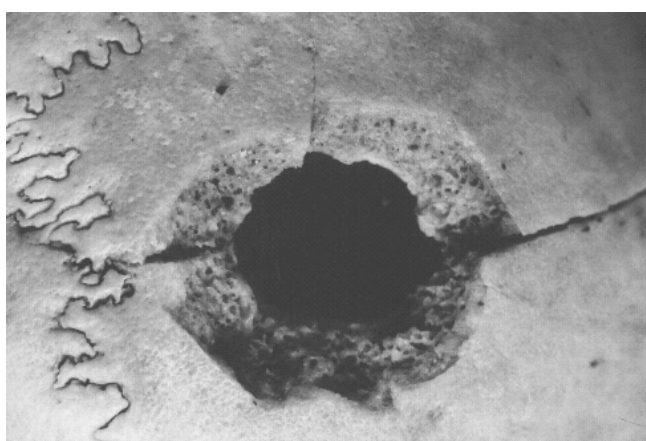


**Obrázek 5:** Pohyby střely: kývavý pohyb yaw, precese a nutace (Dostupné z: <http://library.med.utah.edu/WebPath/jpeg2/FOR101.gif>, citováno 15.4.2013)

uvnitř těla nejčastěji využívají rentgenové přístroje. Při nástřelu kulka do těla vůbec neprojde. V tomto případě dochází k oděrkám nebo ke zlomení kosti, na kterou se přenesou energie kulky. Dráha střelného kanálu se může změnit při nárazu na kost nebo po průchodu kostí. Pokud střela zasáhne během pohybu kost nebo jí projde je výstřel větší a nepravidelný. Otvor v prostřelené kosti je nálevkovitého tvaru a to tak, že výstřel je větší než vstřel (Siegel 2000). Nárazem kulky na kost se mohou oddělit fragmenty kosti, které mohou dále fungovat jako samotné projektily. Tento jev je označován jako tzv. biliárový efekt. Během průstřelu střela předala kostěným úlomkům pohybovou energii a částičky se tak mohou pohybovat velkou rychlostí a způsobit i další výstřely na těle. V místech, kde se pod kůží nachází bezprostředně kost, je výstřel větší než vstřel a také je nepravidelný. Je to oblast například lebeční klenby.

Následky střelného poranění tedy přímo závisejí na jeho umístění a dále jsou ovlivněny hydrodynamickým tlakem. Toto lze vidět při použití vysokorychlostních střel při zásahu dutiny lebky z bezprostřední blízkosti působením plynů, které vznikly při explozi a vnikají se střelou do těla nebo pokud střela prochází dutými orgány, které jsou vyplněny tekutinou. Při zasažení břišní dutiny může tlaková vlna způsobit okamžitou smrt peritoneálním šokem. Dále se na těle může projevit i trhavý účinek střely, který způsobí rozsáhlé potrhání tkáně a to převážně při zasažení lebky z bezprostřední blízkosti nebo při použití zbraně s velkou ráží, jako je například puška. Při výstřelu z pušky lze zaznamenat trhavý efekt i ze vzdálenosti 10- 20 centimetrů.

Použitou zbraň identifikují znalci z oboru balistiky z projektilu a nábojnic. Hlaveň zbraně zanechává na střele charakteristické rýhování. Většinou pokud střela pronikne plochou kostí, velikost otvoru odpovídá kalibru střely. Poranění plochých kostí jako jsou kosti lebky, lopatky, hrudní kost a kosti pánve jsou dána stavbou těchto kostí. Plochá kost je tvořena dvěma laminami kompaktní kosti, mezi kterými se nachází houbovitá vrstva. Toto uspořádání způsobuje, že při průniku střely je bod vstřelu menší než bod výstřelu z kosti. Střelný kanál se tedy trychtýřovitě rozšiřuje (viz obr. 6) .



**Obrázek 6:** Příklad tzv. bevelingu na lebce (Dostupné z <http://www.southampton.ac.uk/~jb3/bullet/gsw.html>, citováno 9.4.2013).

Velmi závažná zranění tkáně vznikají po zasažení brokovnicí. Vstřel může být kruhovitěho až oválného tvaru, ale závisí především na vzdálenosti hlavně od těla. Vystřelené broky mohou společně letět až několik metrů a následně se rozptýlit a zasáhnout tělo na několika místech. Takto vzniká jedna centrální rána s několika menšími okolo (Štefan 2012). Při výstřelu z velké vzdálenosti centrální rána nevzniká, pouze několik malých rozptýlených po těle. Přesnou vzdálenost, stejně jako u ostatních zbraní, lze určit střelnými zkouškami. Při ráně z jateční pistole je vymrštěna ocelová tyčinka asi o průměru 1,1 centimetru do vzdálenosti asi 8 centimetrů, která je ihned vtažena zpět do pistole. Tvar vstřelu je kulatý s občasnými známkami začouzení (Štefan 2012). Na kosti, především na lebce, dojde ke kruhovitému vyražení fragmentu, který svojí velikostí odpovídá průměru tyčinky.

Zlomeniny dlouhých, krátkých a nepravidelných kostí, které vznikají při nárazu kulky, jsou nejčastěji tříštivého charakteru. Mohou vznikat i sekundárně, v jiném místě než střela dopadla.

Při zásahu projektilem z bezprostřední blízkosti vnikají do těla společně s kulkou plyny, nečistoty a částice kouře. Z tohoto důvodu jsou okraje těchto ran zčernalé. Pokud je zasažena část těla, kde se pod pokožkou přímo nachází kost, dochází zde k podminování kůže plyny. Díky tomu vznikají na kůži paprscité trhliny, které se sbíhají k samotnému otvoru a vstřel je hvězdovitěho tvaru. Při takovém zranění bývá otvor vstřelu větší než otvor výstřelu.

Pokud je kulka vystřelena z relativní blízkosti, kolem vstřelu se nachází lem odření, popáleniny, kouřový lem a lem nespálených prachových zrněk. Stopy, které můžeme najít kolem rány vstřelu, závisejí na vzdálenosti hlavně od těla, na druhu použité zbraně a munici. Při výstřelu z krátké vzdálenosti na tkáň působí plamen, při delší plyny, následně kouř a dále prachová zrna. Plamenem bývají ožehnuty vlasy, chlupy a umělé tkaniny. Následné plyny účinkují chemicky a mechanicky. Chemický účinek je zapříčiněn oxidem uhelnatým, který způsobuje

světější červené zbarvení. Mechanický účinek roztrhne tkáň a tím vytvoří samotný vstřel. Pokud je na oděvu nebo na kůži znatelné začouzení, můžeme u pistole předpokládat vzdálenost asi 40 centimetrů a pokud jsou v kůži patrná prachová zrna až vzdálenost 70 centimetrů (Štefan 2012). Pokud nejsou na oděvu patrné známky nečistot, prachu atd. lze usuzovat, že výstřel byl z velké vzdálenosti nebo byl použit tlumič.

### **Případová studie**

Každé trauma vzniklé střelnou zbraní tvoří vstřelový defekt-vstřel, jehož vlastnosti jsou určeny úhlem střelby a ráží střely (Šafr 2010). Oblast místa, kudy vnikla do tkáně střela, je většinou bez tkáně, tzv. minus efekt. Rána je též charakteristická lemem odřetí, který je způsoben odejmutím povrchu kůže. Dále lem znečištění, který vzniká při kontaktu kůže se střelou, která v těchto místech zanechává stopy oleje, rzi, kovů nebo nečistot z hlavně zbraně. Specifické vlastnosti střely také závisí na vzdálenosti povrchu těla a ústí hlavně.

Společně se střelou vnikají do těla i spálené plyny, tzv. výstřelkové zplodiny, které vznikly při hoření. Na tkáni jsou tyto známky hoření jasně viditelné, také mohou být i barevně odlišné. Barva zplodin závisí na vlastnostech střelného prachu a na dokonalosti jeho hoření. To znamená, že jednotlivé stopy výstřelkových zplodin se mohou v závislosti na zbraní lišit. Kontaktem mezi oxidem uhelnatým ze střelného prachu a hemoglobinem vzniká typické zarudnutí pokožky v okolí vstřelového defektu. Díky tomuto zarudnutí můžeme určit, že hlaveň zbraně byla těsně přiložena k povrchu těla.

Mechanickým účinkem střely, při opuštění zasaženého organismu vzniká, výstřel. Pokud je jedinec zasažen z bezprostřední blízkosti, není těžké určit místo vstřelu a výstřelu. Oblast výstřelu totiž nenesou známky plynů, plamene, sazí ani prachových zrn. Naopak při střelbě z dálky a vícečetných poranění je toto určení těžké. Hlavními rozlišujícími faktory jsou nepřítomnost lemu odřetí a lemu znečištění v okolí rány. Tvar

výstřelkového defekt může být hvězdicovitý, srpkovitý, štěrbinový, okrouhlý nebo zcela nepravidelný. Jelikož střela vystupuje ven z těla, okraje rány jsou vyvrhelé navenek. Mimo samotné kůže může být navenek vyhrěznuté i podkoží, svalovina nebo mozková tkáň (Šafr 2010). Pokud ovšem střela vychází z těla na koso, může výstřelkový defekt připomínat bodné poranění.

Na tvaru a velikosti výstřelu se podílí několik faktorů. Patří mezi ně například vlastnost samotné kůže v místě výstřelu. Konkrétně břišní stěna je volná a elastická což způsobuje, že otvor je většinou malý, nenápadný, štěrbinový. Také díky tomu jak je kůže schopná se stáhnout může být výstřel menší než vstřel. Opakem jsou místa, kde je kůže napjatá. Nejčastěji jsou to místa, kde se přímo pod kůží nachází plochá kost. To je například oblast lebeční klenby, kde bývá výstřel větší než vstřel a také více nepravidelný.

Dalším faktorem je vzdálenost. Pokud je tělo zasaženo z dálky platí, že výstřel je větší než vstřel. Je to způsobeno tím, že vstřelový defekt není ovlivněn faktory výstřelu tak jako při střelbě z blízkosti. Ovšem při zasažení vysokorychlostní zbraní nebo brokovnicí z blízkosti do oblasti hlavy a krku má výstřel rozsáhle drtivý charakter. Výstřel také ovlivňuje druh palné zbraně. Pokud je zbraň krátká či malé ráže často bývá výstřel menší a nenápadnější. Vysokorychlostní zbraně způsobují rozsáhlá a nepravidelná poranění. Ovlivňujícím faktorem je též konstrukce střely a stupeň její deformace. Pokud je střela celoplášťová, deformuje se méně a způsobuje pravidelné a menší výstřely. Střely poloplášťové, tedy například dvoujaderné, díky své větší deformaci vytvářejí rozsáhlejší a více nepravidelné výstřelkové defekty.

Nestabilita střely při průchodu tkáněmi způsobuje větší výstřel. Je to dáno tím, že během průchodu tkání má střela kývavý pohyb, často prochází tkání na koso nebo obráceně. Pokud by byla střela ideálně sférická a bez průběžné deformace, výstřel by byl vždy menší než vstřel, jelikož střela během průchodu tkání ztrácí kinetickou energii. Z informací

uvedených výše tedy vyplývá, že střela která vychází z těla je nestabilní, často deformována a její trasa mimo tělo je jiná, než trajektorie skrze organismus.

Pokud se střela během průletu těla dostane do kontaktu s kostí, může nastat tzv. biliárový efekt. V okamžiku kontaktu se může stát, že se zasažená kost roztříští na více fragmentů, které přeberou kinetickou energii od střely a samotné můžou působit jako střely. I takové fragmenty mohou na těle zanechat výstřely. Střet střely s kostí samozřejmě záleží na její stavbě. Pokud je zasažena plochá kost, jako lopatka nebo lebka, je místo vstřelu menší než výstřelu, tzv. beveling (Šafr 2010). Díky tomu lze identifikovat kudy střela do kosti vnikla a předpokládat její směr. Místo průniku plochou kostí se nejčastěji neohraničené a nepravidelné. Od místa vstřelu či výstřelu se rozbíhají nepravidelné štěrbinovité lomné linie. Zlomeniny kosti v blízkosti kontaktu se střelou jsou tříštivého charakteru a dokonce v některých případech dochází k odlomení kostních fragmentů.

Při zasažení kostí dlouhých, krátkých či nepravidelných dochází k tříštivému účinku střely, který může vést k vzniku sekundárních projektilů. Na kosti je po zasažení viditelné žlábkovité poranění s možnými štěrbinovitými lomnými liniemi. Nálezy střelných poranění na těchto kostech jsou velmi vzácné. Pokud je střelou zasažen obratel je zde typický trychtýřovitý tvar stejně jako u plochých kostí. I zde beveling napomáhá k zjištění směru a úhlu střely.

Analýze samotného bevelingu se věnovali Quatrehomme a Işcan (1998a). Vzorek, který byl zde použit, obsahoval 27 případů. U jednotlivých obětí byl znám věk, pohlaví, traumata, původ a v některých případech i totožnost. Ve 23 případech došlo k vraždě a ve zbylých čtyřech k sebevraždě. Jednotlivé vstupní rány byly důkladně změřeny a následně porovnány s měřením výstupních otvorů. Největší rozdíl mezi velikostí vstřelu a výstřelu se ukázal u spánkové a klíční kosti. Většina vstřelů byla kulatého nebo vejčitého tvaru s ostrými hranami. Poměr těchto otvorů se také mění v závislosti na tom, jaká kost je zasažena.

Studie také ukázala, že některé vstupní rány mohou být menší, než průměr střely. Toto závisí na pružnosti živé kostní tkáně.

Další práce těchto autorů *Gunshot wounds to the skull: Comparison of entries and exits* (1998b) je konkrétně zaměřena na rány v lebce. Stejně jako v předchozí studii byla důkladně změřena všechna vstupní a výstupní zranění. Ve všech případech byl plocha vstupní rány menší než plocha výstupní. U lebky se následkem střely často vyskytují též její zlomeniny, díky čemuž se prvotně trauma může zaměnit s tupým poraněním. Také bylo zjištěno, že vstupní rány mají kulatý nebo oválný tvar. Naopak výstupní rány jsou více hranaté. Vstupní rány v kostech jsou také často větší než kalibr projektilu. Větší výstupní otvory byly objasněny tím, že kulka se při nárazu na kost deformuje a díky tomu je výstupní defekt větší než vstupní. Také záleží na tloušťce samotné kosti. Tenké kosti vydrží větší poškození než silnější kosti, u kterých se vytvoří větší výstupní otvor než u tenkých, jelikož při nárazu na tvrdší kost se kulka více deformuje a způsobí tak větší otvor.

Mezi mechanické palné zbraně lze zařadit například luk nebo kuši. V těchto případech kolem rány zcela chybí zbytky od zplodin hoření. V dnešní době jsou tyto nástroje považovány za velmi účinné zbraně, která mohou být opatřeny i optickým zaměřovačem. Jejich deformační účinek závisí na velikosti počáteční energie při vystřelení, na hmotnosti a typu střely. Stejně jako chybí zplodiny hoření, na ráně není ani viditelný úbytek tkáně, tzv. minus tkáně, což ztěžuje rozlišení od bodného poranění.

Střela, která je vystřelena pomocí plynové pistole, je uvedena do pohybu tlakem vzduchu nebo jiného plynu. Pokud je střela hnána vzduchem, jedná se o vzduchovku, která může způsobit broky poškození podkoží i svalstva a také při zasažení hlavy až poranění zevní lební desky. Zranění mozku brok způsobí, pokud pronikne skrze očníci do dutiny lební (Štefan 2012).

Nahodilé střelné rány nejčastěji vznikají při čištění zbraně, při neopatrném zacházení nebo pod vlivem alkoholu.

Pro sebevraždy jsou typické rány z bezprostřední blízkosti do spánkové nebo čelní oblasti, do podbradí nebo dutiny ústní, méně často se vyskytují i v oblasti srdce. Sebevraždu také lze potvrdit na základě prokazatelných chemických změn na kůži kolem vstřelu, krevních stop a částec tkání.

Výskyt vražd následkem použití střelné zbraně u nás postupem let stoupá. Je to zapříčiněno tím, že více osob u sebe nosí legálně i nelegálně zbraň. Pro vraždu jsou typické mnohočetné vstřely a vstřely na netypických místech, které by si člověk sám nezpůsobil.

#### **IV. Traumata způsobená explozí**

Při explozi dochází k vysokému vzrůstu tlaku a teploty. Teploty plynu mohou dosahovat tři až čtyři tisíce stupňů celsia (Štefan 2012). Exploze vzniká za použití třaskavých látek ve formě bomby, miny, granátu nebo torpéda. Dále mohou vybuchnout i plyny jako zemní plyn nebo svítiplyn. Jednoduše se vznítí i páry hořlavin jako je aceton, éter nebo benzin. Při výbuchu jedince nemusí nutně poškodit jen vysoká teplota, ale také tlaková vlna, úlomky zdiva nebo výbušniny či jedovaté plyny.

Vážnost zranění závisí na vzdálenosti od výbuchu. Čím je jedinec blíže, tím jsou následky rozsáhlejší. Pokud je osoba blízko ohniska výbuchu může dojít k roztrhání těla, jehož části jsou následně rozházené po okolí až do vzdálenosti mnoha desítek metrů. Při následném sběru ostatků se specialisté zaměřují nejprve na končetiny, které následně přiřazují k torzům těl (Thomas 1995).

V blízkosti ohniska dochází k poraněním od plamene. Nejčastějšími zraněními jsou tedy popáleniny od ohně, horkých plynů nebo par. Ve



větší vzdálenosti může být tělo zasaženo sáláním tepla, což vede k poškození nekrytých částí těla a dýchacích cest.

Zlomeniny při výbuchu vznikají působením tlakové vlny, která přenese energii na pevnou překážku. Stojící osoby mají většinou otevřené zlomeniny nohou. U sedících dochází k poškození dolní části hrudníku nebo horní části bederní páteře. Dále mohou být zlomeniny způsobené cizím předmětem, který byl uveden v pohyb tlakovou vlnou. Tyto zlomeniny závisejí na předmětu, kterým byly způsobeny, ale většinou se vyskytují traumata způsobená tupou silou.

Lidský organismus může být také během výbuchu otráven toxickými plyny. K otravám nejčastěji dochází v uzavřených prostorách, například při zasypání nejčastěji oxidem uhelnatým. Poranění se vyskytuje spíše nahodile při explozi zemního plynu v domácnosti, při vznícení acetonových nebo benzínových par nebo při neodborné manipulaci s výbušnými látkami.

Sebevraždy a vraždy se v tomto případě vyskytují ojediněle. Se sebevraždou a zároveň několikanásobnou vraždou bychom se mohli setkat u teroristů, kteří přikládají výbušniny na své tělo nebo používají granát.

### **Případová studie**

Jak již bylo řečeno následkem exploze vzniká tlaková vlna, požár a jsou uvolněny jedovaté plyny do ovzduší. Vzniklá poranění závisejí na vzdálenosti jedince od ohniska výbuchu a čím byl výbuch způsoben. Pokud na tělo působí tlaková vlna, zranění připomínají poranění tupou silou. A tudíž díky těmto podobnostem může dojít k záměně vzniku těchto poranění.

Kosti jsou fyzické objekty, které také podléhají zákonům mechaniky. Závisí tedy na tom, jaké síly v jakém směru a jakou velikostí

na kost působí. Lomová mechanika nám pomáhá vysvětlit následky vzniklé na kostech po působení určitých sil. Kostní biomechanika se konkrétně zabývá pevností kostí a jejich chováním při zátěži.

Pokud je zasažen hrudník oběti, často se objevují typické trojúhelníkové výlomky na žebrech, tzv. butterfly fragments. Tyto výlomky vznikají působením velké síly na samotné žebro (Christensen a Smith 2013). Autoři v této studii demonstrovali na čtyřiceti šesti vysušených žebrech prasat demonstrovali, že tyto výlomky mohou vzniknout následkem výbuchu, ale také ohýbáním kosti. Konkrétně u zahnutých žeber, která jsou zahnutá, jimi bylo ohýbáno tak, jako by se je snažili narovnat. U jiných kostí, které jsou naopak rovné, by se pomocí uchopení jejich konců snažili kost ohnout. Pokud je kost ohýbána je vystavena tahu, tlaku a stříhovým silám. Když je kost ohýbána poškození obvykle začíná na tahové straně a dále pokračuje přes tělo kosti. Vzniklá trhlinka se dále prodlužuje od místa vzniku po těle kosti v uhlí 45°. Tyto ohybové zlomeniny jsou tedy příčně zakřivené a šikmé, díky čemuž vzniká motýlí fragment.

Při analýzách na žebra působila síla mechanicky tak, aby zcela identicky simulovala sílu výbuchu. Mechanické ohýbání bylo vytvořeno pomocí tříbodového nebo čtyřbodového tlaku, který byl vyvíjen ručně, až dokud kost nesehala. Výzkum potvrdil výskyt motýlích zlomenin ve 43 případech (93%). U zbylých 3 případů vznikly příčné a úhlové fraktury, které jsou běžně spojovány s ohýbáním kostí. Pokud tedy není jasný vznik traumatu a jsou prokázány motýlí zlomeniny na žebrech, s určitou pravděpodobností mohlo trauma vzniknout působením výbuchu.

Exploze může být způsobena například i ohňostrojem. I u tohoto typu výbuchu vzniká tlaková vlna. Zranění zde mohou způsobit ale i části samotného výbušného zařízení. Rozsáhlost poranění při výbuchu ohňostroje závisí na vzdálenosti od ohniska a také na velikosti ohňostroje, především na tom, kolik obsahuje výbušné látky a jaké. Kunze et al. (2011) uvádí příklad výbuchu domácího vyrobené

pyrotechniky. Ohňostrojek byl vyroben z pěti železných trubek, z čehož každá z nich byla naplněna 50-55 gramy střelného prachu a všechny byly vybaveny detonačním zařízením. Díky neodbornosti výrobce ohňostroj vybuchl předčasně a muže na místě usmrtil. Při výbuchu byla oběť v přímém kontaktu a byla zasažena především do obličeje a oblasti krku. Exploze způsobila kompletní destrukci čela s tržnými ranami a tříštivými zlomeninami lebky a obličejových kostí. Následkem zasažení hlavy a deformace kostí byl poškozen mozek, což vedlo k okamžité smrti. Mimo tohoto byl obličej zasažen zbytky střelného prachu, které způsobily popáleniny na obličeji. Tomuto efektu se někdy také říká práškové tetování. Střelný prach byl identifikován i v mozku a v očích. Další orgány nebyly poškozeny.

Vzniklé zlomeniny rukou navazují na jiná poranění ruky od tlakové vlny jako je poranění šlach, nervů nebo samotná amputace. Tlakové vlny obvykle působí na orgány, které jsou naplněny vzduchem. Tyto zranění se klasifikují jako prvotní. Zmíněné popáleniny a jiná poranění, která vznikla například fragmenty vybuchlého materiálu, se klasifikují mezi sekundární poranění.

## **V. Traumata způsobená hořením**

Tyto traumata vznikají za působení vysokých teplot (Tibbett a Carter 2008). Popáleniny pokožky vznikají v bodě působení vysoké teploty. Popálení bývá způsobeno plamenem, horkým nebo hořícím tukem, horkým vzduchem, žhavými předměty či dehtem. Mimo vnějšku těla mohou být následkem vdechnutí horkého vzduchu popáleny i dýchací cesty. Podle hloubky poškozené tkáně se rozeznávají čtyři stupně popálení:

I. stupeň-zarudnutí a edém, hojí se během několika dní a bez zjizvení

II. stupeň-tvorba puchýřů, hojí se několik dní, mohou vzniknout zjizvení

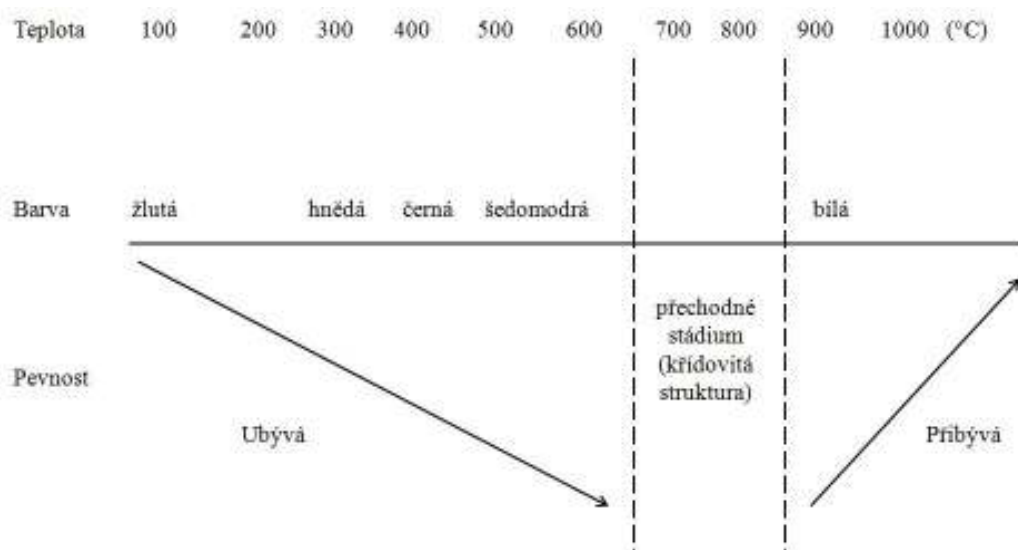
III. stupeň-nekróza hlubokých vrstev kůže, tvorba příškvarů, hojí se paprscitými jizvami

IV. stupeň-postižení kůže, podkožního tuku, svalů, šlach a kostí

Kosti jsou tedy zasaženy při čtvrtém stupni popálení (Štefan 2012). I když oheň zničí veškeré měkké tkáně, kosti vydrží až 1400°C po dobu více jak osmnácti hodin a mohou poskytnout specialistům dostatek informací (Thomas 1995). Během vystavení vysokým teplotám kosti pomalu praskají, deformují se a stoupající tlak v lebce může zapříčinit její výbuch a následné vymrštění kosterních fragmentů do velké vzdálenosti.

Každá kost reaguje na vysoké teploty jinak, v závislosti na její stavbě. Například popraskání holenní kosti připomíná šachovitý vzor. Stehenní kost, která je masivnější, praská do tvarů půlměsíce. Celkově dlouhé kosti se během ztráty tekutin smrští až na jednu čtvrtinu své původní délky a tenké kosti, jako jsou žebra, jsou smrštěna na pahýly.

Spálené kosti jsou šedobílé, křehké a značné lomivé (viz obr. 7). Lidská kost obsahuje asi 27 % organických látek, 21 % vody a 52 % látek anorganických. Na základě vlastností kostí se následkem vysokých teplot mění jejich velikost, tvar, konsistence, lomivost, barva aj.



**Obrázek 7:** Změny pevnosti a barvy kostí v závislosti na výši žáru (převzato z Dokládál 1999).

Následkem shoření organických částí mění kost svoji barvu (Thomas 1995). Hnědá, černá, šedomodrá a popelavá barva je ovlivněna koncentrací uhlíku, který uniká při spalování kostí. Je jasné, že stupeň spálení pozůstatků je závislý na teplotě a době trvání žáru, kdy na kost žár působí. Stupně spálení kostí dle Chochola (1961) jsou nedokonalé, zčásti nedokonalé, dokonalé, dokonalé až křídovité a křídovité. Později byly tyto stupně dále upraveny (viz obr. 8) (Dokládál 1999).

Z nalezených zuhelnatělých ostatků se specialisté snaží určit, zda smrt nastala před požárem nebo během požáru, ale ve většině případů to nelze. Pokud je to možné, analyzuje se obsah dýchacích cest. Jestliže jsou v dýchacích cestách saze, jasně to naznačuje, že oběť během požáru ještě žila (Štefan 2012). U zcela nebo částečně zuhelnatělých těl se vyskytuje tzv. boxerské postavení těla. Následkem ztráty tekutin dochází ke stažení šlach a svalstva a k ohnutí horních končetin v loketních a ramenních kloubech. Dolní končetiny se ohýbají v kyčelních a kolenních kloubech.

S ohořelými kostmi se musí manipulovat až po jejich vychladnutí, aby byla jejich pevnost vyšší a nešlo k jejich další deformaci. Na první pohled jsme schopni určit, zda kosti byly vystaveny žáru.

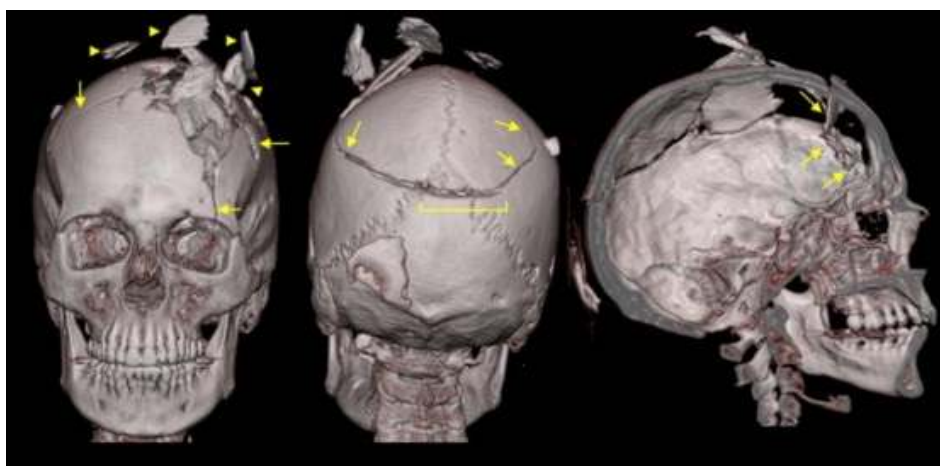
K popálení dochází často pouze náhodně. Hlavně jde o úrazy v domácnosti, při manipulaci s hořlavinami a výbušninami, úrazy způsobené elektrickými spotřebičem, teplomety či hořícími svíčkami. K popálení také dochází při zasažení proudem vysokého napětí nebo při dopravních nehodách následkem vznícení benzínu.

Stupeň spálení	Zabarvení kosterních částí	Poznámka	Stupeň žáru (teplota spalování)
I. Nedokonalý	žlutobíle, hnědošedé	vzhledem téměř jako nespálená čerstvá kost, první svrašnění (asi o 1%) ztrátou vody (až do teploty 300°C) poté až do 750°C žádné zmenšení	do 200°C kolem 250°C
II. Zčásti nedokonalý	hnědé, tmavohnědé, černé	nedokonalé spálení resp. zuhelnatění organické kostní substance	kolem 300°C kolem 400°C
III. Dokonalý	šedé, modrošedé (mléčně světošedé)	vnitřní plocha kompakty v některých případech ještě černá	kolem 500°C
IV. Dokonalý až křídový	mléčně bílá, matně křídovitá	křídovitý povrch kost málo odolná od 750°C silnější zmenšování (svrašňování) kosti	od 650°C do 700°C
V. křídový	sytě bílá, bílá i na lomu	hladký povrch postupně tvrdá a křehká vznik parabolicky probíhajících puklin, maximální zmenšení (svrašnění) v průměru o 10- 20%	do 800°C od 750°C nad 800°C

**Obrázek 8:** Stupnice spálení kostí (převzato z Dokládal 1999).

## 6) DISKUZE

Pro ukázkou specifičnosti ostrého poranění využiji případ domácího násilí (Ampanozi et al. 2010). V tomto případě bylo poranění způsobeno na hlavě pomocí sekery. Sekera působí zároveň ostré i tupé poranění, což bylo v tomto případě prokázáno. Oběť byla vyšetřena za pomoci počítačové tomografie (CT) a magnetické rezonance (MRI). Pomocí CT byly odhaleny vícečetné zlomeniny a velké množství kostních fragmentů uvnitř lebeční dutiny i okolo. Vysoká fragmentace a jejich zatlačení dovnitř dutiny byly následkem dopadu těžkého předmětu na lebku (viz obr. 9). Špičatost sekery způsobila odlupování plátku kosti na ostré (zkosené) straně. Pro tento typ poranění je typické jeho zkosení to tvaru písmene „V“. Mimo poranění tvrdých tkání byl poraněn i mozek, jak bylo prokázáno pitvou a následným MRI vyšetřením.



**Obrázek 9:** Trojrozměrná rekonstrukce způsobeného poranění (Dostupné z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1344622310000647>, citováno 15.4.2013).

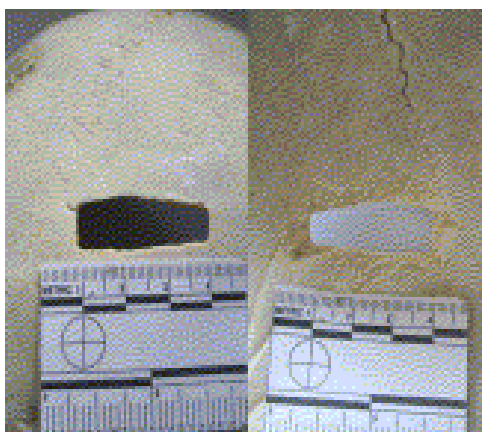
Tato případová studie nám ukazuje charakteristické poranění do tvaru „V“, které může být způsobeno pouze za použití ostrého nástroje. Díky tomu byla určena velikost ostří nástroje, který mohl tuto ránu způsobit. Zbraň byla identifikována jako sekera (viz obr. 10), která byla nalezena na místě činu a díky čemuž byl následně z vraždy obviněn manžel oběti.



**Obrázek 10:** Sekera nalezená na místě činu (převzato z Ampanozi et al. 2010).

Případová studie Dellannoy et al. (2012) uvádí dva příklady klinických případů, na kterých demonstrují poranění hlavy kladivem. Takto způsobené trauma vytváří depresivní zlomeninu. V obou případech byly rány čtvercového tvaru a stejně veliké jako samotný nástroj (viz obr. 11). Na vnější straně lebky byly rány ostré a pravidelné. Naopak na vnitřní straně byly rány zkosené a nepravidelné.

Nalezené kladivo přímo zapadalo do vzniklé rány v lebce a tak byla identifikována vražedná zbraň (viz obr. 12). Pokud tedy nástroj následkem tupého poranění zanechá v ráně svůj dokonalý otisk, je následná identifikace použitého předmětu velmi jednoduchá.



**Obrázek 11:** Depresivní zlomenina způsobená kladivem: povrch lebky (vlevo), vnitřek lebky (vpravo) (převzato z Dellannoy et al. 2012).



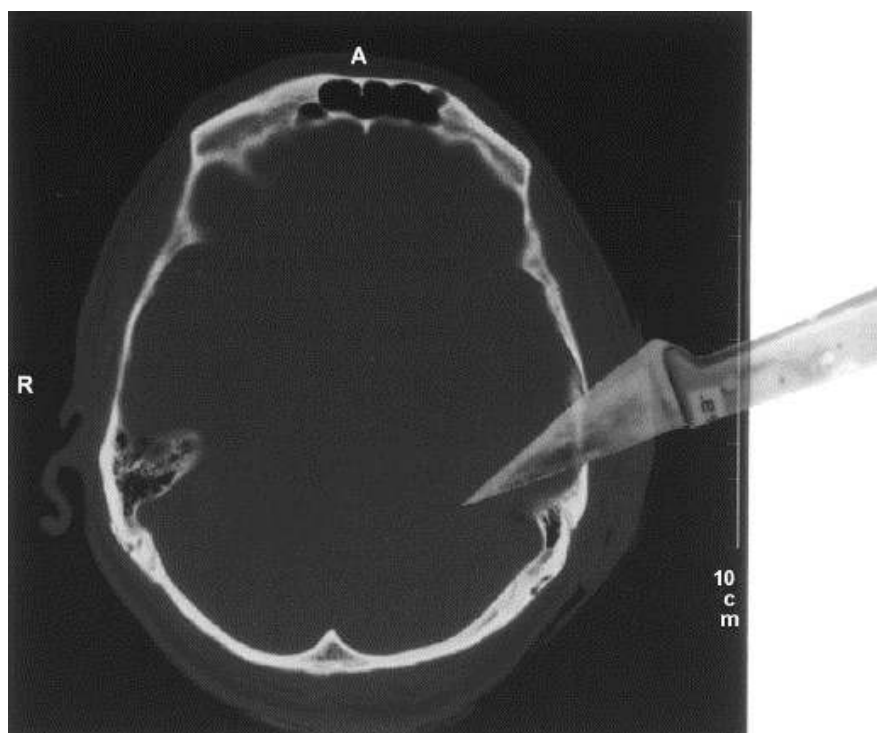


**Obrázek 12:** Kladivo přesně odpovídá svým tvarem ráně (převzato z Dellannoy et al. 2012).

Dále Harada (2012) popisuje případ, kdy byly v automobilu nalezeny ostatky muže ve věku 53-57 let. Tělo bylo již částečně rozloženo a měkké tkáně tím deformované. V oblasti hlavy specialisté předpokládaly trauma vzniklé střelnou zbraní. Pitva muže ukázala vstupní poranění čelní kosti a absenci výstupní rány. Kulka se po vniknutí do lebeční dutiny dále pohybovala skrz horní část lebky a zde se i zastavila. U vstupní rány se projevil také dvě lineární zlomeniny. Dále mikroskopické vyšetření prokázalo velké množství sazí v ráně, což ukázalo na výstřel z bezprostřední blízkosti. Díky nalezeným zraněním, pozůstatkům sazí v ráně, uzamčenému automobilu a nalezené zbrani vedle zemřelého, byl tento případ klasifikován jako sebevražda.

Následující studie rozebírá případ pobodání (Bauer 2002). Muž ve věku 60 let byl pobodán útočником v oblasti hlavy a břicha. Bodnutí do hlavy způsobilo frakturu lebeční kosti a následné poškození mozku s velkým krvácením. Zranění v oblasti břicha nezpůsobila žádná poškození vnitřních orgánů, pouze pokožky, svaloviny a částečně žeber. Oběť zemřela po dvou dnech na následek poranění mozku. Při následném vyšetřování byl prohledán byt útočníka a na místě sesbírány veškeré nože, které mohly způsobit poranění oběti. Obrazy z CT vyšetření poskytly specialistům přesný obraz použitého nástroje, který

mohli následně porovnávat s nalezenými předměty u pachatele (viz obr. 13). Tento případ ukazuje, že poranění mozku specialistům poskytuje přímý obraz zbraně, která byla při vzniku traumatu použita a to díky malé elasticitě tkáně. Po shodě obrazu a zbraně byla následně provedena i DNA analýza, která potvrdila shodu krve oběti s krví nalezenou na čepeli nože. Díky těmto znakům byl následně nástroj identifikován jako použitá vražedná zbraň a viník byl usvědčen ze zabití.



**Obrázek 13:** Shoda CT obrazu poranění s použitou zbraní (převzato z Bauer 2002).

Poslední studie se věnuje smrti dvaapadesátiletého muže (Gips 2007). Jeho tělo bylo nalezeno po několika dnech pohřešování v blízkosti lesa u jeho automobilu. Oběť ležela vedle automobilu na straně spolujezdce, na ruku měla natažené žluté gumové rukavice a na levé ruce měla přivázaný provaz. Ohledání specialistů na místě činu ukázalo na střelné poranění kolene. Dále byly objeveny krevní skvrny na místě spolujezdce a na kapotě automobilu. Na kapotě byla umístěna dřevěná deska, na které byl připevněn klasický stolní svěrák a v něm sevřena 9mm „Glock“ pistole (viz obr. 14). Dále zde byl kladkový systém, který

mohl spustit zbraň z dálky pomocí provazu, který měla oběť upevněna na zápěstí.

Pitva prokázala pouze poškození levé nohy. Následkem zásahu kulky byla zlomena levá holenní kost, poškozena česka a poraněna podkolenní tepna. Díky vyšetřování bylo zjištěno, že muž byl válečný veterán, který byl během války zraněn a byl postižen posttraumatickou stresovou poruchou. Byl psychicky nevyrovnaný a trpěl představami, že je pronásledován vládními agenty.

Díky všem důkazům byl tento čin prohlášen za sebevraždu, která měla původně vypadat jako napadení druhou osobou z dálky.



**Obrázek 14:** Příklad k samo-poškození střelnou zbraní z dálky (převzato z Gips 2007).

Z uvedených případových studií můžeme vyvodit, že jednotlivá zranění jsou specifická. Svými vlastnostmi jsou vázána na způsob vzniku, zbraň a na umístění. Tyto vlastnosti pomáhají specialistům odhalit příčiny a vznik traumatu. Zásadním je také určit předmět, kterým bylo poranění způsobeno. Pokud je na místě činu nalezena zbraň, je možné další srovnávání s traumatem a případná pozitivní identifikace použité zbraně.

Pokud předmět není přímo k dispozici, mohou se vlastnosti poranění použít k předběžnému odhadu použité zbraně. Všechny tyto aspekty slouží k objasnění jednotlivých případů a umožňují následně identifikovat pachatele, což se dále využívá v právním kontextu.

## **7) ZÁVĚR**

Díky mezi oborové spolupráci forezních antropologů a ostatních specialistů lze identifikovat jednotlivá traumata. Jestliže antropologové úspěšně identifikují trauma, nástroj, kterým bylo způsobeno a objasní příčinu smrti, je jejich práce stěžejní v soudně-právním kontextu.

V práci jsem se snažila uvést jednotlivá traumata, princip jejich vzniku a jejich charakteristické vlastnosti. Můžeme říci, že každé poranění má své specifické vlastnosti, ale jedna vlastnost může být sdílena více traumaty. Na případových studiích jsem uvedla některé charakteristiky, které jsou specifická pro určitý typ zranění.

## 8) POUŽITÁ LITERATURA

Adams, Bradley J. 2007. Forensic anthropology. USA: Infobase Publishing. ISBN-10: 0-7910-9198-8.

Ampanozi G, Ruder TD, Preiss U, Aschenbroich K, Germerott T, Filograna L, a Thali MJ. 2010. Virtopsy: CT and MR imaging of a fatal head injury caused by a hatchet: A case report. *Legal Medicine* 12(5): 238-241.

Bauer, M., a Patzelt, D. 2002. Intracranial stab injuries: case report and case study. *Forensic Science International* 29(2): 122-127.

Black, Sue., a Ferguson, Eilidh. 2011. Forensic anthropology 2000 to 2010. USA, Boca Raton: Tylor & Francis.

Delannoy, Y., Becart, A., Colard, T., Delille, R., Tournel, G., Hedouin, V., a Gosset, D. 2012. Skull wounds linked with blunt trauma (hammer example). A report of two depressed skull fractures – Elements of biomechanical explanation. *Legal Medicine* 14(5): 258-262.

Dokládal, Milan. 1999. Morfologie spálených kostí: význam pro identifikaci osob. Brno: Masarykova univerzita.

Dupras, Touha L., Schultz, John J., Wheeler, Sandra M., a Williams, Lana J. 2006. Forensic recovery of human remains: archeological approaches. USA, Boca Raton: CRC Press.

Galloway, Alison. 1999. Broken bones: Anthropological Analysis of Blunt Force Trauma. USA: Charles C. Thomas Publisher.

Gips, H., Yannai, U., a Hiss, J. 2007. Self-inflicted gunshot wound mimicking assault: A rare variant of factitious disorder. *Journal of Forensic and Legal Medicine* 14(5): 293-296.

Harada, K., Kurda, R., Nakajima, M., Takizawa, A., a Yoshida, K. 2012. An autopsy case of a decomposed body with keyhole gunshot wound and secondary skull fractures. *Legal Medicine* 14(5): 255-257.

Hirt, Miroslav. 2011. Tupá poranění v soudním lékařství. Praha: Grada.

Horáčková, L., Strouhal, E., a Vargová, L. 2004. Panoráma biologické a sociokulturní antropologie. 15, Základy paleopatologie : modulové učební texty pro studenty antropologie a "příbuzných" oborů. Brno : Nadace Universitas Masarykiana.

Hunter, J., a Cox, M. 2005. Forencis archeology: advances in theory and practice. USA, Boca Raton: Tylor & Francis Group.

Chochol J., 1961: Antropologický rozbor lidských žárových pozůstatků z lužických pohřebišť v ústí nad Labem-Střekově II a v Žirovicích, okres Cheb. In: E. Plesl (Ed.): Lužická kultura v severozápadních Čechách. Monumenta Archaeologica VIII: 195-232, 273-290.

Christensen, Angi M., a Smith, Victoria A., 2013. Rib Butterfly Fractures as a Possible Indicator of Blast Trauma, *Journal of Forensic Science* 58(S1): S15-S19.

Kunz, S. N., Zinka, B., Peschel, O., a Fieseler S. 2011. Accidental head explosion: An unusual blast wave injury as a result of self-made fireworks, *Forensic Science International* 210(1-3): e4-e6.

Lovell, Nancy C. 1997. Trauma analysis in Paleopathology, *Yearbook of Physical Anthropology* 40: 139-170.

Pickering, R., a Bachman, D. 2009. The use of forensic anthropology. USA, Boca Raton: CRC Press.

Quatrehomme, Gérald, a İşcan, Yaşar M. 1998a. Analysis of beveling in gunshot entrance wounds, *Forensic Science International* 93(1): 45-60.

Quatrehomme, Gérald, a İşcan, Yaşar M. 1998b. Gunshot wounds to the skull: Comparison of entries and exits, *Forensic Science International* 94(1-2): 141-146.

Shkrum JM, a Ramsay AD. 2007. Forensic pathology of trauma: common problems for the pathologist. New Jersey: Humana Press.

Schmidt, Ulrike. 2010. Sharp force injuries in "clinical" forensic medicine. *Forensic Science International* 195(1-3): 1-5.

Schmitt, Aurore, Cunha, Eufonia, a Pinheiro, João. 2006. Forensic anthropology and medicine: complementary sciences from recovery to cause of death. Humana Press Inc. eISBN: 1-59745-099-5.

Siegel, J., Knupfer, G., a Stukko, P. 2000. Encyclopedia of Forensic Sciences, Three-Volume set, 1st Edition. Academic Press. ISBN: 9780080548029.

Šafr, Miroslav. 2010. Střelná poranění. Praha: Galén.

Štefan, Jiří. 2012. Soudní lékařství a jeho moderní trendy. Praha: Grada.

Thierauf, Annette, Lutz-Bonengel, Sabine, Sängler, Timo, Vogt, Susanne, Wolf, Rupp, a Perdekamp Markus, G. 2012. Suicide by multiple blunt head traumatization using a stone, *Forensic Science International* 214(1-3): e47-e50.

Thomas, Peggy. 1995. Forensic anthropology : the growing science of talking bones. New York: Facts On File Inc.

Tibbett, M., a Carter, David O. 2008. Soil analysis in forensic taphonomy: chemical and biological effects of buried human remains. USA, Boca Raton: CRC Press.

## **9) RESUMÉ**

The work includes theoretical summary of the characteristics of injuries to human remains from the perspective of forensic anthropology. Specific examples of injury are shown in case studies that demonstrate specificity of the trauma. Specific appearance of a trauma is primarily a result of the instrument used and the way of its action.