

**Západočeská univerzita v Plzni**

**Fakulta filozofická**

**Bakalářská práce**

**Srovnání možností rekonstrukce traumatických  
zranění z tvrdých a měkkých tkání**

**Radka Firlová**

Plzeň 2012

**Západočeská univerzita v Plzni**

**Fakulta filozofická**

Katedra antropologie

**Studijní program Antropologie**

**Studijní obor Sociální a kulturní antropologie**

**Bakalářská práce**

**Srovnání možností rekonstrukce traumatických  
zranění z tvrdých a měkkých tkání**

**Radka Firlová**

*Vedoucí práce:*

Mgr. Galeta Patrik, Ph.D.

Katedra antropologických a historických věd

Fakulta filozofická Západočeské univerzity v Plzni

*Konzultant:*

Mgr. Lukáš Friedl, M.A.

Katedra antropologických a historických věd

Fakulta filozofická Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2012

Prohlašuji, že jsem práci zpracoval(a) samostatně a použil(a) jen uvedené prameny a literatury.

*Plzeň, duben 2012*

.....

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce Mgr. Patriku Galetovi, Ph.D. a konzultantovi Mgr. Lukáši Friedlovi, M.A. za metodickou pomoc, kterou mi poskytli při zpracovávání mé bakalářské práce.

## Obsah

<b>ABSTRAKT .....</b>	<b>12</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>13</b>
<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>14</b>
<b>2. CÍLE PRÁCE .....</b>	<b>16</b>
<b>3. ANTROPOLOGIE JAKO FORENZNÍ VĚDA .....</b>	<b>17</b>
<b>4. TRAUMATICKÁ ZRANĚNÍ TVRDÝCH TKÁNÍ.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1. Přímá traumata.....</b>	<b>23</b>
4.1.1. Penetrace .....	23
4.1.2. Tříštivé fraktury .....	24
4.1.3. Příčné fraktury .....	26
4.1.4. Fraktury způsobené tlakem .....	27
<b>4.2. Nepřímá traumata .....</b>	<b>29</b>
4.2.1. Spirální fraktury .....	29
4.2.2. Šikmé fraktury.....	30
4.2.3. Nekompletní fraktury .....	30
4.2.4. Extenční fraktury.....	31
4.2.5. Schmorlovy uzly .....	32
4.2.6. Tříštivé fraktury .....	32
4.2.7. Trakční fraktury.....	33
<b>4.3. Únavové fraktury.....</b>	<b>34</b>

4.4.Zranění vyvolaná sekundární patologií .....	35
<b>5. TRAUMATICKÁ ZRANĚNÍ MĚKKÝCH TKÁNÍ.....</b>	<b>36</b>
5.1.Tupá poranění .....	36
5.1.1.Oděrky .....	37
5.1.2.Krevní výrony.....	38
5.1.3.Zhmoždění.....	39
5.1.4.Trznězhmožděné rány .....	40
<b>5.2.Obecná tupá poranění vnitřních orgánů.....</b>	<b>41</b>
5.2.1.Poranění mozku .....	42
5.2.2.Poranění vnitřních orgánů dutiny hrudní .....	45
5.2.3.Poranění vnitřních orgánů dutiny břišní.....	47
<b>5.3.Bodná poranění.....</b>	<b>50</b>
<b>5.4.Sečná poranění .....</b>	<b>54</b>
<b>5.5.Řezná poranění .....</b>	<b>54</b>
<b>5.6.Střelná poranění.....</b>	<b>56</b>
<b>6. POROVNÁNÍ ROZSAHU INFORMACÍ, JEŽ NESOU TVRDÉ A MĚKKÉ TKÁNĚ.....</b>	<b>66</b>
6.1.Případové studie sečného poranění hlavy .....	67
6.2.Případové studie bodných a řezných poranění .....	69
6.3.Případové studie tupého poranění hrudníku .....	70
6.4.Případové studie střelných poranění.....	71

<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>74</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>75</b>

## Seznam příložených obrázků a tabulek

### Přílohy I. - Obrázky

- Obrázek 1:** Schematické znázornění vykloubení. Konkrétní příklad luxace kostí předloktí a zápěstí (převzato z Žvák et al. 2006). ..... 19
- Obrázek 2:** Schematické znázornění subluxace. Konkrétní příklad neúplného vykloubení ve spojení nártních a zanártních kůstek (převzato z Žvák et al. 2006). ..... 20
- Obrázek 3:** Schematické znázornění typů tlaků, jež působí na kost a zapříčiňují fraktury. A) Tenze, B) Komprese, C) Rotace, D) Flexe, E) Střížný mechanismus (převzato z Ortner 2003). ..... 21
- Obrázek 4:** Přehled fraktur, jež jsou výsledkem přímého traumatu. Směrem zleva se jedná o příčnou frakturu, penetraci, tříštivou a tlakovou zlomeninu (převzato z Lovell 1997). ..... 23
- Obrázek 5:** Schéma pravděpodobných tras lomných linií, jež procházejí bázi lební. Náráz začíná a pokračuje ve směru šipky (převzato z Shkrum and Ramsay 2007). ..... 27
- Obrázek 6:** Depresní fraktura báze lební (převzato z Ortner 2003). ..... 28
- Obrázek 7:** Přehled fraktur, jež jsou způsobeny nepřímým traumatem. Zleva šikmá a spirální fraktura, nepřímá fraktura způsobená flexí a nepřímá zlomenina způsobená kompresí, extenční a trakční fraktura (převzato z Lovell 1997). ..... 29
- Obrázek 8:** Schematické znázornění neúplné fraktury. Tzv. „zlomenina vrbového proutku“ (převzato z Ortner 2003). ..... 31
- Obrázek 9:** Schéma Collesovy zlomeniny (převzato z Vokurka and Hugo 2004). ..... 32



- Obrázek 10:** Nákres Schmorlova uzlu. Je zde patrné, jak je poškozená meziobratlová ploténka vtlačena do těla obratle (převzato z Vokurka and Hugo 2004). ..... 32
- Obrázek 11:** Tříštvité fraktury obratlů. Na fotografii jsou patrné vícečetné tříštvité zlomeniny hrudních obratlů, které jsou způsobeny kompresní silou (převzato z Ortner 2003). ..... 33
- Obrázek 12:** Výběžky pánve, jež jsou separovány při trakční fraktuře (převzato z Žvák et al. 2006). ..... 34
- Obrázek 13:** Fotografie oděrky na kůži (převzato z Dix 2000). ..... 37
- Obrázek 14:** Fotografie krevního výronu. Je zde patrná rozsáhlejší tržná rána a pod ní se nachází krevní podlitina (převzato z Shkrum and Ramsay 2007). ..... 38
- Obrázek 15:** Fotografie zhmoždění. Je zde patrný krevní výron menšího rozsahu a navíc pohmoždění kopíruje tvar, v tomto konkrétním případě, obrysu prstů (převzato z Dix 2000). ..... 40
- Obrázek 16:** Fotografie tržnězhmožděné rány. Díky charakteristickému tvaru, můžeme odvodit směr působící síly (převzato z Shkrum and Ramsay 2007). ..... 41
- Obrázek 17:** Fotografie pohmoždění mozku. Toto poranění vzniklo působením velké síly na relativně malou plochu. Konkrétně se jedná o úder kladivem (převzato z Dix 2000). ..... 43
- Obrázek 18:** Fotografie subarachnoideálního krvácení (převzato z Dix 2000). ..... 44
- Obrázek 19:** Fotografie subdurálního krvácení (převzato z Dix 2000). .. 45
- Obrázek 20:** Fotografie epidurálního krvácení (převzato z Dix 2000). ... 45

- Obrázek 21:** Fotografie pohmoždění srdce. Rána je vymezena šipkami (převzato z Shkrum and Ramsay 2007). ..... 47
- Obrázek 22:** Fotografie tržného poranění jater. A) Masivní tržná rána celého těla jater. B) Subkapsulární tržná poranění (převzato z Shkrum and Ramsay 2007). ..... 48
- Obrázek 23:** Fotografie tržného poranění sleziny (převzato z Shkrum and Ramsay 2007). ..... 49
- Obrázek 24:** Fotografie bodného poranění (převzato z Shkrum and Ramsay 2007). ..... 51
- Obrázek 25:** Fotografie bodného poranění. Je zde patrné, že rána má na jedné straně úhel tupý (šipka nalevo) a na druhé straně ostrý úhel (šipka napravo) (převzato z Dix 2000). ..... 52
- Obrázek 26:** Fotografie vbodu a výbodu. Vbod se nachází na pravé dolní straně obrázku a výbod je netypicky větší. V tomto případě to je způsobeno pohyby končetiny při sebeobraně (převzato z Dix 2000). ..... 53
- Obrázek 27:** Fotografie řezného poranění. Je zde patrné, že řezná rána, je delší s ostrými úhly a dá se rozpoznat směr, ze kterého byla vedena (převzato z Shkrum and Ramsay 2007). ..... 55
- Obrázek 28:** Fotografie střelného poranění z větší vzdálenosti. Je zde patrný oděr okolní pokožky v rozsahu několika milimetrů, který způsobil penetrující náboj (převzato z Shkrum and Ramsay 2007). ..... 58
- Obrázek 29:** Schematické znázornění průletu kulky měkkou tkání. Náboj zde jednak vytváří trvalou dutinu a jednak dočasnou, extrémně rozšířenou dutinu (převzato z Lichte et al. 2010). ..... 59
- Obrázek 30:** Fotografie typické nepravidelné výstupní střelné rány (převzato z Shkrum and Ramsay 2007). ..... 59

- Obrázek 31:** Rentgenový snímek střelného poranění, kdy projektily zůstaly v těle. Celkem dvě kulky můžeme vidět zcela vpravo (dvě oválná světlejší místa) (převzato z Dix 2000)..... 61
- Obrázek 32:** Fotografie srovnávající typický tvar vstřelu a výstřelu. Nalevo je charakteristický okrouhlý vstřel s oděrkou, což je příznačné pro střelná poranění s větší vzdáleností. Napravo se nachází výstřel, který je charakteristicky nepravidelný v důsledku ztráty kinetické energie kulky (převzato z Dix 2000)..... 62
- Obrázek 33:** Fotografie střelného zranění z bezprostřední blízkosti. Nepravidelný a poměrně velký vstřel indikuje poranění, které vzniklo z malé blízkosti. Otisk hlavně na pokožce dokazuje, že palná zbraň byla přiložena při výstřelu ke kůži (převzato z Shkrum and Ramsay 2007).... 63
- Obrázek 34:** Fotografie vstřelu z relativní blízkosti. Kromě typické oděrky způsobené projektilem, je zde zároveň patrné začouzení a stopy prachových zrněk na pokožce. (převzato z Shkrum and Ramsay 2007). 64
- Obrázek 35:** Fotografie střelného poranění brokovou zbraní. Lze usuzovat, že rána byla vystřelena z relativní blízkosti, ale ne takové, která by měla za následek jeden střelný kanál s pohmožděnými okraji od jednotlivých broků. Na ráně je ale patrné, že vstřely jednotlivých broků se vzájemně překrývají (převzato z Dix 2000)..... 65
- Obrázek 36:** Na obrázku je charakteristická sečná rána do „vé“, kde šipka A označuje ostrou stranu a šipka B tupou stranu rány (převzato z Ampanozi et al. 2010)..... 68

#### Přílohy II. - Tabulky

- Tabulka 1: Přehled výzkumných témat forenzní antropologie (převzato z Eckert 1992). ..... 18
- Tabulka 2: Přehled mechanismu zranění a přidružených typů fraktur (převzato z Lovell 1997). ..... 22

## **Abstrakt**

Práce je zaměřena na porovnání množství a kvality informací o traumatických zraněních, které lze odvodit z měkkých a tvrdých tkání. V první části práce popisují jednotlivé typy poranění se zaměřením spíše na traumata vzniklá v důsledku mezilidského násilí. Ve druhé části popisují konkrétní případy a postupy ze soudní praxe, na kterých je porovnáván rozsah zjištěných informací. Současné forenzní metody, jež jsou schopny identifikovat zranění na tkáních a určit příčinu a způsob traumatu či smrti mají svá omezení. V případě tvrdých tkání se jedná hlavně o to, že trauma či smrt může nastat bez jejich poškození, což v případě nálezu pouze skeletu znemožňuje učinění jakýchkoliv závěrů. Naproti tomu traumata na měkkých tkáních jsou v podávání svědectví přesnější, přesto z charakteru rány nevyčteme konkrétní rozměry nástroje a to díky jejich pružnosti. Nejužitečnějším se proto jeví mezioborová spolupráce, jež tyto nedostatky minimalizuje.

Klíčová slova: forenzní, trauma, zlomeniny, poranění měkkých tkání

## **Abstract**

This work is focused on a comparison of quantity and quality information about trauma which we provide from soft and hard tissues. The text concerns the description of different types of injuries in the first part, especially which are the result of interpersonal violence. Second part is devoted case studies, when it compares the magnitude of information about traumas. Current forensic methods have some limitations in its identification of causes and manners of trauma or death. Hard tissues not have to be damaged always, so when bones are found only it has not any information about cause or manner of trauma or death. The soft tissues provide more information, but it has some limitations also, natures of injuries of soft tissues not to be able to say about concrete size of wounding object, because soft tissues are very elasticity. The interdisciplinary cooperation seems to be the most useful solution, because it minimizes these weaknesses.

Key words: forensic, trauma, fractures, injuries of soft tissues

## 1. Úvod

V rámci konvence trauma odkazuje ke zranění živých tkání člověka, které je způsobeno silou nebo vnějšími mechanismy, jež na tělo působí (Lovell 1997). Trauma je tedy ve své podstatě poranění, které je způsobené nadměrnou silou, které je tělo vystaveno a jež na něm zanechává identifikovatelné otisky svého působení. Traumata rozlišujeme na traumata měkkých a tvrdých tkání (Aufderheide and Rodríguez-Martín 1998).

Traumata jak na tvrdých tak na měkkých tkáních s sebou nesou informace o svém původu, které lze interpretovat. Tato interpretace se opírá o exaktní vědecké techniky a postupy. Ty jsou souhrnem metodik převzatých z různých oborů, v rámci široké škály vědních odvětví. Všechny vědy, jež spolupracují se soudními a právními orgány v případech objasnění trestných činů, tedy i určení příčiny a způsobu traumatických zranění, označujeme jako forezní. Mezi ně patří chemie, biologie, antropologie, osteologie, patologie, toxikologie a sérologie (Fish 2004).

V případě traumatických poranění měkkých tkání, která samozřejmě mohou zahrnovat i kosti, hovoříme o forezní patologii. Tato disciplína pracuje s informacemi, které jí poskytují primárně měkké tkáně a dle nich se určují příčiny a způsoby vzniku konkrétních traumat. Forezní patologie, nebo spíše u nás používanější termín soudní lékařství, vychází z postupů medicínské praxe a samozřejmě taktéž využívá širších metod lékařského oboru jako takového, což je například výše zmiňovaná sérologie či toxikologie (DiMaio and DiMaio 2001).

Forezní antropologie je naproti patologii poměrně mladou disciplínou, jež prošla razantním vývojem. Tento na počátku své existence spíše „podobor“ biologické antropologie doznal v dnešní době svébytné vědecké pozice (Dirkmaat et al. 2008). Její doména spočívá v práci s informacemi, které poskytují převážně tkáně tvrdé a vychází

z metod a technik, jež jsou převzaty z biologické antropologie. Nicméně stejně jako patologie pracuje i s dalšími vědeckými postupy mimo své vyhraněné pole, což je například patrné u analýzy DNA (Lundrigan 2001).

## **2. Cíle práce**

Cílem této práce je popsat jednotlivé typy traumat, jež se vyskytují na měkkých a tvrdých tkáních a posléze je srovnat z hlediska obsahu informací, které jsou schopny podat. Popis tkání zahrnuje informace týkající se vzhledu daného poranění a typu síly, jež ho způsobila, což je ve své podstatě příčina vzniku traumatu. S tímto rovněž souvisí pravděpodobný způsob vzniku, tedy konkrétní situace, která má za následek dané trauma. Srovnávací analýza traumat měkkých a tvrdých tkání jsem prováděla na konkrétních situacích převzatých z případových studií.



### 3. Antropologie jako forenzní věda

Forenzní vědou se rozumí souhrn vědeckých a analytických metod, které jsou „vypůjčené“ z různých oborů a následně jsou využity v právních záležitostech (Pickering and Bachman 2009). Z čehož plyne, že vědy jako antropologie, balistika, chemie, medicína, genetika, psychologie apod., se vzhledem ke svému zaměření dají dobře využít při vyšetřování a následném dokazování v trestně právních případech, jelikož jejich výzkumné postupy umožňují rekonstruovat minulou událost prostřednictvím stop a předmětů zanechaných na místě činu.

Schopnost spojovat nalezené předměty a stopy s místem nebo osobou je založena na principu zvaném „Locardův princip výměny“, který říká, že v případě kdy dva objekty přijdou do styku, tak si vzájemně vymění nebo na sebe přenesou malé množství informací (Fish 2004).

Forenzní antropologie se soustředí na biologické charakteristiky člověka na úrovni populace se zvláštním důrazem na jedinečnost, která odliší jednotlivce od ostatních. Toto zaměření na oddělení každého člověka, jako jedinečné bytosti, je podstatou forenzní antropologie. Praxe forenzní antropologie je zaměřena na posouzení všech aspektů lidských kosterních pozůstatků v právně lékařském kontextu pro účely stanovení totožnosti, a pokud je to možné, příčiny smrti a okolností týkajících se této události (Eckert 1992).

Nicméně forenzní antropologie musela projít značným historickým vývojem, než dospěla do dnešní podoby. Celkem existuje šest hlavních vývojových tendencí, jenž spoluutvářely charakter „moderní“ forenzní antropologie, a to dynamický rozvoj DNA analýzy, ustanovení Daubertových kritérií, zlepšení kvantitativních metod, kladení důrazu na samotný forenzní kontext, užívání forenzní tafonomie a na závěr průzkum traumat tvrdých tkání na základě forenzní analýzy (Dirkmaat et al. 2008).

Všechny výše jmenované trendy měly vliv na samotnou redefinici forenzní antropologie, jakožto pole vědeckého zkoumání. Dříve byla tato disciplína považovaná za výlučně laboratorně zaměřený obor, jenž byl brán spíše za aplikované pole fyzické antropologie, navíc v právně lékařské oblasti působili výlučně forenzní patologové. Avšak pole forenzní antropologie v důsledku přijetí nových perspektiv bylo nuceno učinit výrazný paradigmatický posun, tedy změnit rozsah a cíle samotné disciplíny. V dnešní době tudíž forenzní antropologové očekávají, že půjdou nad rámec rekonstrukce života jednotlivce, a zvažují specifické okolnosti smrti a změny těla po smrti. Tyto závěry vyžadují více než pouhé určení biologických parametrů z pozůstatků (Dirkmaat et al. 2008).

Díky vědeckému a technologickému pokroku posledních třiceti let zaznamenala i forenzní antropologie značný posun v před, co se týče rozvoje nových odborných postupů, což se odrazilo i v kvalitě a přesnosti získávaných informací. Tento progres se samozřejmě odrazil i na rozsahu témat, kterými se disciplína zabývá (viz. Tabulka 1).

Tabulka 1: Přehled výzkumných témat forenzní antropologie (převzato z Eckert 1992).

Identifikace:

Stupeň jistoty	Forenzní tafonomie	Demografické charakteristiky	Osobní identifikace	Příčina smrti
Možný	Doba uplynulá od smrti	Věk	Individualizace	Nemoc
Neurčitý	Spálené kosti	Pohlaví	Vytvoření obličeje	Trauma
Přesná identifikace		Rasa	Superpozice	
		Postava a stavba	Srovnání fotografií	
			Rekonstrukce obličeje	

#### 4. Traumatická zranění tvrdých tkání

Traumata mohou ovlivňovat kostru člověka celkem čtyřmi různými způsoby. (1) částečným či kompletním zlomem v kosti, (2) abnormálním posunutím nebo vykloubením, (3) narušením nervu a/nebo krevního zásobování, (4) uměle vyvolaným abnormálním tvarem nebo obrysem kosti (Ortner 2003). Tedy v případě tvrdých tkání můžeme na obecné rovině rozlišit buďto fraktury (zlomeniny) anebo luxace (vykloubení).

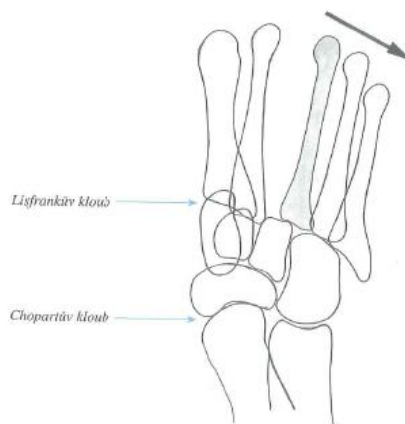
Vykloubení je termín užívaný k popisu situace, ve které nastává kompletní ztráta normálního kontaktu mezi dvěma komponenty, jež jsou normálně spojeny kloubem (Ortner 2003). To znamená, že dojde k vychýlení styčných kostí v místě, kde kloubní hlavice nasedá na kloubní jamku a tyto dvě (v případě jednoduchých kloubů) nebo i více kostí (pokud se jedná o složené klouby) ztrácí mezi sebou jakýkoliv kontakt (viz. **Obrázek 1**).



**Obrázek 1:** Schematické znázornění vykloubení. Konkrétní příklad luxace kostí předloktí a zápěstí (převzato z Žvák et al. 2006).

Nicméně může dojít i k neúplnému vykloubení, tedy pouze k posunutí styčných ploch kosti v rámci kloubního spojení, což nazýváme sublaxací. Subluxace je tudíž termín užívaný k označení méně

závažného stavu, který je charakteristický částečnou ztrátou kontaktu mezi komponenty kloubu (Ortner 2003) (viz. **Obrázek 2**).



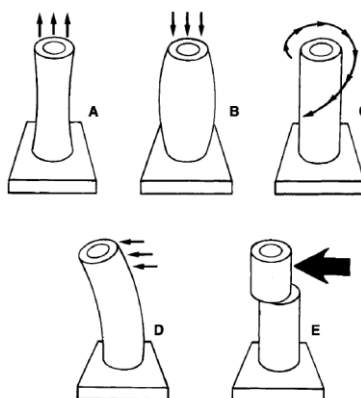
**Obrázek 2:** Schematické znázornění subluxe. Konkrétní příklad neúplného vykloubení ve spojení nártních a zanártních kůstek (převzato z Žvák et al. 2006).

Fraktura je nesouvislost či trhlina v průběhu kostní tkáně. Může být s poraněním, nebo bez poranění překrývajících měkkých tkání, tedy otevřená nebo uzavřená. Fraktura je výsledkem působení vnější síly, jež překročí přirozené napětí nebo elasticitu kostní struktury a tato síla působí na kostní tkáň buď přímo, nebo nepřímo (Aufderheide and Rodríguez-Martín 1998). Kromě rozlišení fraktur na otevřené či uzavřené, či respektive ty, které narušují překrývající měkké tkáně od těch, které nezpůsobují protržení těchto tkání. Můžeme u dlouhých kostí klasifikovat fraktury dle rozsahu poškození.

Tyto zlomeniny můžeme popsat způsobem převzatým z klinické ortopedie. Rozeznáváme tedy za prvé intraartikulární fraktury (zahrnují kloub či metafyzální oblast) nebo extraartikulární fraktury. Intraartikulární zlomeniny popisujeme jako lineární, tříštivé nebo extenční. Extraartikulární fraktury popisujeme jako lineární tříštivé nebo segmentární (Lovell 1997).

Dle směru a charakteru působící síly můžeme rozeznat celkem pět mechanismů, které zapříčiňují vznik zlomeniny. (1) Flexe (ohýbání).

V tomto případě síla působí kolmo na podélnou osu kosti a vytváří ohnutí s transverzální nebo šikmou linkou fraktury. (2) Střížný mechanismus. Zde dvě opoziční síly působí kolmo na diafýzu, což ústí v horizontální linie fraktury. (3) Komprese. Síla působí v axiálním směru, což ústí k rozdrčení nebo naražení kostní tkáně. Tento mechanismus je charakteristický pro obratle. (4) Rotace, zkroucení nebo torze. Obdobný mechanismus jako střížný, ale ve stejné rovině vzhledem k diafýze. Výsledkem rotačního mechanismu jsou spirální fraktury. (5) Trakce nebo tenze. Jedná se o násilnou svalovou kontrakci, která může odtrhnout malý nepravidelný fragment kosti v místě, kde se na kost napojuje šlacha. Toto může být někdy spojeno s vykloubením (Aufderheide and Rodríguez-Martín 1998) (viz **Obrázek 3**).



**Obrázek 3:** Schematické znázornění typů tlaků, jež působí na kost a zapříčiňují fraktury. A) Tenze, B) Komprese, C) Rotace, D) Flexe, E) Střížný mechanismus (převzato z Ortner 2003).

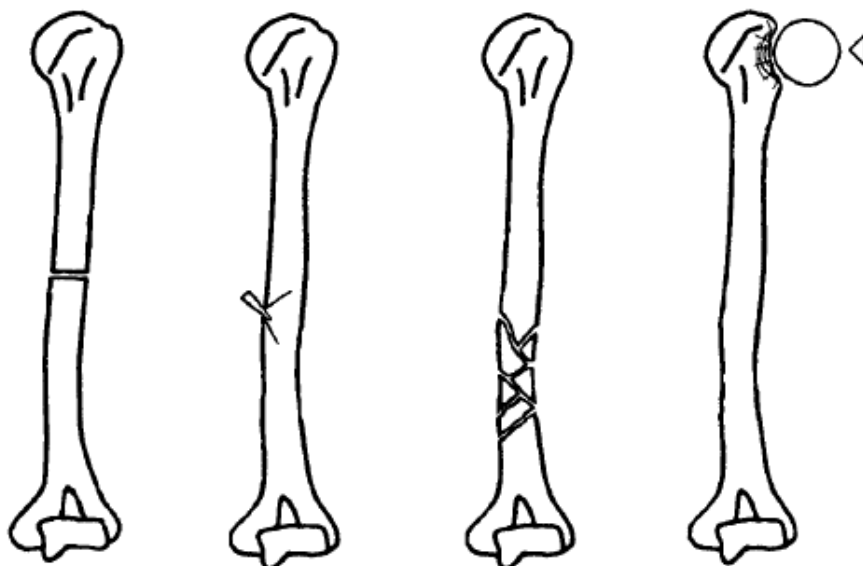
Existuje několik způsobů, kterými můžeme zlomeninu popsat. Mluvíme tedy o typologii založené buď na její závažnosti, nebo typu tlaku způsobujícího zlomeninu, a podmínkách, které zvyšují pravděpodobnost zlomeniny (Ortner 2003). Zde budeme druhy zlomenin rozlišovat podle mechanismu zranění, tedy na přímá a nepřímá traumata, traumata způsobená dlouhodobým tlakem nebo zapříčiněná sekundární patologií. K těmto daným mechanismům zranění budeme přiřazovat konkrétní typy fraktur, které jsou jimi způsobeny (viz. Tabulka 2).

Tabulka 2: Přehled mechanismu zranění a přidružených typů fraktur (převzato z Lovell 1997).

Mechanismus zranění	Typ fraktury	Poznámka
Přímé trauma	Penetrace	Částečná nebo úplná penetrace kostního kortexu
	Tříštvá fraktura	Kost je zlomena na více než dvě části; nejběžnější u diafýzy dlouhé kosti
	Příčná fraktura	Síla působí v kolmé linii na dlouhou osu kosti
	Fraktury způsobené tlakem	
	Depresní fraktura	Tlaková síla působí pouze na jednu stranu kosti
	Kompresní fraktura	Tlaková síla působí na obě strany kosti
	Tlaková fraktura	Síla působí na vyvíjející se kost
Nepřímé trauma	Spirální fraktura	Tlak působící rotačně a podélně na dlouhou osu; často se plete se šikmou frakturou
	Šikmá fraktura	Tlak působící rotačně a v úhlu na dlouhou osu; často se plete se spirální frakturou
	Nekompletní fraktura	Ohýbáním kosti kvůli podélné kompresi; běžné u dětí
	Extenční fraktura	Konce kostí jsou stlačovány do sebe
	Schmorlovy uzly	Nacházejí se v páteři v důsledku vertikální komprese
	Tříštvá fraktura	Síla se štěpí do několika směrů a vytváří tvar písmene "T" nebo popřípadě "V"
	Trakční fraktura	Fraktura způsobená tenzí na příslušné vazy nebo šlachy
Únavové fraktury	Z důvodu opakující se síly, která obvykle působí kolmo na podélnou osu Může být zaměněna s přímým traumatem v případě příčné zlomeniny	
Sekundární patologie	Sekundárně lokalizované nebo systémové onemocnění, které oslabuje kost	

#### 4.1. Přímá traumata

Pokud zlom začíná v místě nárazu, vypovídá to o zranění, jež je výsledkem přímého traumatu a ústí v možnou příčnou, penetrační, tříštivou či tlakovou zlomeninu (Lovell 1997) (viz. **Obrázek 4**).



**Obrázek 4:** Přehled fraktur, jež jsou výsledkem přímého traumatu. Směrem zleva se jedná o příčnou frakturu, penetraci, tříštivou a tlakovou zlomeninu (převzato z Lovell 1997).

##### 4.1.1. Penetrace

Penetrace znamená částečné či úplné proniknutí cizího tělesa kostní kůrou. Konkrétně se může jednat o střelná poranění způsobená projektilem, bodná poranění hrotem nože či jiného zašpičatělého předmětu, řezná poranění zapříčiněná nástrojem, jenž má ostří, jako například nůž a sečná poranění způsobená například sekerou. Penetrační fraktury jsou typicky způsobené užitím velké síly na malou oblast (Lovell 1997).

U střelného penetračního poranění lebky můžeme sledovat charakteristické znaky, jež za sebou zanechává vstupující, popřípadě i vystupující předmět. Tyto znaky zahrnují skutečnost, že vstupní rány na lebce jsou obvykle malé, okrouhlé a nesplývají se zešikmenými

hranami vnitřní kompaktní vrstvy kostí, která pokrývá mozek. Naproti tomu výstupní otvor je větší, nepravidelný, často ze známkami roztříštění, včetně ztráty některých fragmentů a dochází zde k zešikmení vnější kompaktní vrstvy kostí pokrývající mozek (Aufderheide and Rodríguez-Martín 1998). V případě střelných penetračních poranění lebky existuje i specifický druh narušení tvrdé kostní tkáně, a to tangenciální (tečné) zranění. Tangenciální střelná poranění hlavy nastávají v případě, kdy kulka nebo její fragmenty neproniknou vnitřní kompaktní vrstvou kostí lebky (Shkrum and Ramsay 2007).

Střelná poranění báze lebky nemusí mít pouze jeden výstupní otvor pro kulku. V důsledku působících tlaků se kulka deformuje, což může vést až k její fragmentaci na více menších projektilů. Tyto úlomky, při dostatečné kinetické energii, pronikají neurokrániem samostatně a vytvářejí tak více výstupních otvorů (Shkrum and Ramsay 2007).

V případě penetračních poranění způsobených předměty s hrotem nebo ostřím rozeznáváme rovněž typické stopy zanechané na tvrdých tkáních. Konkrétně, zbraně se špičkou vytvářejí perforace, často kónického vpichu, jež je hladký s ostrými okraji. Naproti tomu, ploché a současně ostré nástroje (např. nože, mačety, sekyry) vytvářejí protáhlé zářezy ve tvaru „V“ (Aufderheide and Rodríguez-Martín 1998).

Navíc na základě skenu elektronového mikroskopu, můžeme rovněž rozlišit, zda dané penetrační poranění bylo způsobeno ostřím se zoubky či bez nich. Ostří, na kterém zoubkování není přítomné, produkuje rozpoznatelné zářezy, jež mají pod mikroskopem charakteristický tvar „T“. Naproti tomu zoubkované ostré nástroje vytvářejí zářezy tvaru „Y“ (Thompson and Inglis 2009).

#### **4.1.2. Tříštvivé fraktury**

O tomto typu fraktur hovoříme v těch případech, kdy je kost zlomena na více než dvě části. Tříštvivé fraktury se mohou vytvořit na jakékoli kosti v těle a v rámci ní na kterékoli její části. Nicméně existují



kosti a jejich segmenty, které jsou k tříštivým zlomeninám náchylnější. Jmenovitě se jedná především o kosti lební, dlouhé kosti, lopatku, kost loketní, pánevní kosti, čéšku a v neposlední řadě články prstů, a to jak ruky, tak i nohy. Můžeme říci, že tříštivé zlomeniny nejčastěji vznikají v důsledku pohybové energie jednak vysokorychlostních projektilů a rovněž masivním užitím tupé síly na lokalizované místo (Lovell 1997).

V případě lebky tedy tříštivé zlomeniny spojujeme se silnějším poraněním hlavy ve srovnání se silou, jež způsobuje lineární fraktury lebeční klenby a stlačená fraktura na lebce vypovídá o lokalizovaném užití síly. Nahodilé uspořádání tříštivé zlomeniny ukazuje na vzájemný náraz hlavy a širšího povrchu. Pro lebku jsou rovněž charakteristické určité vzory těchto zlomeniny. Tříštivé zlomeniny jsou tvořeny více zlomovými liniemi, které jsou náhodně či soustředně uspořádány, nebo také hvězdovitě ve smyslu, kdy vyzařují z místa nárazu (Shkrum and Ramsay 2007).

Tříštivé zlomeniny dlouhých kostí, tedy kostí končetin můžeme charakterizovat na základě profilu vzniklých úlomků. Tříštivé zlomeniny kategorizujeme podle velikosti fragmentů (mnohonásobné, motýlovité) a procentuálního zahrnutí diafýzy (<50% nebo > 50%). Motýlovitá fraktura vzniká kombinací komprese a silného tlaku, což ústí v separaci trojúhelníkových fragmentů z dané kosti. Naproti tomu segmentální fraktury identifikujeme prostřednictvím vícečetných zlomových linek, které dělí kost na nejméně dva segmenty, které jsou rovnoběžné s podélnou osou (Lovell 1997).

K tříštivým zlomeninám lopatky může výjimečně dojít na jejím těle, nicméně mnohem častěji se tento typ zlomeniny vyskytuje na výběžcích umístěných na její hřbetní ploše. Fraktury nadpažku (*acromion*) a výběžku zobcovitého (*processus coracoideus*), mají při užití relativně velké síly tendenci k tříštivým zlomeninám. Ty mohou být navíc komplikovány posunutím jednotlivých fragmentů. Kost loketní je rovněž náchylná k tříštivým zlomeninám na výběžku, v tomto případě loketním

(*olecranon*). Fraktury výběžku loketního jsou důsledkem přímého traumatu způsobeného pádem na loket, což v některých případech ústí v tříštivou zlomeninu. Naproti tomu pánev je nejčastěji postižena tříštivou frakturou v oblasti kyčelního kloubu. Zlomenina spojená s vykloubením kyčle nastává v případě, kdy hlavice femuru je hnána skrz povrch kloubní jamky. To je obvykle výsledkem těžkého úderu na laterální femur, přičemž má toto zranění tendenci k tříštění a vážným komplikacím. Mezi poslední typické tříštivé zlomeniny způsobené přímým traumatem, a to především nárazem či pádem, patří tříštivá zlomenina česky, distálních článků prstů ruky a článků prstů nohy (Lovell 1997).

#### 4.1.3. Příčné fraktury

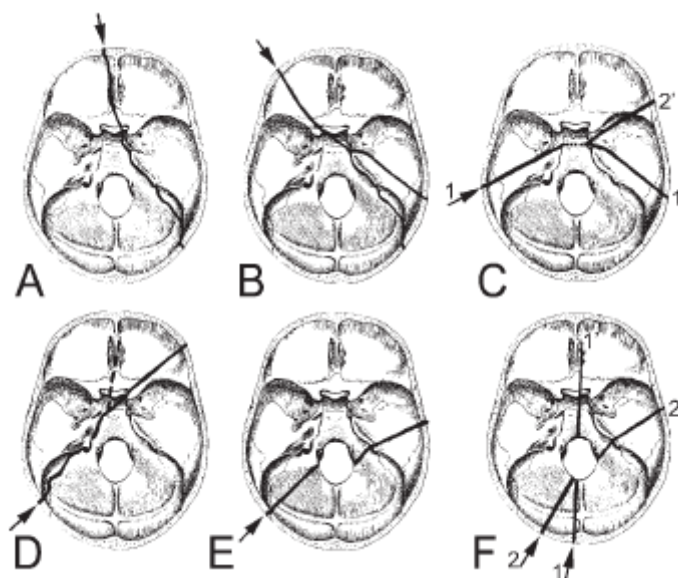
Tento druh fraktur můžeme nejčastěji pozorovat na dlouhých kostech končetin, nicméně se může vyskytnout na kterékoliv kompaktní kosti v těle. Příčná zlomenina je výsledkem síly, která působí a také se projevuje v kolmé linii na podélnou osu kosti (Lovell 1997). Tato síla tedy působí v pravém úhlu na kost v rámci relativně ohraničeného místa a je poměrně nízké rychlosti.

Většina diafyzálních zlomenin u dolních končetin zahrnuje jak kost holení, tak kost lýtkovou. V případě že síla působí pod úhlem, výsledkem je příčná fraktura diafýzy na zhruba stejné úrovni. Kost stehenní postihuje příčná zlomenina převážně na jejím distálním konci. Suprakondylární fraktury kosti stehenní jsou více či méně příčné a umístěné těsně nad epikondylární oblastí. Kondylární fraktury nejsou tak časté, ale pokud nastanou, jsou téměř vždy příčinou přímého traumatu. Závažnost zlomeniny může být v rozsahu od neposunuté trhliny až ke kompletní separaci kondylu se značným posunutím směrem dolů (Lovell 1997).

Příčné zlomeniny můžeme také často najít na kostech žeber, kde mohou zapříčinit vznik volně se pohybujících článků, tedy blokovou zlomeninu. Ta je charakteristická frakturou více než dvou sousedních žeber ve dvou liniích (Žvák et al. 2006).

U kostí báze lební mají příčné fraktury, s ohledem na působící sílu a místo nárazu, předpokládané trasy lomných linií (Shkrum and Ramsay 2007) (viz **Obrázek 5**).

I když jsou příčné fraktury u obratů nezvyklé, můžeme i zde identifikovat jednu situaci, za níž k němu dochází. V případě nemanuálního škrcení, tedy za užití lana či jiného pevného předmětu, může dojít k příčným frakturám krčního obratle na *processus articulares superiores* (Aufderheide and Rodríguez-Martín 1998).

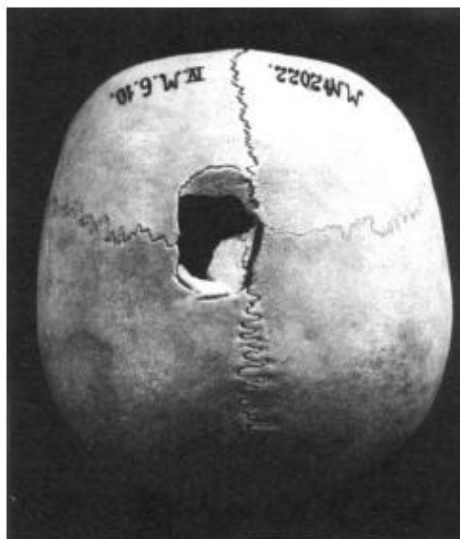


**Obrázek 5:** Schéma pravděpodobných tras lomných linií, jež procházejí bází lební. Náraz začíná a pokračuje ve směru šipky (převzato z Shkrum and Ramsay 2007).

#### 4.1.4. Fraktury způsobené tlakem

U těchto fraktur v podstatě užitá přímá síla způsobí, že se kost zhroutí sama do sebe, popřípadě na ní vzniká promáčklé místo. Tento druh zlomenin je charakteristický zejména pro spongiózní kosti či klenbu lební. Celkem rozpoznáváme tři subtypy, a to podle směru tlakové síly rozeznáváme buďto depresní fraktury, nebo kompresní fraktury. Kdežto tlakové fraktury odkazují na užití přímé síly na teprve se vyvíjející kost (Lovell 1997).

Depresní fraktury vznikají v případech, kdy tlaková síla působí na danou kost pouze z jedné strany, to je příznačné hlavně pro neurokranium. Tyto zlomeniny vznikají působením předmětu o menší ploše a jsou oválného či kruhovitého tvaru. Pro tyto fraktury klenby lebni užíváme termín oblomení. To může buď zůstat v rovině s klenbou či může být různě hluboko vmáčknuto dovnitř lebky. Rovněž zde můžeme rozeznat různé typy oblomení dle jeho vzhledu. Terasovitě oblomení je typické koncentrickým uspořádáním lomových linií kolem středu, kdežto trychtýřovitá imprese je příznačná paprčitými liniemi s hlouběji položeným středem (Tesař 1976). Tedy tato zranění se vyznačují určitými vzory lomných, které mohou být jak nepravidelné, tak mohou tvořit poměrně uspořádané koncentrické geometrické tvary. Rány tupým předmětem do hlavy způsobují elastické deformace lebky, jež jsou na obecné rovině charakteristické různým stupněm prohnutí kosti v místě nárazu. Fraktury začínají v místě deformace lebky, kdy jsou její elastické vlastnosti překročeny (Shkrum and Ramsay 2007) (**viz. Obrázek 6**).

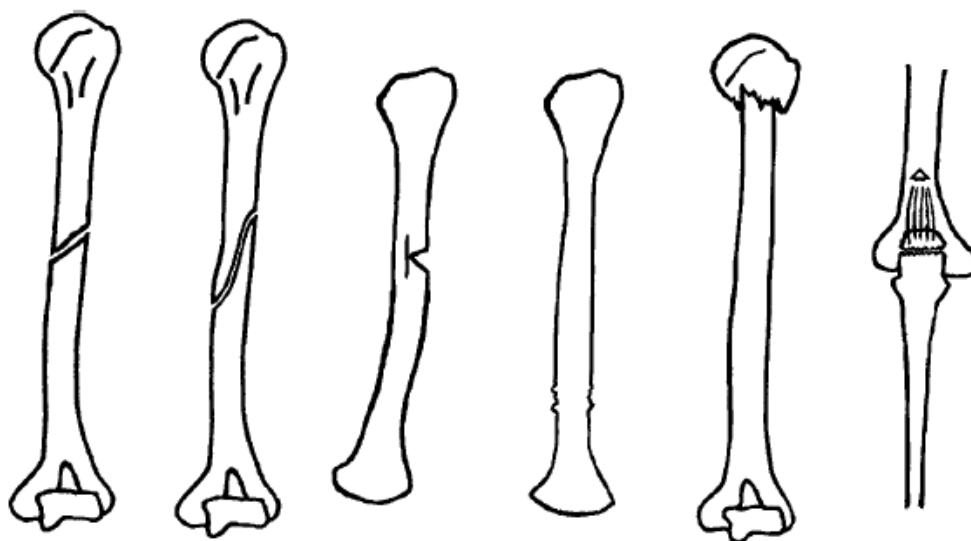


**Obrázek 6:** Depresní fraktura báze lebni (převzato z Ortner 2003).

Kompresní fraktury jsou výsledkem působení tlakových sil na obě strany kosti, respektive zde dochází ke stlačení kosti mezi dvěma protichůdnými silami. Tomuto typu tlakové zlomeniny nejčastěji podléhají metakarpální kůstky (Lovell 1997).

## 4.2. Nepřímá traumata

Nepřímé trauma je způsobené silou, která působí v odlišném místě, než ve kterém se následně fraktura nachází. Mezi zlomeniny způsobené nepřímými traumaty řadíme spirální, šikmé, nekompletní, extenční, trakční a tříštivé zlomeniny a Schmorlovy uzly v případě obratlů páteře (převzato z DiMaio and DiMaio 2001) (viz. **Obrázek 7**).



**Obrázek 7:** Přehled fraktur, jež jsou způsobeny nepřímým traumatem. Zleva šikmá a spirální fraktura, nepřímá fraktura způsobená flexí a nepřímá zlomenina způsobená kompresí, extenční a trakční fraktura (převzato z Lovell 1997).

### 4.2.1. Spirální fraktury

Spirální nebo také torzní fraktury vznikají působením nepřímé síly na podélnou osu kostní diafýzy. U torzních fraktur síla směřuje spirálním či točitým směrem. To si můžeme představit, jako kdyby byl jeden konec končetiny fixován a zbytek se otáčel. Jelikož tlak působí spirálním směrem, tak i výsledná linie fraktury je spirální (Ortner 2003). Což v důsledku znamená, že zlom začíná a končí na jiné horizontální úrovni dlouhé kosti a současně se kolem ní otáčí.

Nejčastěji můžeme vidět spirální (torzní) frakturu u kostí volné dolní končetiny. Nejběžněji zasahuje souběžně kost holenní a kost lýtkovou,

dále se často vyskytuje u krčku kostí stehenní (*collum ossis femoris*) nebo také článků prstů ruky (Lovell 1997).

#### 4.2.2. Šikmé fraktury

Šikmá fraktura je taková, jejíž linie jde pod určitým úhlem napříč podélnou osou kosti, což svědčí o kombinaci síly, která vede jednak pod daným úhlem ale zároveň i rotuje. To znamená, že lomná linie začíná na jiné vodorovné úrovni diafýzy kosti, než na které končí (Lovell 1997).

Tyto typy zlomenin postihují především články prstů ruky, kosti záprstní, kosti nártní nebo diafýzy kosti holenní a lýtkové. Můžeme říci, že způsob, kterým vznikají šikmé fraktury, je velice podobný tomu, jež zapříčiňuje vznik fraktur spirálních (Lovell 1997).

#### 4.2.3. Nekompletní fraktury

Nekompletní fraktury jsou výsledkem tlaku na kost, jenž způsobí její ohnutí, a dále jsou charakteristické díky svému neúplnému zlomení, jež zahrnuje pouze konvexní stranu kosti, která je vystavena ohýbacímu tlaku (Lovell 1997). Nekompletní frakturou se tedy rozumí pouze jakési nalomení či ohnutí kosti v důsledku působících nepřímých sil, což znamená, že případná lomná linie neprochází celou kostí napříč.

Tyto zlomeniny zapříčiňuje převážně flexe a vyskytují se nejčastěji u mladých lidí, jejichž kosti jsou ještě poměrně ohebné a snadno nepodléhají zlomeninám. U mladého jedince tak může flexe vytvořit nekompletní příčný zlom na dlouhé kosti spojený s podélným rozštěpením. Tento stav označujeme jako „zlomeninu vrbového proutku“ (Ortner 2003) (viz. **Obrázek 8**).



**Obrázek 8:** Schematické znázornění neúplné fraktury. Tzv. „zlomenina vrbového proutku“ (převzato z Ortner 2003).

#### 4.2.4. Extenční fraktury

Extenční fraktura nastává v případě, kdy síla poranění stlačuje v místě zlomení konce kosti do sebe. Tyto zlomeniny jsou charakteristické především pro krček kosti pažní a pro diafýzu kosti vřetenní, obě dvě tato traumata vznikají pádem na nataženou ruku (Lovell 1997).

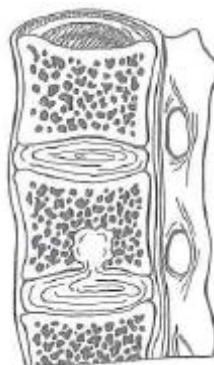
Extenční fraktura kosti vřetenní díky svému charakteristickému vzhledu, který ve své práci popsal Abraham Colles, dostala pojmenování Collesova zlomenina a tento termín se užívá dodnes (Vokurka and Hugo 2004). Tato fraktura je výsledkem působení střížné síly na diafýzu kosti vřetenní. Fraktury způsobené střížnou silou nastávají v případě, kdy protichůdné síly působí na kost v nepatrně odlišných rovinách. Přičemž tyto protichůdné síly nemusí být oboje dynamické (Ortner 2003). Tato zlomenina je příznačná tím, že zasahuje distální konec diafýzy. Zlom obvykle nastává dva centimetry nad distálním kloubním povrchem kosti vřetenní a distální fragment se následně posteriorně posouvá (Lovell 1997) (viz. **Obrázek 9**).



**Obrázek 9:** Schéma Collesovy zlomeniny (převzato z Vokurka and Hugo 2004).

#### 4.2.5. Schmorlovy uzly

Schmorlův uzel můžeme pospat jako prolaps chrupavčité části meziobratlové ploténky do spongiózy obratle. Tento druh fraktury, nese název podle Christiana G. Schmorla, který ho jako první popsal. Zlomeninu způsobuje nepřímý vertikální tlak na páteř, kdy meziobratlová ploténka tento tlak nevydrží a praskne, přičemž také dochází k jejímu vtlačení do těla obratle (Vokurka and Hugo 2004) (viz. **Obrázek 10**). Tyto zlomeniny ovlivňují jak dorsální tělo obratle tak i posteriorní míšní vazy. Může zde rovněž dojít k zahrnutí částí oblouku obratle a to v různém rozsahu (Shkrum and Ramsay 2007).



**Obrázek 10:** Nákres Schmorlova uzlu. Je zde patrné, jak je poškozená meziobratlová ploténka vtlačena do těla obratle (převzato z Vokurka and Hugo 2004).

#### 4.2.6. Tříštivé fraktury

Nepřímá tříštivá zlomenina má vzor písmene „T“ nebo i v některých případech „Y“ a způsobuje ji síla, která prochází skrz kost a rozděluje ji



do několika směrů. Její vznik zapříčiňují nepřímé kompresní tlaky, které především působí ve směru osy dané kosti (Lovell 1997). Pro tříštivé fraktury způsobené nepřímou silou nicméně platí obdobné charakteristiky jako pro tříštivé fraktury vzniklé přímou silou. Nejčastěji zasahují těla obratlů (viz. **Obrázek 11**) nebo kost holenní, nicméně v obou dvou případech musí být vyvinuta velká síla, jež by zapříčinila vznik tříštivé fraktury. V případě užití značné vertikální kompresní síly na kost holenní může dojít k fragmentaci jejího kloubního povrchu v distální oblasti kosti (Lovell 1997).



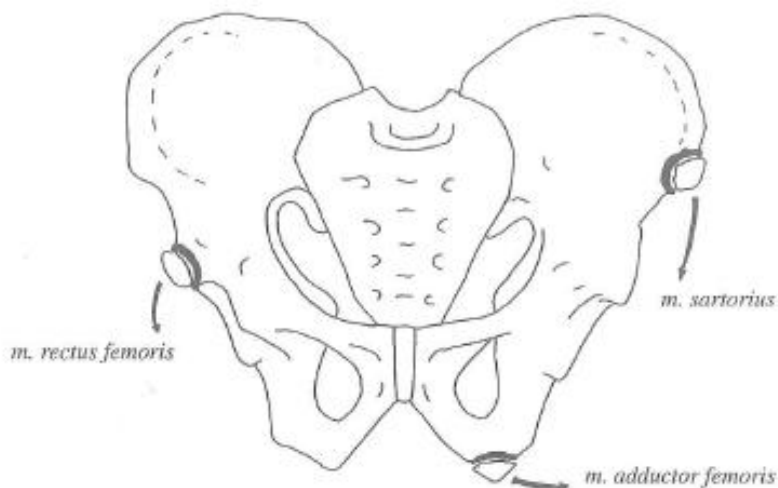
**Obrázek 11:** Tříštivé fraktury obratlů. Na fotografii jsou patrné vícečetné tříštivé zlomeniny hrudních obratlů, které jsou způsobeny kompresní silou (převzato z Ortner 2003).

#### 4.2.7. Trakční fraktury

Trakční nebo také tenzní zlomeniny mají nezaměnitelný způsob vzniku. Tenzní fraktury obvykle spojujeme se šlachovitými úpony kosti. U těchto typů zlomenin se *tuberculum* nebo *processus*, ke kterému je šlacha připojena, odděluje v důsledku nadměrného napětí šlachy.

U tohoto typu fraktur je rovněž časté vykloubení (Ortner 2003). Tedy můžeme říci, že trakční fraktury nastávají převážně v blízkosti kloubních spojení dvou či více kostí.

Tenzní frakturu tak můžeme nejčastěji vidět na česce, kosti holenní, výběžcích pánve nebo kůstkách nártních. U kosti holenní dochází k oddělení interkondylické eminence (*eminentia intercondylaris*) v důsledku tahu na nich upevněných šlach a podobně je tomu i u tenzních fraktur kůstek nártních a pánve (Lovell 1997) (viz. **Obrázek 12**). Trakční fraktura česky zase vzniká silnou kontrakcí čtyřhlavého svalu stehenního, což vede k příčné fraktuře česky (DiMaio and DiMaio 2001).



**Obrázek 12:** Výběžky pánve, jež jsou separovány při trakční fraktuře (převzato z Žvák et al. 2006).

### 4.3. Únavové fraktury

Únavové fraktury obecně souvisí s opakující se nadměrnou zátěží a tlakem, jež stále působí na tytéž kosti, popřípadě pouze na jejich části. Toto opakující se zatížení nemusí ústít pouze k vyššímu opotřebení dané kosti, vzhledem k ostatním tímto způsobem nezatěžovaným kostem, ale i k případné fraktuře v dané nejvíce namáhané oblasti kosti (Ortner 2003).

Nejčastějšími oblastmi výskytu jsou kůstky nártní, kost patní a kost holenní. Linka fraktury je obvykle kolmá na podélnou osu, zde může vzniknout problém s rozlišením mezi tlakem a přímým traumatem ústícím v příčná poranění (Lovell 1997).

#### **4.4. Zranění vyvolaná sekundární patologií**

V situaci, kdy nemoc nebo nedostatek potřebného množství základních látek důležitých pro funkčnost kosti způsobuje zlomeninu, hovoříme o fraktuře, jako o výsledku sekundární patologie, tedy stavu již v kosti přítomném, který za poranění přímo zodpovídá. Systémové nemoci jako metabolické poruchy a výživové nedostatky nechávají kost bezbrannou vůči spontánním zlomeninám nebo zlomeninám způsobeným malým traumatem (Lovell 1997). Mezi nemoci tvrdých tkání patří například infekce kostí, nádory kostní tkáně, artritida, artróza nebo osteoporóza (Aufderheide and Rodríguez-Martín 1998).

## 5. Traumatická zranění měkkých tkání

Traumatická zranění měkkých tkání se týkají kůže, svalové hmoty, šlach, vazů, cév a vnitřních orgánů. Všechna popisovaná poranění jsou způsobena pouze mechanickým násilím, které působí přímo na povrch těla člověka, a zároveň podle typu tohoto násilí daná poranění klasifikujeme. Můžeme tudíž rozeznávat tupá, bodná, sečná, řezná či střelná poranění (Štefan et al. 1996).

### 5.1. Tupá poranění

Tupá poranění vznikají působením tupého násilí a jsou tedy výsledkem dopadu tupého nástroje. Podle mechanismu dělíme tupá poranění na aktivní a pasivní. Často není možné oba dva tyto mechanismy od sebe jednoznačně odlišit. Při aktivním poranění je tělo v poměrném klidu a tupý nástroj nebo předmět aktivně dopadá na tělo (např. aktivní úder pěstí ze strany druhé osoby) na druhou stranu u pasivního poranění je v pohybu tělo a nástroj nebo pevná překážka je v klidu (např. náraz při pasivním pádu těla) (Hirt 2008).

Rozsah a závažnost tupých poranění měkkých tkání závisí na velikosti působící síly. Přičemž, musíme brát v úvahu fyzikální vlastnosti užití síly. Síla je ve své podstatě výsledkem hmotnosti násobené zrychlením (Newtonův druhý zákon). Zrychlení je změna rychlosti ( $v$ ), jež nastává v průběhu času ( $t$ ). Zvýšení rychlosti pohybujícího se objektu (tělo člověka nebo tupý povrch či nástroj) způsobí poměrný nárůst síly. Vzájemný vztah mezi rychlostí ( $v$ ) tělesné deformace a stupněm komprese ( $c$ ) je důležitým faktorem pro příčinu zranění. Přičemž stupeň závažnosti nárazu popisujeme jako součin těchto dvou faktorů ( $v \times c$ ) (Shkrum and Ramsay 2007).

Nicméně každé lidské tělo má svoje specifické vlastnosti, takže zde existuje poměrně variabilní odpověď měkké tkáně na působící tupou sílu. Nejtypičtějším příkladem je různá elasticita kůže, přičemž můžeme předpokládat, že nejpružnější ji mají mladí jedinci. S přibývajícím věkem

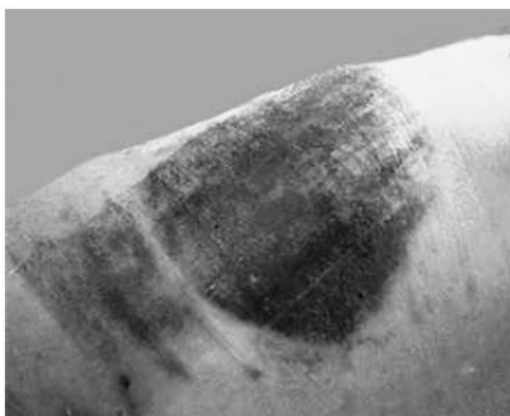
kůže na své pružnosti ztrácí, a tím pádem zde dochází i ke snadnějšímu poranění, které nemusí být způsobeno pouze tupou silou (Shkrum and Ramsay 2007).

Důležitým faktorem je i konkrétní místo, na které pohybová síla působí, jelikož právě na tomto místě se přenáší do těla. V případě, že rána dopadá na okrouhlou část těla, jako je tomu například u báze lebni, dochází zde k závažnějším poraněním než u rovného povrchu. Plochý povrch totiž přináší širší prostor pro kontakt a rovněž zde dochází k většímu rozptylu kinetické energie (DiMaio and DiMaio 2001).

### 5.1.1. Oděrky

Odření nebo také abraze nastává na povrchu kůže. Oděrky (*excoriationes*) vznikají tupým předmětem, který působí šikmo, nebo tangenciálně na povrch těla.

Směr odření je často rozeznatelný podle shrnutí rohové vrstvy kůže vzhledu hedvábného papíru. Je-li poškození povrchní a dojde-li k sedření jen vrstvy pokožky, bývá oděrka zpočátku nenápadná, lehce začervenalá a nekrvácí. Vznikne-li hlubší poškození kůže, dochází k tečkovitému nebo difusnímu krvácení z poraněných cév koria (Štefan et al. 1996) (viz. **Obrázek 13**).

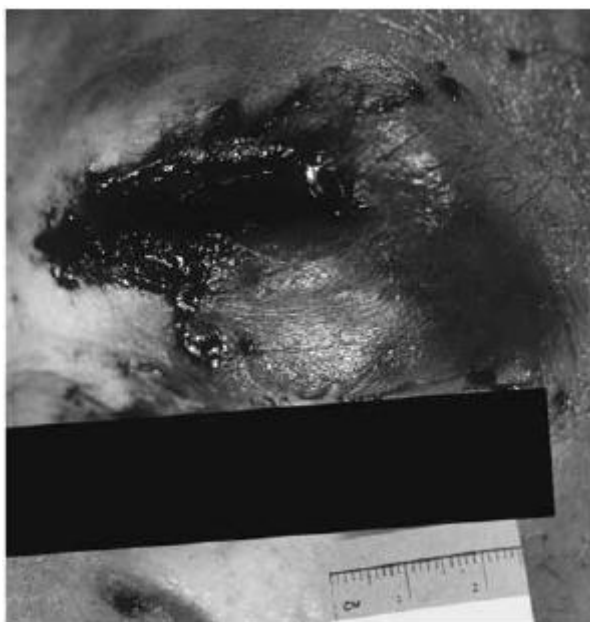


**Obrázek 13:** Fotografie oděrky na kůži (převzato z Dix 2000).

Oděrky tedy mohou zasahovat jak svrchní pokožku v případě lehčích poranění tak i hlubší vrstvy kůže, za předpokladu užití relativně velké síly. Co se rozsahu zasažené kůže týče, nemusí být úměrná velikosti předmětu, který ji způsobil, jelikož odřeniny kůže vznikají především tahem nástroje po pokožce (Shkrum and Ramsay 2007).

### 5.1.2. Krevní výrony

Krevní výron či také podlitina vzniká působením tupého předmětu na kůži a to buď tlakem, nebo tahem. Dochází tak k protržení cév. V případě kapilár hovoříme o tečkovitém krevním výronu (*ekchymosa*), při poškození větších cév hovoříme o modřině a rozsáhlé krevní výrony označujeme jako hematomy (Tesař 1976) (viz. **Obrázek 14**).



**Obrázek 14:** Fotografie krevního výronu. Je zde patrná rozsáhlejší tržná rána a pod ní se nachází krevní podlitina (převzato z Shkrum and Ramsay 2007).

Krevní výrony mohou vzniknout jak v kůži, tak i v podkoží, nebo ve vážnějších případech i v hlouběji ležících měkkých tkáních. Jejich rozsah závisí na intenzitě působícího násilí, tělní krajině a jejím prokrvení, velikosti a druhu poraněné cévy a zdravotním stavu poraněného (poruchy srážlivosti krve, vyšší krevní tlak). Z toho vyplývá, že tepenné krvácení je větší než žilní a i v řídkém pojivu se výron

snadněji šíří, přičemž se nad kostí šíří plošně. Zde navíc může dojít k přesunutí krevního výronu na níže položené místo. Navíc intenzivní tlak tupého předmětu může zachytit kůži a posunout ji proti hlubším vrstvám, dochází tak k jejímu plošnému kapsovitému odtržení od spodiny, aniž by došlo k jejímu porušení a vytváří se *décollement*. Vzniklá podkožní kapsa je vyplněna v některých případech značným množstvím krve a rozmožděnou tukovou tkání. Nicméně ze samotného tvaru krevního výronu nemůžeme usuzovat na tvar ani velikost nástroje, který ho způsobil (Štefan et al. 1996).

Jak jsem výše poznamenala, hematomy se vyskytují od poměrně malých podlitin, které nezasahují hlouběji do tkáně až po rozsáhlé a relativně hluboké krevní výrony. Nadto je charakter daného hematomu ovlivňován tkáňovou strukturou konkrétního místa, na které působí tupá síla. Přičemž, v každém případě zůstává povrch kůže zcela nepoškozený a dochází zde pouze k poranění spodních vrstev.

### 5.1.3. Zhmoždění

Pohmoždění (*contusio*) vzniká méně intenzivním působením tupého předmětu na povrch těla. Projevuje se lehce vyvýšeným začervenaním, což je důsledkem rozšíření kožních cév a otokem (Štefan et al. 1996). Jedná se tedy především o poškození vrstev kůže a tkání nacházejících se pod svrchní pokožkou, nicméně ani v tomto případě nedochází k porušení celistvosti svrchního povrchu pokožky. V případě užití velké síly, může dojít i k poškození vnitřních orgánů a samozřejmě zhmoždění může doprovázet krevní výron v jakémkoli rozsahu (Shkrum and Ramsay 2007) (viz. **Obrázek 15**).



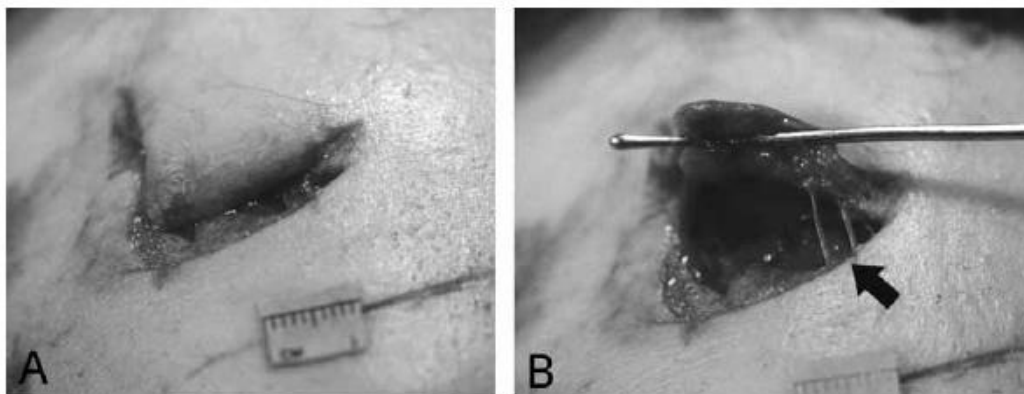
**Obrázek 15:** Fotografie zhmoždění. Je zde patrný krevní výron menšího rozsahu a navíc pohmoždění kopíruje tvar, v tomto konkrétním případě, obrysu prstů (převzato z Dix 2000).

#### 5.1.4. Trznězhmožděné rány

Jedná se prakticky o kombinaci dvou typů poranění měkkých tkání, tedy výše popsaného zhmoždění a tržného poranění. Jelikož tržné poranění tupým předmětem je ve většině případů doprovázeno zhmožděním nejbližší okolní tkáně, tak se s označením rány pouze jako tržné moc nesetkáváme, nicméně i takové případy existují (Hirt 2008).

Trznězhmožděné rány (*vulnera contusolacera*) vznikají tlakem a tahem tupého nástroje po povrchu těla, který překonává elasticitu kůže. Co se týče tvaru trznězhmožděné rány může být přímočarý, obloukovitý, zubatý, lomený, víceúhlý, hvězdicovitý apod. V případě odchlípení kůže mezi jednotlivými úhly je vzhled trznězhmožděné rány lalokovitý. Okraje těchto ran bývají většinou nerovné s tupými úhly. Působil-li tupý nástroj v místě, kde je bezprostředně pod kůží kost, mohou být okraje rány hladké a připomínat tak ránu řeznou. Pokud tupý předmět působí na tělo v šikmé rovině, může dojít k napnutí a posunutí kůže, což vede ke vzniku tržné rány na vzdálenějším místě od místa působení násilí. V tomto případě se kůže rovněž může odtrhnout od spodiny. Dojde-li přitom k vytvoření laloku, jež má tvar písmene „V“, míří jeho hrot proti směru dopadajícího nástroje (Štefan et al. 1996) (viz. **Obrázek 16**).





**Obrázek 16:** Fotografie tržnězhmožděné rány. Díky charakteristickému tvaru, můžeme odvodit směr působící síly (převzato z Shkrum and Ramsay 2007).

Tedy tržnězhmožděné rány mají různý charakter vzhledu, nicméně ve většině případů jsou okraje rány nepravidelné a tak je poranění snadno rozeznatelné od řezných ran. Avšak, jak bylo řečeno výše, i zde existuje případ, kdy může dojít k záměně za ránu řeznou. „K rozlišení od rány způsobené ostrým předmětem s břitem slouží často tzv. spodinové můstky. To jsou části odolnějších tkání procházející na spodině napříč ke směru rány, které nebyly tupým nástrojem přerušeny, resp. pohmožděny...“ (Hirt 2008). Rovněž v případě tohoto zranění se jeho závažnost pohybuje od relativně malých ranek až po komplikovanější odtržení kůže od spodiny.

## 5.2. Obecná tupá poranění vnitřních orgánů

Tupá poranění se samozřejmě netýkají pouze povrchových tkání, ale i hlouběji uložených vnitřních orgánů, jelikož síla, která působí na povrch těla, se dále šíří, a to jak plošně tak i do hloubky. Rozsah poranění, čili rozměry oblasti, které tupá síla zasáhla, se odvíjí od konkrétní tkáňové skladby daného postiženého místa, tedy obecně řečeno, jestli se v místě nárazu nachází kost či pouze svalovina (Shkrum and Ramsay 2007).

„Vnitřní zranění působením tupého násilí vznikají přímým nebo nepřímým mechanismem. Při tom nemusí dojít k žádnému zevnímu zranění.“ (Štefan et al. 1996). Tedy i když je poranění vnitřních orgánů

poměrně závažné, na povrchu kůže nemusí být patrné žádné stopy o tomto poranění.

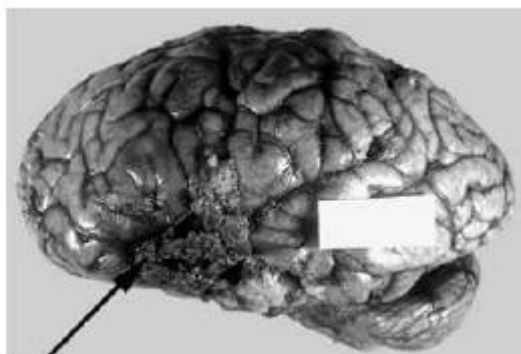
### 5.2.1. Poranění mozku

Poranění mozku jsou buď primární, to znamená, že jsou výsledkem přímé síly traumatu (lámání, trhání, natažení tkáně, ochrnutí axonálního transportu apod.) nebo sekundární, tedy že vznikají v důsledku primárního poranění (např. krvácení, ischemické poranění, zánět, otok apod.). V rámci primárních poranění mozku způsobených tupým předmětem rozeznáváme otřes či pohmoždění mozku nebo difuzní axonální poranění, pro sekundární traumata jsou příznačné různé druhy krvácení a to buď subarachnoideální, subdurální nebo také epidurální (Shkrum and Ramsay 2007).

Otřes mozku (*commotio cerebri*) vzniká působením tupého násilí, přičemž příznačnější pro toto zranění je náraz hlavy o relativně pevnou plochu, tedy pasivní mechanismus tupých poranění, než úder tupým předmětem do hlavy (Tesař 1976). Za podstatu tohoto zranění se považuje reverzibilní porušení membrán neuronů. Rovněž zde existuje různá závažnost zranění (Štefan et al. 1996).

Pohmoždění mozku (*contusion cerebri*) může vzniknout třemi různými způsoby. V první řadě se jedná o náraz pohybujeící se předmětu do hlavy, dále o kompresi lebky mezi dvěma předměty s relativně širokými povrchy a na závěr pohmoždění rovněž vzniká nárazem pohybujeící se lebky do pevné překážky (Tesař 1976). Dochází zde k četným tečkovitým i rozsáhlejším krevním výronkům v kůře mozkové, případně i v podkorové bílé hmotě. Tato ložiska tečkovitého krvácení můžeme nalézt nejen v místech působícího násilí (*coup*), ale i na místě protilehlém (*contrecoup*). Lokalizace a rozsah těchto ložisek je závislý na místě, směru, velikosti plochy a intenzitě působícího násilí (Štefan et al. 1996). Tedy konkrétní vzhled zhmožděnin mozku se odvíjí

od charakteru působící tupé síly, nicméně v každém případě užitá síla je větší než u pouhého otřesu mozku (viz. **Obrázek 17**).

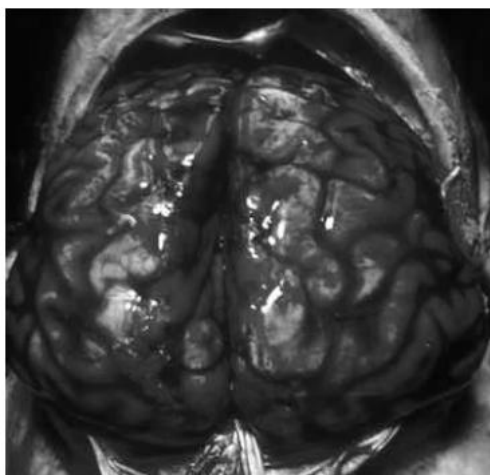


**Obrázek 17:** Fotografie pohmoždění mozku. Toto poranění vzniklo působením velké síly na relativně malou plochu. Konkrétně se jedná o úder kladivem (převzato z Dix 2000).

Difuzní axonální poranění je ve své podstatě funkčním nebo také strukturálním rozpojením mozkového kmene a mozkové kůry. Morfologicky se diagnostika tohoto poranění opírá o nález rozšíření, zduření a především přetržení axonů, jež následně získávají formu retrakčních kuliček (*retraction balls*) v časně fázi, tj. asi za 10 – 14 hod. po úrazu (Štefan et al. 1996). Síly které způsobují difuzní axonální poranění, mají delší trvání a jejich zrychlení či zpomalení je pozvolnější. Důsledkem těchto sil je střížný mechanismus, při němž se různé části mozku pohybují proti sobě. Difuzní axonální poranění je tak výsledkem relativního pohybu (střížného mechanismu) mezi přilehlými částmi mozku v širších oblastech a tento mechanismus zapříčiňuje axonální poranění a axonální dysfunkci v místě pohybu (Shkrum and Ramsay 2007).

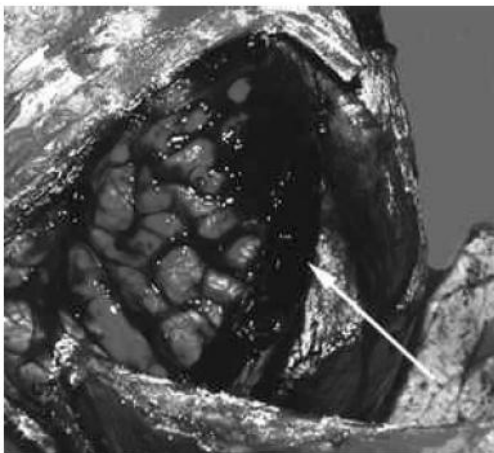
Nejčastějším důsledkem primárního poranění mozkové tkáně je krvácení. Celkem rozlišujeme tři základní druhy sekundárního krvácení, které zasahují mozek. Za prvé se jedná o subarachnoideální krvácení, které je téměř pravidelným nálezem v místech pohmoždění mozku a to jak v oblasti coupu tak contrecoupu. Nejčastěji vzniká roztržením cév v měkké plně mozku a jeví se jako krevní výrony různého rozsahu především na konvexitě mozku (viz. **Obrázek 18**). Vzácněji vzniká subarachnoideální krvácení tepenného původu v důsledku protržení

bazilární tepny (*arteria basilaris*) nebo některé z tepen obratlových (*arteria vertebralis*). K těmto druhům krvácení dochází při prudkém úderu do spodní části obličeje, což vede k nadměrné extenzi hlavy a současně k její rotaci. Při tomto poranění nedochází ani k pohmoždění mozku ani ke zlomeninám lebky (Štefan et al. 1996).



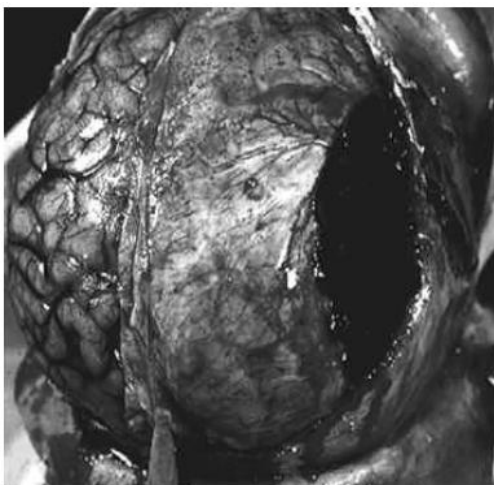
**Obrázek 18:** Fotografie subarachnoideálního krvácení (převzato z Dix 2000).

Subdurální krevní výron může vzniknout i bez poranění okolních tvrdých tkání. Příčinnou krvácení je protržení přemostujících žil či tepen. V některých případech krvácení vzniká v důsledku pohmoždění povrchových částí mozku, kde dochází k poranění cév zásobujících mozkovou kůru. Tedy výsledkem je hromadící se krev v subdurálním prostoru, tedy mezi pavučnicí a tvrdou plenou mozkovou, která samozřejmě způsobuje vzrůstající tlak na mozek a tak dochází k jeho stlačování (Tesař 1976) (viz. **Obrázek 19**).



**Obrázek 19:** Fotografie subdurálního krvácení (převzato z Dix 2000).

Epidurální krvácení nejčastěji vzniká roztržením na kost přiléhající střední tepny mozkové pleny (*arteria meningica media*) nebo jejich větví při fraktuře lebky. Zdrojem krvácení taktéž mohou být ethmoidální arterie, roztržené splavy či diploické vény. V tomto případě se krev začíná hromadit v epidurální prostoru, to je mezi tvrdou plenu mozkovou a kostmi lebky, avšak i v tomto případě se tlak zvyšuje a krevní výron začíná mozek stlačovat (Štefan et al. 1996) (viz. **Obrázek 20**).



**Obrázek 20:** Fotografie epidurálního krvácení (převzato z Dix 2000).

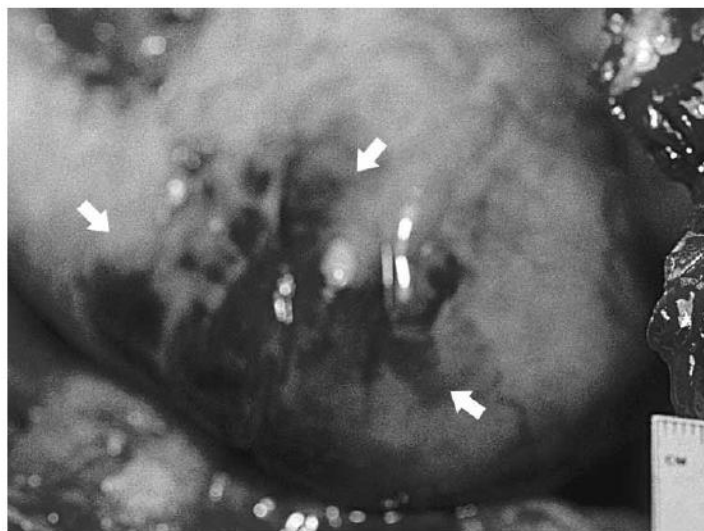
### 5.2.2. Poranění vnitřních orgánů dutiny hrudní

Mezi zasažené orgány dutiny hrudní patří srdce a spolu s ním osrdečník a aorta, dále plíce a přidružené dýchací cesty, jako průdušnice,

průdušky a hrtan, také jícen, hltan, bránice či zásobovací cévy bývají často postiženy.

Poranění plic při tupém násilí vzniká přímo smáčknutím hrudníku, nebo taktéž penetrujícími úlomky žeber a v případě nepřímého traumatu otřesem při pádu z výšky (Štefan et al. 1996). Závažnost traumatu se pohybuje od odtržení celých plic, či pouze jednotlivých laloků od úponu k rozsáhlým trhlinám na povrchu plic s pohmožděním tkání a relativně velkým krvácením (Tesař 1976). Dojde-li k roztržení pleury, vzniká hemothorax nebo pneumothorax. K hemothoraxu dochází v případě tržného poškození větších cév, což vede k rozsáhlému krvácení, které naplňuje pleurální dutinu. Zatímco pneumothorax vzniká vnikáním vzduchu do poškozené pleurální dutiny, který narušuje průběh dýchání. Pokud je pneumothorax současně spojen s krvácením, mluvíme o pneumohemothoraxu (DiMaio and DiMaio 2001).

K poranění srdce dochází mnoha různými způsoby. Mezi ně patří přímý úder nebo anteroposteriorní komprese kosti hrudní, což je ve své podstatě trauma způsobené přímo. Nicméně i nepřímé trauma, které je výsledkem akceleračních a deceleračních sil zapříčiňuje závažná poranění. Zde rozeznáváme pohmoždění či tržná poranění srdce a zranění přilehlých chlopní a artérií (Karmy-Jones and Jurkovich 2004). Při pohmoždění srdce se vytvářejí četná krvácivá ložiska, jenž nejčastěji ústí do přední stěny srdečního svaly (viz. **Obrázek 21**). Naproti tomu otřes srdce (*komoce*) se projevuje funkčními poruchami (Štefan et al. 1996). Tupá poranění srdce tedy vedou buď k jeho rupturám, pohmoždění nebo otřesu, přičemž i zde může dojít k protržení srdce v důsledku volné části zlomeného žebra, i když to není tak pravděpodobné jako u plic (Karmy-Jones and Jurkovich 2004).



**Obrázek 21:** Fotografie pohmoždění srdce. Rána je vymezena šipkami (převzato z Shkrum and Ramsay 2007).

Bránici ponejvíce ohrožuje protrhnutí, jelikož se v podstatě jedná o napjatou blánu, jež odděluje dutinu hrudní od té břišní. Mechanismy zranění zahrnují střížný tlak na nataženou membránu, avulzi úponu bránice a náhlé přesunutí síly z útrobních orgánů (Shkrum and Ramsay 2007).

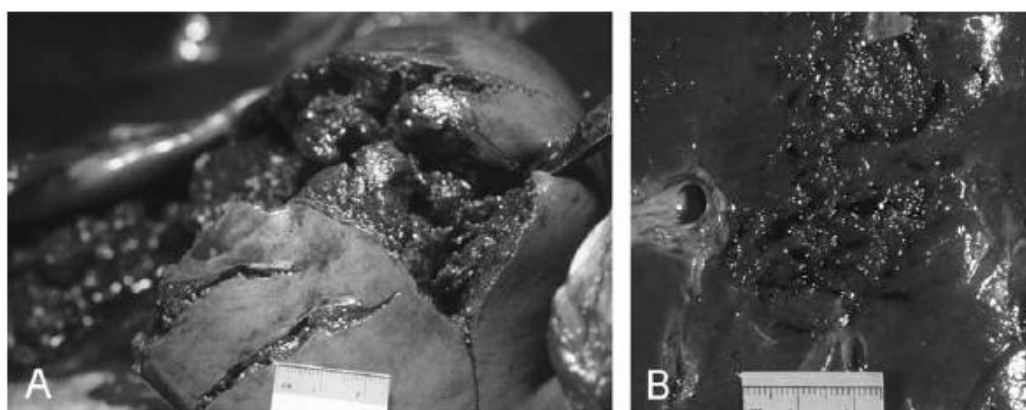
### 5.2.3. Poranění vnitřních orgánů dutiny břišní

U tupého poranění dutiny břišní jsou nejvíce ohroženy vnitřní orgány, jelikož nejsou chráněny kostí, ale pouze svalovou hmotou. Poranění může vzniknout jak přímou silou, tak nepřímou, přičemž vnější stopy po tupém úderu na pokožce nemusejí být patrné. Mezi zasažené orgány může patřit žaludek, játra, slezina, tenké a tlusté střevo, dvanácterník, ledviny a přidružená vylučovací soustava. U těchto orgánů můžeme obecně rozeznat pohmoždění, roztržení parenchymu, trhlinu podmíněnou tlakem z vnitřku orgánu, odtržení od úponu a poranění zlomenými kostmi (Tesař 1976).

K poranění žaludku dochází obvykle ve stavu jeho naplnění, kdy působící tupé násilí na žaludeční krajinu nebo na dolní část hrudníku, smáčkne žaludek prudce proti páteři (Štefan et al. 1996). Takže v podstatě zde dochází ke kompresi žaludku mezi působící tupou silou

a zadní stěnou dutiny břišní. Tato komprese vede k poranění žaludku, jež má nejčastěji charakter ruptury žaludeční stěny a tyto trhliny jsou povětšinou podélné (Tesař 1976).

V dutině břišní jsou nejčastěji poraněným vnitřním orgánem játra. Poranění vzniká působením tupého násilí buď přímo tlakem či úderem na jaterní krajinu anebo nepřímo při nárazu na jinou část těla, například při pádu z výšky. Dochází tak k trhlinám pouzdra, subkapsulárním krevním výronům nebo k centrálním trhlinám (Štefan et al. 1996) (viz. **Obrázek 22**). Častější poranění jater, než jiných orgánů dutiny břišní, můžeme vysvětlit na základě jejich umístění v pravé horní části, kde naléhají na bránici, dále jejich poměrně značnou velikostí a relativní pevností. Roli zde rovněž hraje i aktuální zdravotní stav jaterní tkáně (DiMaio and DiMaio 2001).



**Obrázek 22:** Fotografie tržného poranění jater. A) Masivní tržná rána celého těla jater. B) Subkapsulární tržná poranění (převzato z Shkrum and Ramsay 2007).

Poranění sleziny je rovněž časté trauma dutiny břišní. Může k němu dojít přímým mechanismem, kdy tlak působí zepředu, zezadu nebo ze strany do oblasti levého žeberního oblouku, nebo nepřímo při pádu z výše. V případě kdy se slezina zvětší chorobným procesem, např. infekcí, je málo odolná a k trhlině dochází i při malém násilí nebo dokonce spontánně (Štefan et al. 1996). Méně závažná zranění tkáně zahrnují subkapsulární hematom či povrchové kapsulární natržení. U závažných poranění dochází k rozsáhlým tržným ranám, které se mohou vyskytovat



jak na samotné slezině, tak na hlavních zásobujících cévách (Shkrum and Ramsay 2007). Tedy slezina je ponejvíce ohrožena rupturou, jenž má dle velikosti působící tupé síly různý rozsah, od poměrně malých trhlin (viz. **Obrázek 23**), až po rozsáhle potrhání sleziny, které může vést i k její segmentaci. Nicméně v nejhorším případě může toto zranění vést i k rozsáhlejšímu vnitřnímu krvácení.



**Obrázek 23:** Fotografie tržného poranění sleziny (převzato z Shkrum and Ramsay 2007).

Poranění jak tenkého tak i tlustého střeva vzniká nejčastěji přímým násilím, jež působí na břicho (např. při úderu či stlačení), vzácněji nepřímým násilím, nejčastěji při pádu z výše. Projevuje se pohmožděním stěny nebo trhlinami, které probíhají podélně a vzhledem ke stažení okrajů mají oválný tvar. Často rovněž dochází i k pohmoždění nebo trhlinám v mezenteriu a v některých případech i k odtržení střeva od mezenteria. Krevní výrony, jež se tvoří v místě pohmoždění střeva, vedou k následné nekrose stěny a perforaci (Štefan et al. 1996). Vzhledem k tomu, že celková délka střev u člověka činí zhruba 7 metrů, se dá předpokládat, že poranění nastává současně na více jeho částech. Nadto i zde rozeznáváme závažnost poranění, která je odvislá od intenzity působící tupé síly. Jak bylo výše popsáno, můžeme zde vidět méně závažné pohmoždění, či závažnější ruptura střeva či mezenteria a v nejhorším případě odtržení střeva od mezenteria.

Poranění ledvin nastává v důsledku komprese dutiny břišní či pádem z výše v případech nepřímého násilí. Nicméně trauma ledvin může být taktéž výsledkem přímého traumatu způsobeného úderem na krajinu ledvin. Nejčastěji tak dochází k tržným ranám a pohmožděninám (Tesař 1976). Poranění se tak může jevit jako trhlina ledvinového pouzdra či subkapsulární hematom. Poranění ledvin nastává i v případě současného roztržení pouzdra a tkáně, případně i kalichů a pánvičky (Štefan et al. 1996). Vzhledem k tomu, že ledviny jsou párovým orgánem, trauma jedné z ledvin přímo neohrožuje fungování celého oběhového systému. Nicméně rozsáhlé ruptury a útrobní krvácení jsou velmi závažnými a život ohrožujícími poraněními.

### **5.3. Bodná poranění**

„Poranění bodná vznikají tehdy, jestliže předmět s ostrým hrotem působí víceméně kolmo na povrch těla ve směru své dlouhé osy.“ (Hirt 2008). To znamená, že výsledná rána bude do jisté míry kopírovat délku a i tvar bodného nástroje. Je zde velice pravděpodobné, že dojde k poškození hlouběji uložených tkání a vnitřních orgánů, pokud má bodný nástroj dostatečnou délku a poměrně velkou kinetickou energii. Nicméně vzhledem k tomu, že bodné nástroje působí především na velmi malou plochu a nadto mají povětšinou ostrou špičku, jejich pohybová energie nemusí být extrémně vysoká (DiMaio and DiMaio 2001).

U bodných ran rozeznáváme vbod, bodný kanál a výbod, pronikl-li dostatečně dlouhý předmět tělem nebo jeho částí. Vznikl-li výbod, celé bodné zranění nazýváme průbod. Rozeznáváme tak bodná a průbodná poranění měkkých tkání (Štefan et al. 1996).

Je nutné rozlišovat ránu čistě bodnou (předmět s hrotem) od rány kombinované, čili bodně-řezné (předmět s hrotem a břitem). Podle charakteru rány jsme totiž schopni usuzovat na druh a vzhled zraňujícího nástroje (Hirt 2008). Z toho vyplývá, že rány čistě bodné budou charakteristické tím, že bodný kanál bude mít čistý průběh, bez

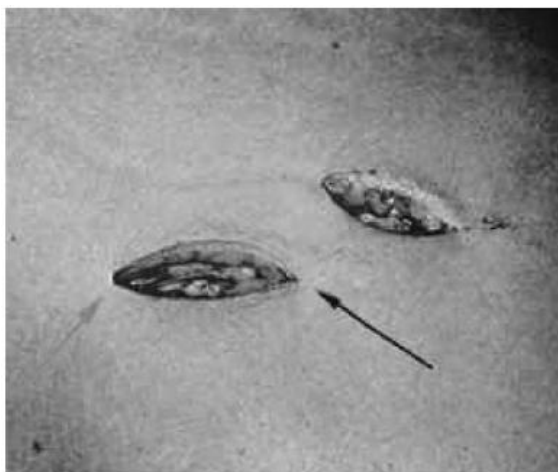
postranního naříznutí dráhy rány. Kdežto bodně-řezné rány, budou příznačné tím, že zde dochází k postrannímu naříznutí bodného kanálu, které má charakteristické rysy. Navíc vzhled samotného vbodu taktéž vypovídá o tvaru bodného nástroje (Tesař 1976) (viz. **Obrázek 24**).



**Obrázek 24:** Fotografie bodného poranění (převzato z Shkrum and Ramsay 2007).

Vzhled vbodu závisí kromě samotného tvaru bodného nástroje i na retrakci prořatých elastických vláken kůže a svalů. Při použití plochého ostrého předmětu můžeme vzhled vbodu popsat jako štěrbinovitý až oválný s hladkými okraji a ostrými úhly. V případě obyčejného nože nebo jednobřitého plochého nástroje může být jeden úhel ostrý a druhý, odpovídající tupé straně čepele, tupý (viz. **Obrázek 25**). Jestliže hřbet čepele má ostré hrany, může být tento úhel rozdvojený (tzv. malý vlaštovčí ocas). Při použití dvoubřitého nástroje jsou samozřejmě oba výsledné úhly ostré. Navíc čím je tah prořatých elastických a svalových vláken větší, tím je rána širší. Avšak samotná velikost vbodu přesně neodpovídá šířce ani tloušťce čepele, což je důsledkem jednak retrakcí okrajů rány a jednak tím, že při pronikání nebo vytahování nástroje může dojít k naříznutí rány, která je pak větší. Mimoto v případech, kdy byl nástroj před vytažením pootočen kolem své dlouhé osy, ostří čepele může kůži naříznout znovu v poněkud jiném směru a vzniká rána s rozdvojeným úhlem na straně ostří, která svým vzhledem připomínající vlaštovčí ocas (tzv. velký vlaštovčí ocas). Nicméně i předměty s tupým hrotem mohou způsobit bodnou ránu. Byl-li hrot

nástroje tupý, nebývají okraje rány hladké, ale zoubkované a u značně tupých předmětů dochází k tomu, že vbod má hladné okraje a ostré úhly v důsledku puknutí kůže ve směru elastických vláken. Při užití tupého kruhovitého nástroje bývá vbod menší, poněvadž jeho tlakem se kůže značně roztáhne a po vytažení nástroje retrakcí se otvor opět zmenší (Štefan et al. 1996).



**Obrázek 25:** Fotografie bodného poranění. Je zde patrné, že rána má na jedné straně úhel tupý (šipka nalevo) a na druhé straně ostrý úhel (šipka napravo) (převzato z Dix 2000).

Jak jsem poznamenala výše, vzhled vbodu nemusí plně odpovídat tvarovým charakteristikám bodného nástroje, a to především u bodně-řezných ran, které jsou typické pro nůž. Navíc, tento druh poranění může mít známky po otáčení nástroje v ráně, tedy mohou být patrné vícečetné zářezy v bodném kanálu. Nicméně je jasné, že daná rána byla způsobena předmětem s hrotem a zároveň s břitem na jedné straně. Rovněž se dá rozpoznat bodná rána, jež byla způsobena předmětem s dvojitým ostřím. Trochu odlišná situace nastává v případě, kdy hrot nástroje je tupý, tudíž vbod má odlišný vzhled. Jelikož pokožka v tomto případě není nejdříve hrotem naříznutá, ale praská pod tlakem.

Bodný kanál nemusí být vždy přímočarý, jelikož tkáň lidského těla mají různou strukturu i štěpitelnost, což ovlivňuje vychýlení nástroje z jeho přímé bodné osy. Nejtypičtějším příkladem je náraz předmětu

na kost. Toto ovlivňuje i samotnou délku bodného kanálu, protože v případě bodné rány do stlačené tkáně vznikne daleko delší bodný kanál, než je skutečná délka zraňujícího předmětu. Navíc pokud je předmět v ráně povytažen a znovu vbodnut pod jiným úhlem, může vzniknout jeden vbod, ale několik bodných kanálů. Z charakteru bodného kanálu, můžeme odhadnout taktéž intenzitu užití síly. Tedy pokud jsou poškozeny i kosti a chrupavky zraňující předmět měl poměrně velkou kinetickou energii (Tesař 1976).

Podobně jako vbod či bodný kanál i výbod, pokud bodný nástroj prošel naskrz, má svoje charakteristiky. Výbod bývá obvykle menší ve srovnání s vbodem a bylo-li bodné poranění způsobeno tupým kruhovitým nástrojem, jeho okraje bývají zoubkované. Naproti tomu výbod u plochého nástroje má okraje hladké (Štefan et al. 1996) (viz. **Obrázek 26**).



**Obrázek 26:** Fotografie vbodu a vývodu. Vbod se nachází na pravé dolní straně obrázku a vývod je netypicky větší. V tomto případě to je způsobeno pohyby končetiny při sebeobraně (převzato z Dix 2000).

Při zhodnocení všech výše uvedených charakteristik bodných poranění je jasné, že interpretace musí být prováděna obezřetně. Jelikož v situacích kdy předmět je v ráně pootočen či jiným způsobem vykoná pohyb, dochází zde k vytvoření rány větší, než je daný rozměr čepel. Obdobně je tomu i u přirozené elasticity měkkých tkání, která naopak zapříčiňuje stažení rány. Z těchto důvodů přesná korelace mezi velikostí

a tvarem rány a rozměry bodného nástroje není, až na některé výjimky, zcela přesná (Moar 1984).

#### **5.4. Sečná poranění**

„Poranění sečná vznikají tehdy, jestliže předmět s břitem působí taktéž víceméně kolmo na povrch těla.“ (Hirt 2008). V podstatě se jedná o podobný mechanismus jako u bodných poranění, ale za užití břitu. Tedy předmět s ostřím dopadá v podstatě v pravém úhlu na tkáň při určité kinetické energii a způsobuje sečnou ránu.

Okraje ran bývají hladké s tupými nebo ostrými úhly v závislosti na ostrosti nástroje. Sečná poranění způsobuje intenzivní síla, která vede k hlubokým ranám. Navíc, jelikož sečnou ránu zapříčiňuje nástroj s břitem, může dojít ke kombinaci sečné a řezné rány a to v případě, že nástroj je po svém dopadu ještě tažen ve směru ostří. Pokud předmět dopadá na tkáň šikmo, vytváří ránu lalokovitou a při tangenciální působení může dojít až k odseknutí části tkáně. Sečná poranění mají tedy vzhledem ke směru působícího nástroje různý vzhled a to od jednoduchých kolmých ran přes lalokovité až po úplné oddělení části tkáně, což se týká především kůže, popřípadě i svaloviny. Pokud je zde přítomen i následný tah předmětu v ráně, může dojít k jeho zaměnění za ránu řeznou. Nicméně vzhledem k potřebné větší pohybové energii jsou sečné rány narozdíl od řezných hlubší, daleko lépe kopírují tvar sečného nástroje a dochází u nich k pohmoždění okolních tkání (Štefan et al. 1996).

#### **5.5. Řezná poranění**

„Poranění řezná vznikají při působení předmětu s břitem tahem a tlakem víceméně souběžně s povrchem těla.“ (Hirt 2008). Z toho vyplývá, že výsledné rány mají různou hloubku, jež je závislá jednak na hutnosti tkání pod kůží a jednak na intenzitě, kterou je nástroj tažen po povrchu těla. A také mají různou délku, která je zase výsledkem trajektorie samotného nástroje protínajícího měkké tkáně. Rovněž záleží

na způsobu, jakým je předmět s břitem veden po ploše kůže, což odkazuje k charakteristikám vzniklých řezných ran (Tesař 1976).

Řezná rána je delší než širší s hladkými okraji a ostrými úhly. Nejhlubší bývá ve své prostřední části a v závislosti na konkrétním vedení břitu i blíže k úhlu, v jehož směru je tažen, či kde končí (Štefan et al. 1996) (viz. **Obrázek 27**). Nicméně v úhlech jsou vždy mělčí, což je způsobeno pozvolným zanořováním nástroje do tkáně. Rány jsou ve většině případů přímočaré, ale v závislosti na typu předmětu a dráhy jeho působení mohou vzniknout i poranění obloukovitá či lomená. Navíc pokud je nástroj veden pod ostrým úhlem, výsledkem je rána lalokovitá, či může dojít až k odříznutí části tkáně. A v případě, že je zasažena kůže, která je složená, vzniklá rána bude přerušovaná (Tesař 1976).

Šíře řezné rány je závislá především na průběhu prořatých elastických vláken kůže a podkoží. Jsou-li elastická vlákna prořata příčně, okraje se retrahují a rána je otevřenější. Opačný jev nastává u řezů, které vedou po směru vláken, kdy se rána retrakcí vláken stáhne (Štefan et al. 1996).



**Obrázek 27:** Fotografie řezného poranění. Je zde patrné, že řezná rána, je delší s ostrými úhly a dá se rozpoznat směr, ze kterého byla vedena (převzato z Shkrum and Ramsay 2007).

Jak jsem výše uvedla, z charakteru poranění se dá odvodit směr, ze kterého nástroj protínal pokožku, díky změnám v hloubce rány. Co se týče typů řezných poranění, můžeme rozlišovat jednoduché řezné rány,

jež vedou příčně či mírně do oblouku, lalokovité řezné rány, které vznikají v důsledku působení řezného nástroje pod jiným než pravým úhlem. V tomto případě může dojít až k odříznutí části svrchní měkké tkáně. Jak bylo výše uvedeno, hloubka a délka je odvislá od velikosti působící síly a dráhy pohybujícího se nástroje, nicméně šířka řezné rány závisí na způsobu, jakým poranění protíná elastická vlákna.

Identifikace nástroje z charakteru poranění je obvykle nemožná, jelikož řezné rány mají jen málo charakteristických znaků užitého předmětu. Nicméně existuje zvláštní druh řezných poranění. Odlišujeme tak rány způsobené nůžkami a hovoříme tudíž o ranách střížných, které mají tvar písmene „V“ a při tečném působení zapříčiňují plošný defekt (Štefan et al. 1996). Jak jsem výše poznamenala, jelikož řezné nástroje mají stejný či téměř podobný tvar, výsledné rány nejdou přiřadit ke konkrétnímu předmětu s ostřím. Charakter rány je totiž ovlivněn intenzitou tlaku a danou dráhou, jež nástroj opisuje. Nicméně existuje konkrétní typ řezné rány, tzv. rána střížná, u které je jasně patrné, že ji způsobily nůžky.

## **5.6. Střelná poranění**

Střelná zranění vznikají pronikáním projektilu do těla (Tesař 1976). Z hlediska balistiky je klasifikujeme jako nízko či vysoko rychlostní. V případě nízko rychlostních poranění ústředí rychlost projektilu nepřesáhne 600 metrů za sekundu. U vysoko rychlostních palných zbraní se vystřelená kulka pochybuje nad hranicí výše uvedených 600 metrů za sekundu (Lichte et al. 2010).

Projektil za sebou zanechává dvě, nebo v některých případech i tři stopy v měkké tkáni. Zde mluvíme o vstupním otvoru do těla, tzv. vstřelu, dráze kulky v těle, čili střelném kanálu a v některých situacích můžeme pozorovat i otvor, jež kulka zanechává po výstupu z těla, tedy výstřel (Hirt 2008).



Tvar vstřelu je ovlivněn mnoha okolnostmi, mezi nejdůležitější patří tvar a průměr střely, typ palné zbraně, tkáňová skladba zasažené lokality a samozřejmě vzdálenost (Tesař 1976). Důležitý je rovněž úhel pod kterým projektil vniká do tkáně. V případě kolmého dopadu je vstupní otvor okrouhlý. Při dopadu pod menším úhlem než  $70^\circ$  je oválný. V místě kde kulka proniká kůží, vytrysknou mikroskopicky roztříštěné částičky tkáně proti směru jejího letu – tzv. „spray-efekt“. Následkem čehož v těchto místech později tkáň chybí (tzv. „minus efekt tkáně“). To je ve sporných případech důležitým znakem pro rozlišení rány střelné a rány podobné (např. bodné). Jelikož při průniku tělesa o menší rychlosti než je 100 metrů za sekundu se tkáň spíše trhá a minus efekt tedy není patrný (Hirt 2008).

Kromě samotného vstřelu, jenž způsobuje projektil, jsou v okolí rány patrná další poranění a chemické stopy, které po sobě kulka zanechala. Kolem vstřelu tak můžeme identifikovat celkem čtyři pásy drobných ranek nebo zplodin palné zbraně (Tesař 1976). V bezprostředním okolí otvoru se nachází zóna přímého zhmoždění tkáně v šířce 1 – 4 mm, která vzniká oděrem pokožky při průniku projektilu (viz. **Obrázek 28**).

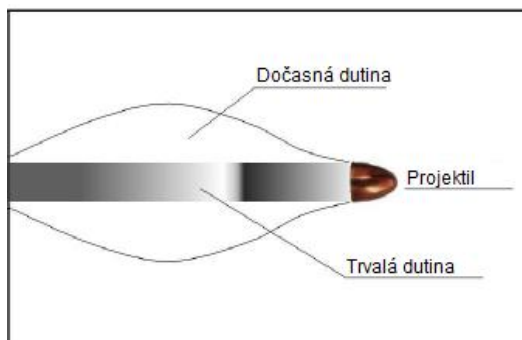
Na vnitřní ploše tohoto kruhu je identifikovatelná zóna znečištění, ve které se nacházejí zbytky spáleného oleje či mikročástice kovu a to jak z vnitřku hlavně, tak i z povrchu samotného projektilu (Hirt 2008). V případě střelby z blízka můžeme rovněž pozorovat zónu očazení, jež vzniká v důsledku hoření střelného prachu, která může být okolo rány až na vzdálenost jednoho centimetru. A za podobných okolností se vytváří i zóna vtrysklých nespálených prachových zrn (Tesař 1976).



**Obrázek 28:** Fotografie střelného poranění z větší vzdálenosti. Je zde patrný oděr okolní pokožky v rozsahu několika milimetrů, který způsobil penetrující náboj (převzato z Shkrum and Ramsay 2007).

Další stopou po průniku projektilu měkkými tkáněmi je střelný kanál. Tedy jakýsi „tunel“ jež za sebou zanechává pochybující se kulka. Jeho charakter se vytváří jednak na základě velikosti a rychlosti náboje a zároveň se v jeho vzhledu odrážejí vlastnosti postižených tkání. Při průchodu střely tkání dochází ke vzniku střelného kanálu v důsledku přenosu kinetické energie střely v samotném místě dráhy střely ale i v jejím okolí. Vzniklý tříštivý účinek devastuje tkáň obvykle ve větší šířce, než činí samotná ráže projektilu. (Hirt 2008).

Celkem rozlišujeme dva rozsahy interakce mezi projektilem a tkání a to trvalou a dočasnou dutinu. U nízko-rychlostních kulek je oblast destrukce tkání úměrná velikosti projektilu, nicméně u vysokorychlostních poranění dochází k bočnímu rozšíření tkáně, tzv. kavitaci. Po průchodu projektilem tak vznikne přechodný laterální posun tkáně, jež může dosahovat 10-ti až 40-ti násobku průměru kulky. Takže vysoko-rychlostní projektil způsobuje v tkáni za prvé dočasnou dutinu, která je výsledkem jeho velké kinetické energie. Nicméně tato dutina se okamžitě po průchodu kulkou smršťuje a to díky retrakci okolní tkáně. Za druhé po sobě zanechává, stejně jako nízko-rychlostní náboje, dutinu trvalou, která je přibližné velikosti jako kulka, avšak i zde můžeme počítat se smrštěním okolních tkání (Lichte et al. 2010) (viz. **Obrázek 29**).



**Obrázek 29:** Schematické znázornění průletu kulky měkkou tkání. Náboj zde jednak vytváří trvalou dutinu a jednak dočasnou, extrémně rozšířenou dutinu (převzato z Lichte et al. 2010).

V případě že má náboj dostatek pohybové energie, prochází tělem skrz. Vzniká tedy výstupní otvor, čili výstřel. Jelikož projektil při průchodu tkáněmi ztrácí svou kinetickou energii, kúži v místě kde kulka opouští tělo, netříští, ale trhá (viz. **Obrázek 30**). Zároveň je výstřel větší než vstřel, což zapříčiňuje deformovaná pronikající střela, či tzv. sekundární projektily, tedy ve většině případů části roztříštěných kostí (Hirt 2008).



**Obrázek 30:** Fotografie typické nepravidelné výstupní střelné rány (převzato z Shkrum and Ramsay 2007).

Celkový potenciál střelného poranění se odvíjí od množství transferované energie, což závisí na několika faktorech. Mezi tyto činitele patří rychlost projektilu, vstupní profil, kalibr a tvar střely, uražená vzdálenost uvnitř těla, biologické charakteristiky postižené tkáně a mechanismus narušení tkáně (Lichte et al. 2010). Z tohoto vyplývá, že z charakteru zranění můžeme do jisté míry odvodit tyto výše uvedené faktory, jež se výrazně podepisují na závažnosti poranění tkání.

Můžeme rozlišit celkem dva hlavní mechanismy, jež způsobují penetrující projektily. Za prvé se jedná o pohmoždění a tržné rány měkkých tkání a za druhé je to výše zmíněný kavitační efekt, tedy několikanásobně větší rozšíření okolní tkáně, než jaký je průměr pronikající kulky. Některé zdroje uvádějí i třetí mechanismu a hovoří o tzv. šokové vlně, kterou můžeme popsat jako kompresi tkání, jež kulka přímo nezasáhla, ale díky své vysoké kinetické energii vytváří rázovou vlnu, která se šíří do okolí rány (Radford 2009).

Na měkkých tkáních rozlišujeme celkem čtyři typy střelných poranění, které způsobují kulové palné zbraně. Takže vzhledem k charakteru poškození měkkých tkání a trajektorii projektilu rozeznáváme nastřelení, ostřel, zástřel a průstřel (Hirt 2008).

Při nastřelení projektil neproniká kůži, ale pouze se od ní volně odrazí. Přitom ale může dojít jak k poškození vnitřních orgánů, tak ke zlomení kosti pod místem nárazu. V místě odrazu střely může být patrný hematoma (Tesař 1976). Tento typ střelného poranění velmi připomíná ránu způsobenou tupým nástrojem a i v tomto případě známky, jež jsou patrné na kůži, nemusí odpovídat závažnosti poranění hlouběji uložených tkání a orgánů.

Dalším typem střelného poranění je ostřel, u kterého, stejně jako u nastřelení, nedochází k proniknutí náboje do těla. Projektil tělo zasáhne pouze tangenciálně a vyryje na jeho povrchu rýhu, která může být různě

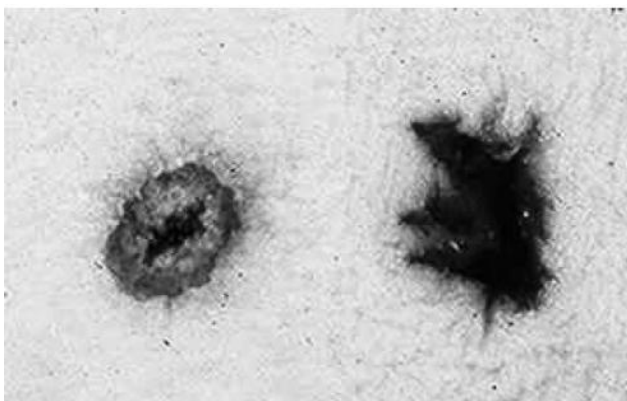
hluboká. Pro tento typ poranění se častěji užívá termín postřelení, který je pro širší veřejnost daleko srozumitelnější (Štefan et al. 1996).

Nejčastěji se můžeme setkat se zástřelem, což odkazuje ke střelnému poranění, při němž projektil sice proniká do těla, ale v důsledku nedostatečné kinetické energie v organismu zůstává. Střelu potom nacházíme na konci střelného kanálu, který z důvodu nestejně konzistence zasažených tkání těla nemusí být vždy zcela přímý, jak jsem poznamenala výše (Hirt 2008) (viz. **Obrázek 31**).



**Obrázek 31:** Rentgenový snímek střelného poranění, kdy projektily zůstaly v těle. Celkem dvě kulky můžeme vidět zcela vpravo (dvě oválná světlejší místa) (převzato z Dix 2000).

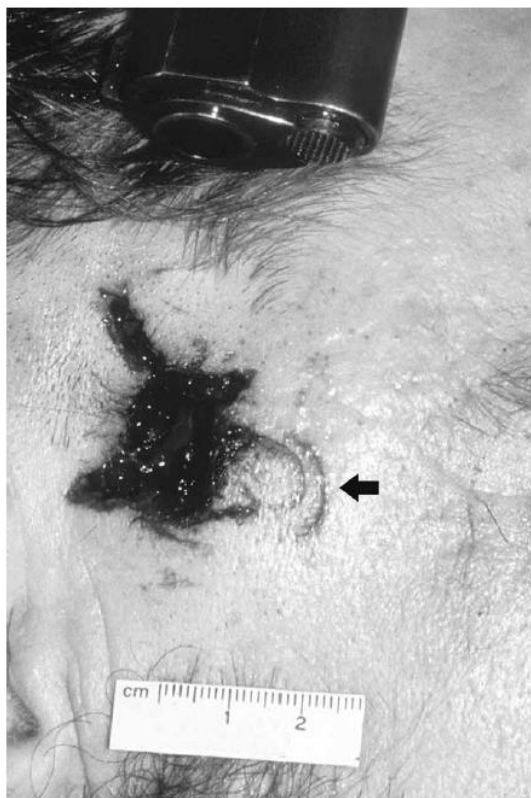
Posledním typem poranění střelnou zbraní je průstřel, což je střelné poranění, kdy projektil do těla vniká a vytváří vstřel, dále tělem prochází, zde hovoříme o střelném kanálu a na jeho konci tělo opouští, v tomto případě jsme schopni identifikovat výstřel (Hirt 2008) (viz. **Obrázek 32**).



**Obrázek 32:** Fotografie srovnávající typický tvar vstřelu a výstřelu. Nalevo je charakteristický okrouhlý vstřel s oděrkou, což je příznačné pro střelná poranění s větší vzdáleností. Napravo se nachází výstřel, který je charakteristicky nepravidelný v důsledku ztráty kinetické energie kulky (převzato z Dix 2000).

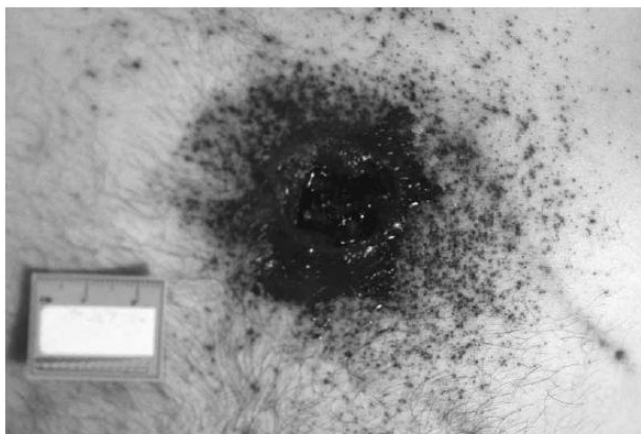
Vzdálenost ústí hlavně od povrchu kůže a rovněž délka dráhy, kterou projektil urazí vně těla, utváří charakter střelného poranění. Zde rozeznáváme tři druhy vzdáleností, jež kulka při výstřelu z palné zbraně musí překonat. Rozpoznáváme tedy výstřel z bezprostřední blízkosti, výstřel z relativní blízkosti a výstřel z větší vzdálenosti (Štefan et al. 1996).

Při střelbě z bezprostřední blízkosti jsou na kůži patrné známky po sežehnutí, lem očazení a vtrysklá zrnka prachu jen v případě, že hlaveň nebyla přiložena bezprostředně ke kůži. Navíc zde může dojít k vniknutí oxidu uhelnatého do rány, který se následně naváže na hemoglobin a způsobí světlejší červené zabarvení krevního výronu. Pronikající plyny ovlivňují i tvarové charakteristiky vstřelu a to zejména v případech kdy je hlaveň přiložena v místě, kde se pod kůží nachází kost. Toto vede k roztržení kůže a vzniku lalokovitého či hvězdovitého vstřelu (Tesař 1976). Rána vzniklá takovýmto způsobem, je větší než výstřel. Nadto při střelbě z přiložené zbraně se na kůži vytváří otisk hlavně v podobě oděrky (Štefan et al. 1996). Tedy střelnou ránu z bezprostřední blízkosti poznáme spolehlivě dle známek sežehnutí, očazení a zrněk prachu přítomných v ráně, dále dle reakce krevních proteinů na vniknuvší plyny a rovněž je charakteristická oděrka či otisk od přiložené hlavně (viz. **Obrázek 33**).



**Obrázek 33:** Fotografie střelného zranění z bezprostřední blízkosti. Nepravidelný a poměrně velký vstřel indikuje poranění, které vzniklo z malé blízkosti. Otisk hlavně na pokožce dokazuje, že palná zbraň byla přiložena při výstřelu ke kůži (převzato z Shkrum and Ramsay 2007).

Druhým typem je výstřel z relativní blízkosti, který nese příznačné rysy, které ale mohou v jistých ohledech připomínat střelnou ránu z bezprostřední blízkosti, proto je nutné dbát na pečlivé posouzení všech aspektů. Mezi ně patří lem začouzení vzniklý uložním sazí na kůži, lem vtrysklých nespálených prachových zrněk a známky účinku plamene (viz. **Obrázek 34**). Vzdálenost výstřelu, do které lze tyto známky na kůži najít, se odvíjí od druhu použité zbraně a munice. Jestliže známky vstřelu z relativní blízkosti nejsou přítomné, lze předpokládat, že výstřel byl z větší vzdálenosti (Štefan et al. 1996).



**Obrázek 34:** Fotografie vstřelu z relativní blízkosti. Kromě typické oděrky způsobené projektilem, je zde zároveň patrné začouzení a stopy prachových zrněk na pokožce. (převzato z Shkrum and Ramsay 2007).

Můžeme se rovněž setkat se střelnými poraněními, která jsou způsobená brokovými zbraněmi. Tato zranění mají rovněž charakteristické rysy. Nicméně i zde musíme rozeznávat vzdálenost mezi ústí hlavně a povrchem kůže (Tesař 1976).

Za prvé rozpoznáváme střelná poranění z bezprostřední blízkosti. Ta se na kůži projevují povětšinou typicky. V podstatě se jedná o nepravidelný ponejvíce okrouhlý vstřel, jež má často zhmožděné okraje od jednotlivých perforujících broků. Okolí vstřelu je typicky začazené a často je zde patrný otisk obou hlavních. Ve střelném kanálu mimo samotné broky můžeme nalézt i zátky střely (Hirt 2008).

Za druhé můžeme rozeznat střelná poranění z větší vzdálenosti. Přibližně až do vzdálenosti 1 metru od ústí hlavně se broky pohybují v roji a vytvářejí tak jednotný střelný kanál, ale s rostoucí vzdáleností dochází k jejich postupnému vzdalování (viz. **Obrázek 35**). Takže rány, jež jsou způsobené na větší vzdálenost, se jeví jako velký počet vstřelů odpovídajících ráži broků, z nichž se některé mohou navzájem překrývat (Hirt 2008).





**Obrázek 35:** Fotografie střelného poranění brokovou zbraní. Lze usuzovat, že rána byla vystřelena z relativní blízkosti, ale ne takové, která by měla za následek jeden střelný kanál s pohmožděnými okraji od jednotlivých broků. Na ráně je ale patrné, že vstřely jednotlivých broků se vzájemně překrývají (převzato z Dix 2000).

Jak jsem výše poznamenala, střelná poranění jsou odvislá jak od charakteru palné zbraně a přidružených projektilů, tak od vzdálenosti mezi palnou zbraní a tkáněmi, u kterých je klíčovým faktorem i jejich struktura. U případů střelných zranění hraje ústřední roli taktéž balistika.

## 6. Porovnání rozsahu informací, jež nesou tvrdé a měkké tkáně

Jak jsem poznamenala na začátku práce, každé trauma v sobě obsahuje určité stopy po předmětu či způsobu, kterým bylo zapříčiněno a které je nutné identifikovat a analyzovat. Nicméně v některých případech nelze přesně či zcela vůbec určit jak k danému poranění došlo (Pickering and Bachman 2009).

Pro průzkum traumat a práci s informacemi je důležité stanovit přibližný čas, kdy k traumatu došlo, popřípadě jestli je odpovědné za smrt jedince. Rozlišujeme tak zranění antemortem a postmortem, v některých případech i perimortem (Aufderheide and Rodríguez-Martín 1998).

Co se týče tvrdých tkání, musíme v první řadě rozlišit zranění antemortem, která nastala během života, od perimortního traumatu v čase smrti a postmortních destrukcí po smrti. Znamky hojících procesů či lékařského zásahu jsou určitými náznaky, že ke zranění došlo nejméně několik dní před smrtí. Navíc perimortální poranění živých kostí mají odlišné charakteristiky než posmortální poškození kostí neživých (Eckert 1992).

U poranění měkkých tkání si musíme všimnout jiných známek, než tvarových charakteristik traumat. Z nich je nejužitečnější krevní výron do okrajů rány, přilehlých tkání nebo tělních dutin, přičemž starý hemoglobin má obvykle černé zbarvení. Pokud jedinec přežije zranění, alespoň po několik následných dní, léčebné změny (postupné zaokrouhlování původně ostrých okrajů poranění) budou přesvědčivým důkazem antemortního původu traumatu (Aufderheide and Rodríguez-Martín 1998). Z toho plyne, že u poranění tvrdých tkání musíme věnovat pozornost vzorům lomných linií, zatímco u traumat měkkých tkání je důležitá přítomnost stop po krevních buňkách a pro oba typy těchto zranění je stěžejní přítomnost známek po léčení, respektive u perimortálních traumat jejich nepřítomnost.

Velmi často jasnou příčinu a způsob smrti nemůžeme z osteologického materiálu zjistit, jelikož zraňující objekty jako projektily či nože mohou zabít bez poškození tvrdých tkání těla. Patrné je to například v případě manuálního škrcení, které neumíme detekovat, pokud měkké tkáně a chrupavka podlehly dekompozici. Dokonce jestli je zřejmé trauma perimortem, nemusíme určit přesné okolnosti poranění. Například jestli frakturu lebky způsobil úmyslný úder předmětu do hlavy nebo pouze nešťastný pád a to zvláště v případě, kdy uplynuly měsíce či roky (Eckert 1992).

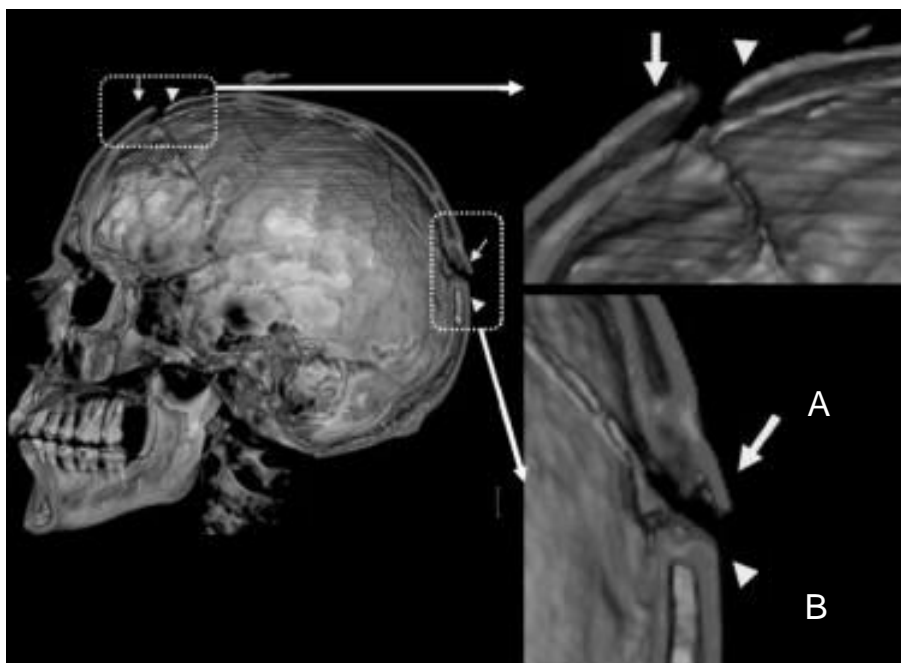
Nicméně jak měkké tak tvrdé tkáně nám přinášejí mnoho informací, jež se týkají okolnosti, příčiny a způsobu traumatického zranění. Nejnázorněji se tato skutečnost dá demonstrovat na případových studiích, které mají výhody pro oblast forenzních věd. Tato výzkumná strategie totiž poskytuje příležitost intenzivně se věnovat jednomu konkrétnímu případu do hloubky. Navíc badateli umožňuje zachovat ucelený přístup a zahrnout jak kvantitativní tak kvalitativní metody. Samotný výzkum je pak zaměřený na problémy, které se vyskytují v reálném světě a současném kontextu (Fish 2004).

### **6.1. Případové studie sečného poranění hlavy**

Jako materiál ke srovnání použijeme konkrétní případ domácího násilí, kdy manžel napadl svou ženu sekerou a zasadil ji silnou ránu do hlavy, na jejíž následky posléze zemřela. Tělo bylo podrobena jednak obvyklé pitvě, tak i CT vyšetření a magnetické rezonanci (Ampanozi et al. 2010).

Postmortně provedená počítačová tomografie (CT) objevila vícečetné fraktury lební báze a množství rozdrčených kostních fragmentů jak okolo, tak i vně rány. Což dokládá, že zranění bylo způsobeno velkou silou. Co se týče samotných stop po sečné ráně, můžeme identifikovat charakteristický tvar rány do „vé“, u které navíc rozlišujeme stranu tupou a ostrou. Přičemž na její zkosenější (ostré) straně jsou charakteristickými

nálezy odlupující se plátky kostí (viz. **Obrázek 36**). Magnetická rezonance zase prokázala akutní poškození mozku a rozsáhlé krvácení v zadní části lebky. Což způsobila jak ostrá tak i tupá síla sekery (Ampanozi et al. 2010).



**Obrázek 36:** Na obrázku je charakteristická sečná rána do „vé“, kde šipka A označuje ostrou stranu a šipka B tupou stranu rány (převzato z Ampanozi et al. 2010).

Další případovou studií je nález kosterních pozůstatků staršího muže v Britské Kolumbii, na jehož lebce byla v oblasti týlní kosti identifikována rozsáhlá stopa po poranění ostrou silou, přičemž délka rány činila 7 centimetrů a ve svém nejširším místě dosahovala 5,2 milimetru. Nicméně fragment týlní kosti, který nasedal na spodní hranici okrajů rány, se nenalez, což může být důsledkem točitého vytahování nástroje z rány. Vzhledem k umístění rány na zadní části hlavy, směru (shora – dolů) a úhlu se jedná o poranění způsobené druhou osobou a to záměrně. Navíc z příslušné rány vyplývá, že předmět byl poměrně těžký a působil se značkou kinetickou energií. Rovněž je zde patrné, že jedna strana poranění je zkosená a druhá zaujímá tupější úhel. Kromě samotné stopy po sečném poranění, tupá síla, kterou sekera současně produkuje, vytváří lineární nebo trojúhelníkovité fraktury báze lebny. U tohoto případu

můžeme rovněž předpokládat, že nastalo i závažné poranění mozku v důsledku penetrace vnitřní kompaktní vrstvy kostí lebky. Rovněž můžeme detekovat nepřímá traumata v podobě fraktur obratlů (Wood 2005).

Z těchto dvou případových studií je patrné, že sečné nástroje na tvrdých tkáních zanechávají charakteristický tvar v podobě „vé“, který má jak ostrou, zešikmenou, tak tupou stranu rány, z čehož můžeme identifikovat úhel, pod kterým zraňující předmět dopadá. Fragmentace a množství úlomků kostí lebky zase odkazují k použití poměrně těžkého objektu při relativně velké kinetické energii. Lokalizace penetrace kostí zase může vypovídat, zda se jednalo o úmyslné poranění druhou osobou. A na závěr, pokud dojde k narušení i vnitřní kompaktní vrstvy kostí pokrývající mozek, tak můžeme říct, že sečný předmět udeřil velkou silou a pravděpodobně došlo i k penetrujícím poškozením mozku.

V situaci, kdy sečný nástroj neprošel skrz lební kosti, se poranění mozku bude jevit, jako při traumatu tupou silou, tedy můžeme identifikovat pohmoždění i krevní výron, ale v žádném případě penetrující poranění. Při proniknutí předmětu nalezneme poranění způsobené ostrou silou, v tomto případě sečnou, nicméně přesnější informace o nástroji nám neposkytne.

## **6.2. Případové studie bodných a řezných poranění**

První případová studie se týká vícečetných, a to jak řezných tak bodných poranění, nalezených u 36 letého muže. Jejich celkový počet specialista po ohledání těla stanovil na devětatřicet. Tři hluboké řezné rány se nalézaly na levé straně krku a vedly dolů a směrem doprava, celkem devět bodných ran bylo v oblasti hrudníku a to jak ve vodorovné tak svislé rovině, přičemž došlo k poškození žeber a části srdce, dále bylo zjištěno čtrnáct povrchových řezných ran na pravém předloktí a na levém předloktí se odhalilo dvanáct povrchních a jedna hluboká rána, která zasáhla radiální tepnu. Na tomto případě je nejvíce zářezující, že se

nejednalo o oběť trestného činu, ale o případ neobvyklého způsobu sebevraždy. Toto prokázala následná pitva na základě absence poranění, která vznikají při obraně oběti, dále všechna zranění se nacházela v místech přístupných pro sebevraha, což navíc podporují morfologické charakteristiky traumatu, jako je jeho hloubka či směr. Příčinou smrti bylo vykrvácení z poškozené radiální tepny (Ventura et al. 2010).

Druhá případová studie popisuje taktéž sebevraždu. Zde se jedná o 45 letého muže, jenž si způsobil řeznou ránu nožem v oblasti krku. Ránu vedl v horizontální rovině v dolní části krku, ve směru zleva do prava. Vznikl tak jeden přímý řez, s větší hloubkou na počátku rány, který poškodil hrtan, spojení štítné žlázy a prstencové chrupavky, krční žílu a tepnu. Příčinou smrti bylo vykrvácení z poškozených cév. Tento případ je rovněž netypický díky tomu, že rána je pouze jedna, bez okolních „zkušebních“ řezů, navíc relativně hluboká a vede v přímé rovině a nikoliv zešikma jako v běžných případech (Shetty et al. 2009).

Kromě menšího poranění žeber v prvním případě, zde nedošlo k penetraci žádného kostního povrchu. Z toho vyplývá, že při nalezení pouze skeletálních pozůstatků by specialista neměl žádné důkazy o příčině a způsobu smrti. Nicméně v těchto dvou konkrétních případech je i z měkkých tkání těžké rozpoznat způsob smrti, tedy jestli se jedná o vraždu či sebevraždu a tím spíše u druhé případové studie, kde všechny nalezené stopy poukazují spíše na cizí zavinění.

### **6.3. Případové studie tupého poranění hrudníku**

Následné případové studie se zaměřují na tupá poranění trupu, jež mají za následek poškození srdce či jen některé z jeho části. První studie se zaměřuje na tupé poranění hrudní dutiny v důsledku autonehody. Postižený utrpěl pravý malý pneumothorax, několik zlomenin žeber, pohmoždění plic, zlomeninu hrudní kosti, krevní výron na mediastinu a poškození myokardu. Toto poranění bylo později identifikováno jako

pohmoždění srdce, což způsobuje celkové zhoršení jeho funkčnosti (Curtis and Asha 2010).

Druhá studie se zabývá rupturou srdce u malého chlapce v důsledku těžkého traumatu způsobeného masivní betonovou fontánou, jež na chlapce spadla. Následně se u něho prokázalo zhmoždění plic, krvácení v oblasti mediastinu a bránice, masivní poškození levé srdeční komory, které se stalo fatálním. Nicméně i když tlak byl vyvíjen přímo na hrudník, nedošlo v tomto případě ke zlomeninám žeber ani kosti hrudní, což můžeme vysvětlit velkou ohebností kostních tkání u malých dětí (Scolan et al. 2011).

Na těchto dvou případech jsme doložili, že tupá síla působící na oblast hrudníku může způsobit vícečetná poranění tvrdých i měkkých tkání, jak tomu bylo v případě první studie, tak fatální trauma vnitřních orgánů u kterého nedochází ke zlomeninám. Takže u těchto poranění záleží na konkrétní velikosti, rozsahu a směru síly a taktéž na samotných kvalitách postižených tkání. U první studie by fraktury kostí vypověděly o traumatu způsobeném poměrně intenzivní tupou silou vedenou na oblast hrudníku, což by s největší pravděpodobností doprovázelo rozsáhlejší poranění vnitřních orgánů. V případě druhé studie by se na kosterní soustavě žádné známky po vnější příčině nenašly.

#### **6.4. Případové studie střelných poranění**

První případová studie popisuje vícečetná střelná poranění 19ti letého chlapce. Pitva prokázala celkem pět ran na těle oběti, dvě na pravém koleni, další dvě na pravé ruce a jednu v krajině břišní. Jak se na první pohled zdálo, tak tato poranění byla výsledkem celkem tří různých výstřelů. Nicméně při bližším prozkoumání směrů střelných kanálů tělem bylo zjištěno, že všechny rány, i když na zcela odlišných a relativně vzdálených částech těla, byly způsobené pouze jediným projektilem. V důsledku toho, že při zásahu bylo tělo v pozici, kdy chlapec ležel a měl mírně pokrčené nohy v kolenou a pravá ruka spočívala mezi

kolenem a trupem. Tedy v tomto případě mohla kulka ve stejné linii projít nejdříve kolenem, poté způsobit perforaci pravé dlaně a nakonec proniknout i do dutiny břišní, kde způsobila protržení přední i zadní strany žaludku, dále zasáhla slezinu i bránici a nakonec vstoupila do levé hrudní dutiny. Příčinou smrti bylo vykrvácení (Singh et al. 2004).

Druhá případová studie popisuje taktéž vícečetná střelná poranění, tentokrát u muže ve věku 30ti let. Pitva prokázala přítomnost vstupní i výstupní rány v oblasti báze lebni, dále průstřel levé části hrudníku a střelný kanál, jež začínal ve střední části břicha a ústil pod levým ramenem a rovněž identifikovala vstřel v oblasti pravé dolní části zad. Na všech těchto zraněních byly patrné stopy po ožehnutí a střelném prachu, což ukazuje na poranění z bezprostřední blízkosti. V případě poranění lebky kulka způsobila frakturu klenby s vnitřním zkosením lebečních kostí a paprskovitými zlomovými liniemi v místě vstřelu. Mozek byl poškozen lacerací, která zapříčinila rozsáhlé subdurální a subarachnoidální krvácení. Trup a dutinu břišní poškodila tržná rána bránice, sleziny a tenkého střeva, přičemž kulka způsobila zlomeninu šestého a sedmého levého žebra. U vstřelu do dolní části zad můžeme identifikovat rozsáhlé poranění ledvin a frakturu prvního bederního obratle. I když nálezy na první pohled svědčí o cizím zavinění, tento případ je popisem zřídka způsobu sebevraždy vícečetnými střelnými poraněními různých částí těla. Z charakteru vstřelů můžeme totiž vyčíst, že všechny rány vznikly z bezprostřední blízkosti a pod úhlem a na místech, která jsou pro oběť dosažitelná (Madani et al. 2011).

V obou případech můžeme vidět, že malý penetrující předmět jakým kulka bezpochyby je, nemusí na tvrdých tkáních zanechat žádné nebo dostačující stopy, jež by specialisty vedly k určení způsobu a příčiny smrti. Nicméně u střelných poranění lebky je tomu jinak. Zde je totiž patrné jak velký byl zraňující projektil a dle charakteru lomných linií jde rozpoznat i kinetickou energii náboje. Avšak u poranění většiny částí těla se musíme spíše spoléhat na výpovědní hodnotu tkání měkkých, které jsou způsobilejší určit přesný úhel průchodu kulky, což jsem poukázala



na případu vícečetného střelného poranění způsobeného pouze jedním projektilem. Nadto je kůže také poměrně přesným indikátorem vzdálenosti výstřelu. Toto dokládá druhý případ, kdy sebevraždy, kromě specifického úhlu a míst poranění, jsou charakteristické výstřelem přiložené zbraně k povrchu kůže.

## Závěr

Díky rychlému rozvoji badatelských polí, která jsou svým zaměřením vhodná pro soudně-právní využití, se posunují hranice možností přesnější identifikace podmínek, za kterých nastalo trauma i případná smrt. Forenzní vědci jsou tak schopni v některých případech určit i poměrně detailní okolnosti, jež vedli k danému stavu. Nicméně i zde existují určité hranice, jež současná věda zatím nedokáže překonat.

V práci jsem se snažila zhodnotit přínos, kvalitu a kvantitu informací, jež nám mohou o způsobu a příčině traumat přinést tvrdé a měkké tkáně. V zásadě lze říct, že oba dva druhy tkání mají při analýzách své hranice a navíc v případě tvrdých tkání nemusí vůbec dojít k jejich poškození a smrt či trauma přesto nastane. Nejužitečnější je tak při stanovování příčin a způsobu traumat vycházet, pokud je to možné, z diagnostiky poranění jak měkkých tak tvrdých tkání, což přináší širokou škálu informací, které je nutné umět správně interpretovat. Proto je dle mého soudu nutná širší mezioborová spolupráce, která toto zajistí.

## Použitá literatura

Ampanozi G, Ruder TD, Preiss U, Aschenbroich K, Germerott T, Filograna L, and 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.

Aufderheide AC, and Rodríguez-Martín C. 1998. *The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Curtis K, and Asha S. 2010. Blunt cardiac injury as a result of a motor vehicle collision: A case study. *Australasian Emergency Nursing Journal* 13(4):124 – 129.

DiMaio VJ, and DiMaio D. 2001. *Forensic Pathology. Second Edition. Practical aspects of criminal and forensic investigations*. New York: CRC Press.

Dirkmaat DC, Cabo LL, Ousley SD, and Symes SA. 2008. New perspectives in forensic anthropology. *American Journal of Physical Anthropology* 137(47):33 - 52.

Dix J. 2000. *Color atlas of forensic pathology*. New York: CRC Press.

Eckert WG. 1992. *Introduction to forensic science, 2nd Edition*. New York: Elsevier.

Fish JT. 2004. *The Evidence Does Not Lie. A Forensic Investigation Program to Bridge the Gaps Between*

*Crime Scene Investigation and Forensic Science*. Knoxville: The University of Tennessee.

Hirt M. 2008. *Soudní lékařství*. Brno: Masarykova univerzita.

Karmy-Jones R, and Jurkovich GJ. 2004. Blunt chest trauma. *Current Problems in Surgery* 41(3):223 - 380.

Lichte P, Oberbeck R, Binnebosel M, Wildenauer R, Pape HC, and Kobbe P. 2010. A civilian perspective on ballistic trauma and gunshot injuries. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 18(35).

Lovell NC. 1997. Trauma analysis in paleopathology. *American Journal of Physical Anthropology* 104(25):139 - 170.

Lundrigan N. 2001. Forensic anthropology: Discovering and examining the dead. *Law & Order* 49(11):43 - 47.

Madani OMA, Kharoshah MAA, Youssef MAS, and Moulana AAR. 2011. Multiple suicidal firearm injuries: A case study. *Egyptian Journal of Forensic Sciences* 1(3 - 4):140 – 143.

Moar JJ. 1984. Homicidal penetrating incised wounds of the thorax. An autopsy study of 52 cases. *South African Medical Journal* 65(10):385 - 389.

Ortner JD. 2003. Identification of pathological conditions in human skeletal remain, Second edition. New York: Elsevier.

Pickering R, and Bachman D. 2009. The use of forensic anthropology, Second edition. New York: CRC Press.

Radford GE. 2009. Modelling cranial gunshot wounds and backspatter. Dunedin: University of Otago.

Scolan V, Stahl C, Eysseric H, Peoc'h M, and Barret L. 2011. Rupture of the left ventricle due to blunt trauma – A pediatric case study and literature review. *Journal of Forensic and Legal Medicine* 18(5):217 – 220.

Shetty BSK, Padubidri JR, Bhandarkar AM, Shetty AJ, and Shetty M. 2009. “Atypical Suicidal” cut throat injury – A case report. *Journal of Forensic and Legal Medicine* 16(8):492 – 493.

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

Singh VP, Sharma BR, Harish D, and Vij K. 2004. Multiple wounds by a single bullet: A case report. *Journal of Indian Academy of forensic medicine* 26(1):30 - 31.

Štefan J, Hladík J, and Adámek T. 1996. *Soudní lékařství a zdravotnicko-právní otázky*. Praha: Univerzita Karlova.

Tesař J. 1976. *Soudní lékařství*. Druhé přepracované doplněné vydání. Praha: Avicenum.

Thompson TJU, and Inglis J. 2009. Differentiation of serrated and non-serrated blades from stab marks in bone. *International Journal of Legal Medicine* 123(2):129 - 135.

Ventura F, Bonsignore A, Gallo M, Portunato F, and Stefano FD. 2010. A fatal case of suicidal stabbing and cutting. *Journal of Forensic and Legal Medicine* 17(3):120–122.

Vokurka M, and Hugo J. 2004. Velký lékařský slovník. 4. vydání. Praha: Maxdorf.

Wood CCE. 2005. Murder in the Okanagan: A Forensic Case Study. British Columbia History 38(1):7 - 11.

Žvák I, Brožík J, Kočí J, Ferko A, and Dědek T. 2006. Traumatologie ve schématech a RTG obrazech. Praha: Grada Publishing.