

MASARYKOVA UNIVERZITA

Lékařská fakulta

**Forenzní hodnocení poranění ostrými nástroji a předměty:
epidemiologie, interpretace a současné diagnostické možnosti
(Komentovaný soubor prací)**

Habilitační práce

MUDr. Petr Handlos, Ph.D.
Obor: Patologie

Brno 2026

Bibliografický záznam

Autor:	MUDr. Petr Handlos, Ph.D.
Pracoviště:	Ústav soudního lékařství FN Ostrava
Obor:	Patologie
Název práce česky:	Forenzní hodnocení poranění ostrými nástroji a předměty: epidemiologie, interpretace a současné diagnostické možnosti
Rok:	2026
Počet stran:	133
Klíčová slova:	bodnořezná poranění, ostré nástroje, soudní lékařství, postmortální CT angiografie, forenzní interpretace, vaskulární poranění

Bibliografický záznam (v angličtině)

Autor:	MUDr. Petr Handlos, Ph.D.
Pracoviště:	Institute of Forensic Medicine - University Hospital Ostrava
Obor:	Pathology
Název práce anglicky:	Forensic evaluation of injuries caused by sharp instruments and objects: epidemiology, interpretation and current diagnostic approaches
Rok:	2026
Počet stran:	133
Klíčová slova:	sharp force injuries, sharp instruments, forensic medicine, postmortem CT angiography, forensic interpretation, vascular injuries

Anotace

Habilitační práce se zabývá komplexním hodnocením poranění způsobených ostrými nástroji a předměty v soudně lékařské praxi. Práce shrnuje epidemiologické charakteristiky těchto poranění v domácím prostředí a porovnává je s daty dostupnými v mezinárodní literatuře. Podrobně jsou analyzovány makroskopické znaky ran, jejich počet, lokalizace a související obranná poranění, která mají zásadní význam při posuzování mechanismu útoku a jeho dynamiky. Součástí práce je i hodnocení přítomnosti doprovodného tupého násilí jako projevu možné eskalace konfliktu. Zvláštní pozornost je věnována interpretaci ran z hlediska odlišení vraždy, sebevraždy a nešťastné náhody. Práce dále představuje možnosti využití postmortální CT angiografie pro detailní zobrazení cévních lézí a pro zpřesnění rekonstrukce průběhu útoku. Metodika PMCTA je diskutována včetně jejího přínosu, limitů a praktické aplikace v případech poranění končetin. Integrace radiologických a pitevních nálezů umožňuje přesnější určení zdrojů krvácení a objektivizaci posudkových závěrů. Soubor případů ilustruje variabilitu klinicko-forenzních situací a význam korelace morfologie poranění s okolnostmi vzniku. Práce přináší doporučení pro standardizaci popisu a interpretace bodnořezných poranění v soudně lékařské praxi a ukazuje přínos moderních zobrazovacích metod pro zvyšování diagnostické přesnosti.

Abstract

This habilitation thesis focuses on the comprehensive evaluation of injuries caused by sharp instruments and objects in forensic medical practice. It summarizes the epidemiological characteristics of such injuries in the domestic setting and compares them with data available in international literature. The work provides a detailed analysis of the macroscopic features of wounds, including their number, location, and associated defensive injuries, which are essential for assessing the mechanism and dynamics of the assault. The thesis also examines the presence of concomitant blunt-force trauma as a potential indicator of conflict escalation. Special attention is devoted to the interpretation of wounds in the context of distinguishing homicide from suicide and accidental injury. Furthermore, the thesis presents the diagnostic potential of postmortem CT angiography for detailed visualization of vascular lesions and for refining the reconstruction of the course of an assault. The PMCTA methodology is discussed, including its benefits, limitations, and practical application in cases involving limb injuries. The integration of radiological and autopsy findings enables a more precise identification of bleeding sources and enhances the objectivity of forensic conclusions. The case series illustrates the variability of clinical-forensic scenarios and the importance of correlating wound morphology with the circumstances of injury. The thesis proposes recommendations for the standardization of the description and interpretation of sharp-force injuries in forensic medicine and demonstrates the contribution of modern imaging methods to improving diagnostic accuracy.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně s použitím uvedených literárních pramenů.

V Brně, dne 21.03.2026

.....

Poděkování

Rád bych na tomto místě vyjádřil upřímné poděkování osobnostem, které zásadním způsobem ovlivnily mé odborné směřování a profesní růst.

Mé první poděkování patří prof. MUDr. Liboru Páčovi, CSc., který mne již v době studia medicíny vedl na Ústavu anatomie a významně ovlivnil samotné počátky mé odborné dráhy. Právě pod jeho vedením jsem získal první zkušenosti s akademickou prací a vědeckým přístupem k medicíně. Jeho pedagogické nadšení, odborná erudice a lidský přístup pro mne byly trvalou inspirací. S vděčností a úctou na něj vzpomínám.

Upřímné poděkování patří také doc. MUDr. Ladislavě Horačkové, Ph.D., která mne vedla během doktorského studia a významně přispěla k mému odbornému rozvoji, zejména v oblasti vědecké práce a systematického přístupu k řešení odborných problémů.

Velké poděkování náleží rovněž prof. MUDr. Marku Joukalovi, Ph.D., který mne v průběhu let naučil přemýšlet o vědecké práci v širších souvislostech a významně mne vedl v oblasti publikační činnosti. Jeho přátelství, kolegiální podpora a odborné rady pro mne představují mimořádně cennou součást mé profesní dráhy.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat MUDr. Marku Dokoupilovi, Ph.D., MBA, který mne zasvětil do praktického výkonu soudního lékařství a významně přispěl k mému odbornému růstu, zejména v oblasti hodnocení poranění způsobených ostrými nástroji a předměty.

Obsah

Bibliografický záznam.....	2
Bibliografický záznam (v angličtině)	3
Anotace.....	4
Abstract.....	5
Poděkování	7
Seznam obrázků	10
Seznam zkratk.....	11
Komentář.....	12
Teoretická část.....	13
Terminologie a klasifikace.....	13
Poranění způsobená ostrými nástroji	13
Specifika popisu ostrých poranění.....	18
Hodnocení kanálů u bodnořezných poranění	22
Hodnocení vitality poranění.....	23
Charakteristika a forenzní analýza nástrojů způsobujících ostrá poranění.....	25
Klasifikace nástrojů způsobujících ostrá poranění.....	26
Forenzně významné parametry nástrojů způsobujících ostrá poranění.....	27
Přenos specifických stop nástroje do rány a jejich forenzní význam.....	28
Příčina smrti u řezných poranění.....	30
Zobrazovací metody u ostrých poranění.....	31
Histologické vyšetření.....	35
Imunohistochemické metody.....	35
Speciální pitevní techniky v případě poranění způsobených ostrými nástroji	36
Epidemiologie.....	38
Epidemiologie zranění způsobených ostrými nástroji	38
Globální a kulturně–legislativní determinanty.....	38
Česká republika v evropském epidemiologickém kontextu.....	38
Sociodemografické a vztahové faktory	39
Typ nástrojů a jejich epidemiologická dostupnost	39
Charakter a distribuce poranění.....	40
Intoxikace jako klíčový epidemiologický faktor	40

Gradace útoku.....	41
Epidemiologie pachatelů.....	41
Prohlídka těla zemřelého na místě nálezů u poranění způsobených ostrými nástroji.....	42
Forenzní interpretace poranění.....	45
Rozlišení vraždy, sebevraždy a náhody u poranění způsobených ostrými nástroji.....	45
Limity hodnocení a interpretační úskalí	50
Závěr	51
Literatura.....	52

Seznam obrázků

Obr. č. 1 Řezné rány; při okraji řezné rány č. 11 jsou patrné incipientní nářezy. Obě výše uložené řezné rány vznikly splynutím nejméně dvou řezných ran. V jejich okolí prosvítá kůží mapovitý červenofialový krevní výron.

Obr. č. 2 Komplex bodných ran způsobených plochým jednobřítým nástrojem.

Obr. č. 3 Rozsáhlá sečná rána hlavy pronikající do dutiny lební způsobená katanou.

Obr. č. 4 Bodnořezná rána vzniklá kombinací tlaku čepele v její dlouhé ose a současného tahu ostré hrany po povrchu těla (krku).

Obr. č. 5 Rozdvojení jednoho z úhlů rány (tzv. velká vlaštovčí křídla).

Obr. č. 6 Číslování bodných ran a hodnocení jejich vzdálenosti od úrovně plosky nohy a střední čáry.

Obr. č. 7 Rozsáhlá rána krku vzniklá splynutím většího počtu bodnořezných ran.

Obr. č. 8 V centrální části krku hluboká řezná rána bez vitální reakce vzniklá při snaze pachatele oddělit hlavu od trupu. Dále patrný průbod obličeje se zavedenou sondou.

Obr. č. 9 CT vyšetření prokazující přítomnost vzduchové embolie; patrný intrakardiální vzduch v srdečních dutinách. Dále přítomen oboustranný hemotorax s hladinami tekutiny v pleurálních dutinách.

Obr. č. 10 CT angiografie předloktí s nástřikem *arteria ulnaris* a *arteria radialis*; v dolní třetině předloktí patrné přerušení obou tepen s extravazací kontrastní látky do okolních měkkých tkání.

Obr. č. 11 Preparace *arteria radialis* na předloktí se zavedením kovové sondy do jejího lumen, umožňující průkaz jejího natětí a následného přetětí v úrovni zápěstí.

Obr. č. 12 Zkouška na vzduchovou embolii; rozpreparovaný osrdečníkový vak, pod vodním sloupcem otevírány jednotlivé srdeční oddíly.

Obr. č. 13 Sebeobránná poranění na levé horní končetině.

Obr. č. 14 Mnohočetná bodná poranění při sebepoškození; rány jsou téměř shodně orientované a lokalizované ve třech anatomických oblastech, patrná absence obranných poranění na horních končetinách.

Obr. č. 15 Úraz v uhelném dole; zasažení poškozeného rýpadlem do oblasti trupu.

Seznam zkratk

CT – počítačová tomografie

PMCTA – postmortální CT angiografie

MRI – magnetická rezonance

RTG – rentgenové vyšetření

UZ – ultrazvukové vyšetření

FAST – Focused Assessment with Sonography for Trauma

3D – trojrozměrný

a. ulnaris – arteria ulnaris

a. radialis – arteria radialis

Komentář

Poranění způsobená ostrými nástroji patří k nejvýznamnějším a současně nejkomplexnějším oblastem soudního lékařství. Správná interpretace morfologie jednotlivých ran, jejich počtu, orientace a vzájemných vztahů je klíčová pro rekonstrukci mechanismu jejich vzniku, hodnocení intenzity působícího násilí i posouzení obranné aktivity oběti [1–3]. Moderní soudní lékařství se již neomezuje na popis základních morfologických znaků, ale klade stále větší důraz na přesnější standardizaci hodnocení, na objektivní metody dokumentace a na kombinaci klasických pitevních technik s pokročilými zobrazovacími metodami [2, 4–6].

V posledních letech přinesl výzkum ostrých poranění několik významných trendů. Patří mezi ně podrobnější statistické analýzy rozsáhlých souborů případů, které umožňují odhalit vzorce chování pachatelů, demografické faktory i vztah mezi charakterem ran a dynamikou útoku [7–9]. Dále se rozvíjí forenzní radiologie, zejména postmortální CT a jeho angiografické modality, které mohou zpřesnit diagnostiku cévních poranění a poskytnout data obtížně zjistitelná při samotné pitvě [4, 5, 10]. S rostoucí komplexitou případů narůstá i potřeba interdisciplinárního pohledu, například při hodnocení poranění v kontextu intoxikací, psychóz či pochybení v klinické péči [1, 3].

Soubor publikací, který je zde prezentován, přímo navazuje na výše uvedené teoretické principy i moderní trendy. Jednotlivé články představují tři odlišné, ale vzájemně se doplňující roviny praktického zkoumání ostrých poranění:

- **Epidemiologicko-morfologickou**, založenou na rozsáhlé analýze vzorců poranění, hodnocení sebeobrany, doprovodného tupého násilí v případech vražd [7–9].
- **Metodicko-diagnostickou**, reprezentovanou zavedením postmortální CT angiografie u bodnořezných poranění končetin, která rozšiřuje možnosti dokumentace cévních lézí [4, 5, 10].
- **Klinicko-forenzní**, zastoupenou specifickými případy, které ukazují poukazují na úskalí klinické diagnostiky, forenzní interpretace i právních dopadů [1, 3].

Soubor prací představuje přirozené pokračování teoretické části práce. Zatímco teoretická kapitola vymezuje základní terminologii, klasifikaci a zásady popisu ostrých poranění, publikované studie ukazují jejich praktické uplatnění, potvrzují význam systematického hodnocení a dokumentují nové možnosti, které dnešní soudní lékařství nabízí [1, 3, 7]. Společně tvoří celek, který propojuje základní morfologii ran s moderními metodami jejich interpretace a přináší nové poznatky využitelné v každodenní praxi. Publikace autora, které tvoří součást této habilitační práce, jsou v seznamu literatury zvýrazněny tučně.

Teoretická část

Terminologie a klasifikace

Poranění ostrým předmětem vznikají působením mechanické síly soustředěné na malou plochu, a to nástroji opatřenými ostřím či hrotem. Na rozdíl od poranění způsobených tupým předmětem zde zpravidla nedochází ke zhmoždění okolních tkání, ale k jejich čistému přetěti nebo propíchnutí [1–3, 11]. Základním znakem těchto poranění je hladký, ostrý okraj rány bez lemů pohmoždění, což umožňuje poměrně přesně identifikovat typ působícího nástroje [1, 3, 12].

Poranění způsobená ostrými nástroji

Poranění způsobená ostrými předměty nebo nástroji lze klasicky rozdělit do tří základních skupin: řezná, sečná a bodná poranění. Toto rozdělení vychází především z dominantního mechanismu působení síly a z charakteru použitého nástroje [1–3]. Morfologie vzniklých ran je přitom ovlivněna nejen vlastnostmi nástroje, ale také směrem a intenzitou působící síly, pohybem těla a vlastnostmi poraněných tkání [2, 13].

Řezné rány

Řezné rány vznikají současným tlakem a tahem ostrého předmětu po povrchu těla. V případě útoku ze strany druhé osoby mohou vzniknout také švihem vedeným úderem ruky s ostrým nástrojem nebo tečným zasažením povrchu těla při bodnutí. Síla působí tangenciálně, což vede k přerušení kůže, podkoží a někdy i hlubších struktur, aniž by docházelo k výraznému zhmoždění okolních měkkých tkání [1–3, 11, 14]. Řezné rány typicky mají hladké okraje a ostré úhly (obr. č.1). Hloubka rány je obvykle menší než její délka a její delší osa zpravidla odpovídá směru pohybu ostří. Kromě zcela povrchních poranění jsou tyto rány většinou zející, šíře rozestupu rány závisí na průběhu elastických vláken v kůži (tzv. Langerových liniích) tedy na její štěpitelnosti [1, 2, 15].

V místě začátku řezné rány může být někdy patrný tzv. incipientní zářez, kde se ostří poprvé zanořilo do kůže. Přibližně ve dvou třetinách délky bývá rána nejhlubší a směrem ke konci postupně vystupuje k povrchu. Tvar a uspořádání okrajů řezné rány tak může orientačně napomoci při určení směru vedení řezu; ten může být lineární nebo obloukovitý s různým stupněm zakřivení v závislosti na mechanismu vzniku poranění [1, 3].

Okraje rány jsou typicky hladké, bez přítomnosti oděrek a bez výrazných známek pohmoždění, což tyto rány odlišuje od tržně zhmožděných ran způsobených tupým násilím. V okolí řezné rány bývá běžně přítomen krevní výron svědčící pro její intravitální vznik. Někdy lze pozorovat i drobné sekundární zářezy nebo stopy po skluzu ostří při opakovaném kontaktu čepele s povrchem kůže [2, 15].

Ve srovnání s jinými typy poranění jsou řezné rány typicky delší než hlubší a mají relativně rovné a pravidelné okraje. Na rozdíl od bodných ran nebo tržně zhmožděných poranění se zde zpravidla nevyskytují vazivové můstky, oděrky či výrazné pohmoždění okolních tkání [1–3].



Obr. č. 1 Řezné rány; při okraji řezné rány č. 11 jsou patrné incipientní nářezy. Obě výše řezné rány vznikly splnutím nejméně dvou řezných ran. V jejich okolí prosvítá kůží mapovitý červenofialový krevní výron.

Bodné rány

Bodné rány vznikají tlakem ostrého či hrotnatého předmětu vedeným v jeho dlouhé ose, tedy bodnutím [1–3]. Síla působí převážně v ose nástroje, což vede k prorážení kůže, podkoží a často i hlubších struktur, jako jsou cévy, svaly nebo orgány [1, 2, 16]. Okraje bodných ran bývají zpravidla hladké, přičemž úhly rány mohou být ostré i tupé (obr. č. 2) v závislosti na použitém nástroji [1–3, 11, 14]. V okolí obvykle nebývá výrazné zhmoždění měkkých tkání [1, 2]. Typickým znakem bodného poranění je, že hloubka rány je větší než její délka na povrchu [1–3].

Bodná poranění mohou být penetrující, kdy nástroj proniká do hloubky a vytváří bodný kanál, nebo perforující, při nichž nástroj projde tělem a vytvoří kromě v bodu také výbod [1, 3]. Průběh bodného kanálu může být přímý, nebo měnit směr podle sklonu nástroje, odporu jednotlivých tkání či pohybu těla během poranění [2, 13].

Tvar v bodu odpovídá tvaru průřezu použitého nástroje [1, 2, 17]. U jednostranně broušeného ostří bývá v bod štěrbinovitý s jedním ostrým a jedním tupým úhlem [1, 2]. U oboustranně broušeného ostří mají oba konce rány ostrý úhel a v bod může být vřetenovitý [1–3]. Pokud dojde k proniknutí celé délky čepele, může být na kůži patrný otisk rukojeti nástroje [1, 3].

Další morfologické znaky mohou zahrnovat drobné oděrky nebo kožní praskliny v okolí v bodu, zejména při šikmém či rotovaném vedení bodu [2, 13]. Bodný kanál může obsahovat krevní koagula, vzduchové bubliny či tkáňové úlomky odpovídající poškozeným strukturám [2]. Hojení bodných ran závisí na hloubce kanálu, rozsahu poškození a případné kontaminaci [3]. Rány se hojí odspodu, mohou být komplikovány infekcí nebo vznikem hematomu v hlubších tkáních [3]. Při nekomplikovaném průběhu bývá jizva na povrchu nenápadná, avšak při rozsáhlejší poškození hlubokých struktur může být proces hojení delší [1, 3].



Obr. č. 2 Komplex bodných ran způsobených plochým jednobřítým nástrojem.

Sečné rány

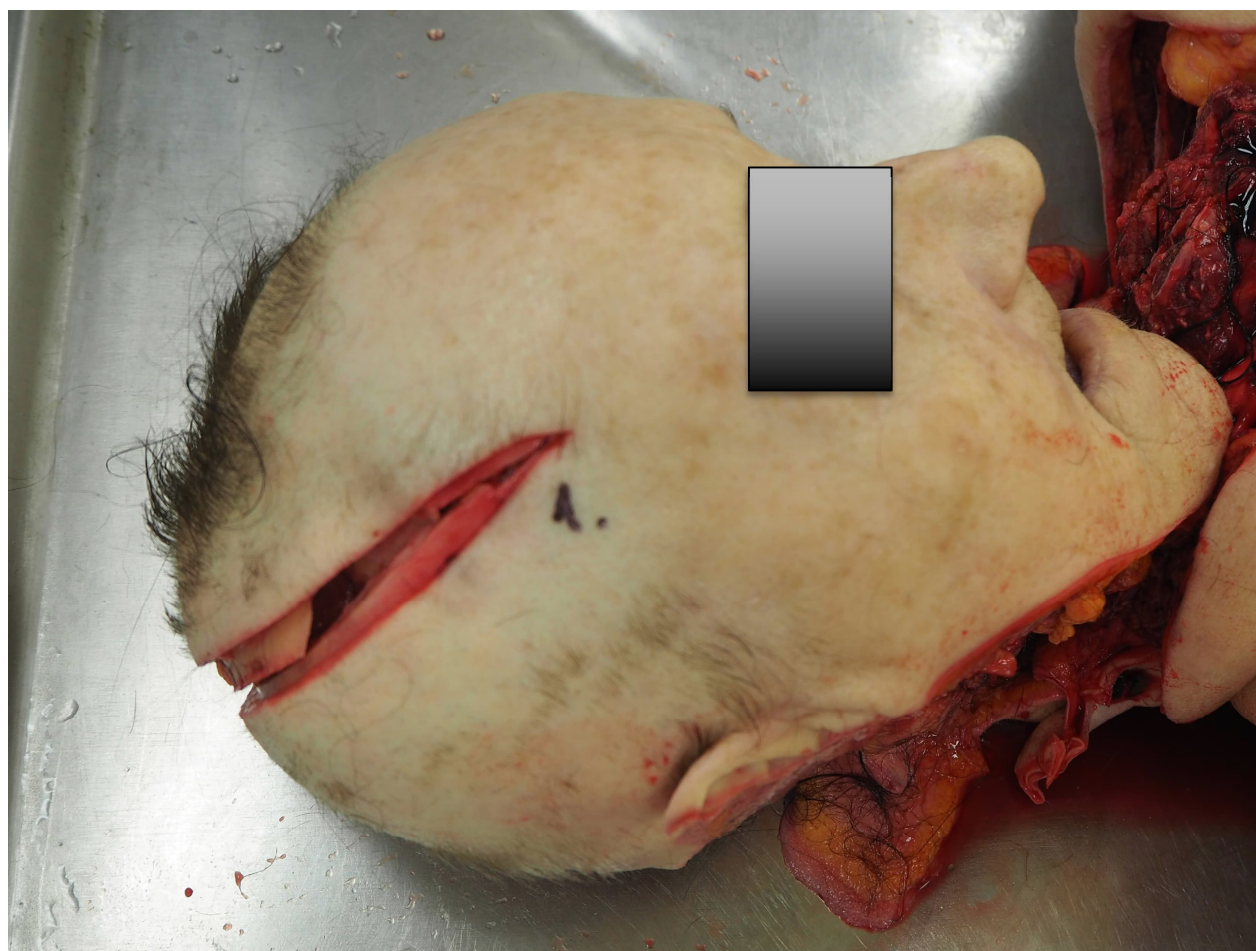
Sečná poranění vznikají působením těžšího ostrého předmětu s delší čepelí či hmotností, vedeného značnou silou, obvykle švihem (např. sekera, mačeta, kosa, meč) [1–3, 18]. Uplatňuje se zde nejen řezný účinek ostří, ale také vysoká kinetická energie nástroje, která proniká hluboko do tkání a může zasáhnout svaly, cévy, nervy i kost [1, 2, 19]. Ve srovnání s řeznými ranami jsou sečná poranění výrazně hlubší a vedou k rozsáhlejší devastaci měkkých tkání [1–3].

Sečná rána bývá hluboká, klínovitě tvarovaná, s hladkými okraji (obr. č. 3). V místě kontaktu ostří s kostí lze často pozorovat zářez či rýhu odpovídající tvaru ostří [1, 13]. Okolí poranění bývá jen minimálně zhmožděno, avšak při značné intenzitě úderu může dojít k odlomení části kosti nebo k tříštivé zlomenině [1, 3].

Závažná jsou zejména sečná poranění hlavy. Ostří může proniknout měkkými tkáněmi, protnout lebeční kost a zasáhnout mozkovou tkáň, což vede k rozsahu poškození od kontuzí až po její devastaci [1, 2, 19, 20].

Další morfologické znaky sečných ran mohou zahrnovat stopy po skluzu ostří či drobné oděrky na okrajích rány při neúplném zanoření ostří nebo při změně směru úderu [2, 13]. Hloubka a sklon sečné rány odpovídají směru vedení úderu a použitému typu nástroje [1, 3].

Hojení sečných ran závisí na hloubce a rozsahu poškození měkkých i tvrdých tkání [3]. Rány se hojí odspodu, často za tvorby výraznější jizvy, zejména pokud došlo k poškození svalů nebo kostí. Přítomnost poranění kostních struktur, zejména zlomenin, může průběh hojení komplikovat a prodlužovat. [3].



Obr. č. 3 Rozsáhlá sečná rána hlavy pronikající do dutiny lební způsobena katanou.

V praxi se pak můžeme setkat s kombinací výše uvedených ran, typicky se vznikem bodnořezné rány. Bodnořezné rány vznikají při zanoření, či vytažení čepele z bodného kanálu, kdy se uplatňuje současný tah a tlak ostré hrany bodnořezného nástroje (obr. č. 4).



Obr. č. 4 Rána č. 1 je bodnořezná, která vznikla kombinací tlaku čepule v dlouhé ose a současným tahem ostré hrany po povrchu těla (krku).

Specifika popisu ostrých poranění

V případě popisu ostrých poranění je nutno zachovávat určitou posloupnost [1, 3, 11]. Rány na těle obvykle schematicky číslujeme od shora dolů, zprava doleva [1, 2]. U každé rány se uvádí její typ (řezná, bodná, sečná, bodnořezná) a její přesná lokalizace a orientace [1, 3]. Popíšeme okraje rány, její úhly, velikosti rány a provedeme její kótování – stanovíme lokalizaci středu rány od úrovně plosky nohy a od střední čáry [1–3]. Dále se popíše bezprostřední okolí rány – přítomnost doprovodných poranění kožního krytu, znečištění, u řezných ran se popíše spodina rány [1, 3]. V případě absence vitality rány, tuto je nutno blíže popsat [1].

Číslování ran

Jak již bylo uvedeno, pokud to situace umožňuje, rány se schematicky číslují shora dolů a zprava doleva, postupně od hlavy přes přední a zadní stranu trupu až po horní a dolní končetiny [1, 2]. Je však nutné mít na paměti, že toto číslování je pouze orientační a ve většině případů neodpovídá skutečnému chronologickému sledu vzniku jednotlivých poranění [1–3].

Tvar rány

Tvar rány představuje jeden z klíčových znaků při posuzování mechanismu jejího vzniku [1–3, 11]. Vychází z kombinace vlastností poraněného povrchu těla, směru a charakteru působící síly i typu použitého nástroje či předmětu [2, 13]. V případě zasažení povrchu těla plochých bodnořezným nástrojem rány bývají lineární, případně štěrbinovité [1, 2].

Lokalizace rány

Přesná lokalizace poranění je důležitá pro jeho forenzní interpretaci [1–3]. U každé rány je nutné uvést její umístění ve vztahu k anatomickým strukturám a zároveň určit její stranovou lokalizaci [1, 2].

Orientace rány

Hodnocení orientace ran je zásadní pro stanovení mechanismu úrazového děje a pro následnou rekonstrukci směru působící síly [1–3, 11]. Orientace rány by měla být popsána podle hlavních tělních os, a to podle směru, který u rány jednoznačně převažuje [1, 2]. Obvykle se uvádí vztah k ose podélné (*kraniokaudální*), příčné (*mediolaterální*) a případně i šikmé orientaci, pokud průběh rány neodpovídá jedné z hlavních os [1, 3].

Okraje rány

Hodnocení okrajů rány patří k základním morfologickým znakům, které umožňují určit typ použitého nástroje i mechanismus vzniku poranění [1–3]. Sleduje se jejich hladkost či nepravidelnost (přerušení), přítomnost oděrek, lemů pohmoždění [1, 2].

Úhly rány

Úhly rány představují důležitý morfologický znak, který pomáhá určit typ použitého nástroje a orientaci ostří [1, 2, 11]. Sleduje se, zda jsou úhly ostré, tupé či rozdílné na obou koncích rány [1, 3]. U jednostranně broušeného ostří bývá jeden konec rány zakončen ostrým úhlem a druhý tupým, zatímco u oboustranně broušeného ostří bývají oba úhly ostré [1–3]. V některých případech se lze setkat s rozdělením jednoho z úhlů rány, což vytváří obraz tzv. vlaštovčích křídel [1, 13]. Malá vlaštovčí křídla vznikají tehdy, když je čepel nože široká a její tupá strana má

ostřejší hrany, které při průniku kůží lehce naříznu původně tupý úhel rány [2]. Velká vlaštovčí křídla popisujeme v situaci, kdy dojde k pootočení čepele v průběhu bodu nebo při jejím vytahování; rotace tak vytvoří druhý, výraznější zářez v zakončení rány (Obr. č. 5) [2, 13]. Tento morfologický znak může pomoci nejen při určování charakteru nástroje, ale také při rekonstrukci dynamiky útoku [1–3].



Obr. č. 5 Rozdvojení jednoho z úhlu rány (tzv. velká vlaštovčí křídla).

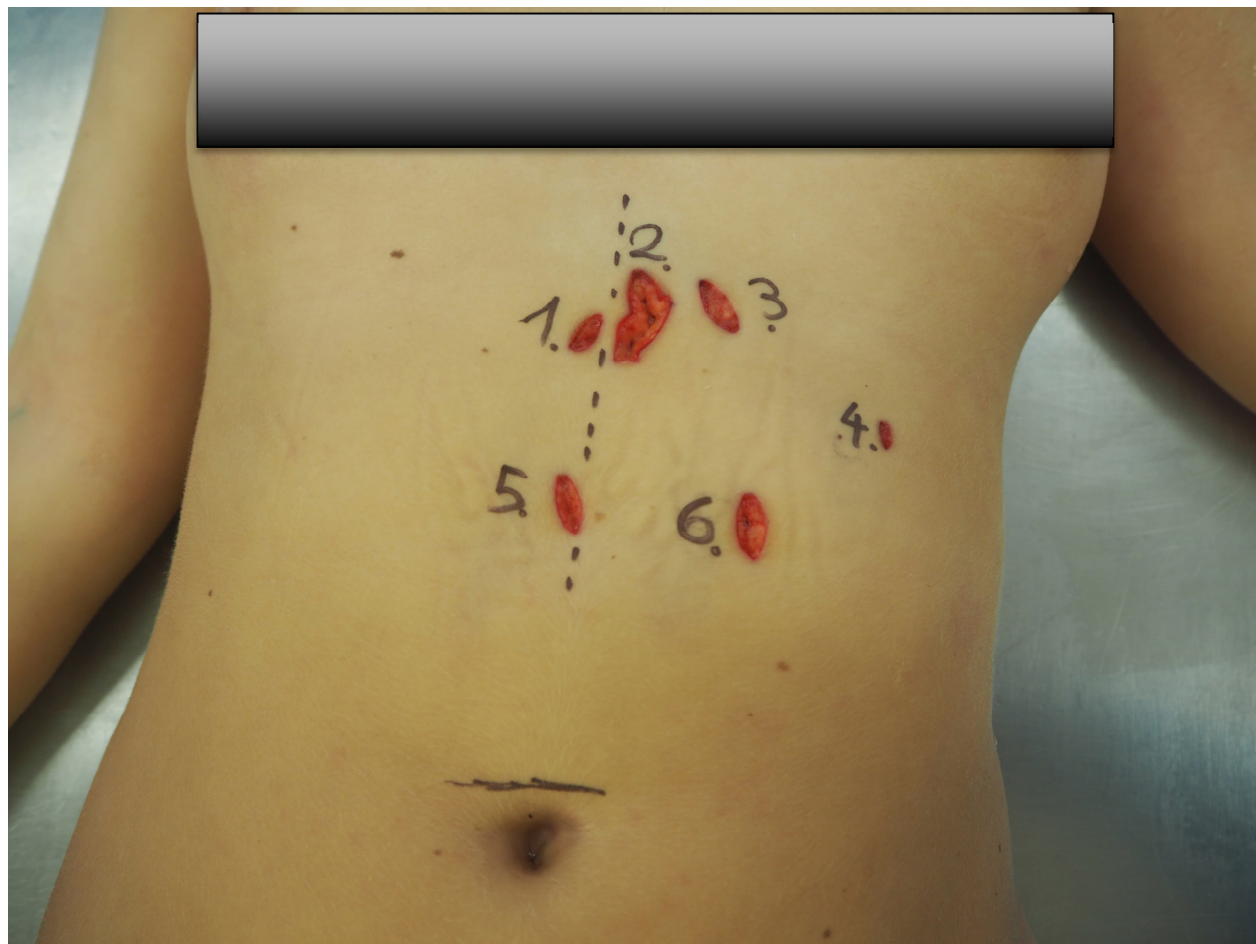
Velikost rány

Velikost rány stanovujeme ve dvou na sebe kolmých směrech (šířka + výška), aby byl zachycen její skutečný povrchový rozsah [1–3, 11]. Údaje standardně uvádíme v centimetrech se zaokrouhlením na jedno desetinné místo [1, 2]. Měření provádíme přímo na těle, v anatomicky srozumitelných rovinách, při zachování šetrné manipulace s okraji rány [1–3]. U povrchných poranění obvykle postačuje stanovení dvou rozměrů [1]. U hlubších či komplikovaných ran lze doplnit i orientační údaj o hloubce, pokud jej lze bezpečně zjistit bez narušení přirozeného tvaru a struktury rány [1, 3]. Je třeba mít na paměti, že kožní elasticita může rozměry mírně zkreslit – zejména u řezných a bodných ran, jejichž okraje se mohou stáhnout nebo naopak rozevřít [2, 13].

Kótování rány

Kótování rány slouží k přesnému určení její polohy na těle pomocí dvou nezávislých měření [1–3]. Vzdálenost středu rány se zaznamenává jednak od úrovně plosky nohy, která představuje stabilní vertikální referenční bod, a dále od přední střední čáry jakožto základní anatomické osy v horizontálním směru (Obr. č. 6) [1, 2]. Obě hodnoty se uvádějí v centimetrech, obvykle se zaokrouhlení na jedno desetinné místo [1, 2, 11]. Měření se provádí pružným pásmem vedeným po povrchu těla tak, aby respektovalo jeho přirozené zakřivení a umožnilo přesnou, reprodukovatelnou dokumentaci lokalizace poranění [1, 2].

Tento typ kótování má význam především na hlavě, krku a trupu, kde umožňuje přesně popsat polohu poranění vůči stabilním anatomickým osám [1–3, 14]. Na dolních končetinách se obvykle stanovuje pouze vzdálenost středu rány od úrovně plosky nohy, protože horizontální orientace vůči střední čáře zde ztrácí praktický význam [1, 2]. Na horních končetinách se kótování ran obecně neprovádí – jejich vysoká mobilita a variabilita poloh znemožňují vytvořit spolehlivý a reprodukovatelný referenční systém [2, 3].



Obr. č. 6 Číslování bodných ran a hodnocení jejich vzdálenosti od úrovně plosky nohy a střední čáry.

Hodnocení rozsáhlých komplexů poranění

V případech, kdy více ran splývá do jednoho rozsáhlého a morfologicky složitého poranění, se jako samostatné označují pouze ty úseky, které lze bezpečně odlišit podle jejich tvaru, orientace, charakteru okrajů či dalších specifických znaků [1–3, 11]. Smyslem je stanovit nejmenší počet jednoznačně identifikovatelných ran tak, aby popis odpovídal realitě a nevytvářel zdání většího počtu poranění než lze skutečně prokázat [1, 2]. Tento postup zajišťuje konzistentní a odborně přesné hodnocení i u velmi komplexních poranění, která mohou vznikat kombinací více mechanismů nebo opakovaným působením stejného nástroje (Obr. č. 7) [1–3].



Obr. č.7 Rozsáhlá rána krku, která vznikla splynutím většího počtu bodnořezných ran.

Hodnocení kanálů u bodnořezných poranění

Řezné a sečné rány kanály nevytvářejí, protože jejich mechanismus působení je převážně tangenciální – ostří se pohybuje po povrchu těla a odděluje tkáň ve směru řezu, aniž by vznikla prostorová struktura připomínající tunel [1, 3, 11]. U sečných poranění se sice může objevit hluboký, klínovitě tvarovaný defekt sahající až ke kosti, nejde však o skutečný kanál, ale o otevřenou ránu, jejíž tvar a hloubka odpovídají šíři a energii zanoření ostří při švihů [1, 2]. Skutečný kanál vzniká pouze u bodných a bodnořezných poranění, kdy se nástroj zanořuje do hloubky ve své dlouhé ose [1–3].

Vbod, bodný kanál, výbod

U bodné rány je možné pozorovat vbod, tedy místo, kde bodný nástroj poprvé proniknul do těla [1–3]. Na vbod plynule navazuje bodný kanál, který představuje dráhu pohybu hrotu, potažmo čepele v hloubce měkkých tkání a odráží směr, úhel i dynamiku zanoření nástroje [1, 2]. Pokud čepel projde tělem zcela, kanál ústí ve výbod, kterým nástroj z těla vyniká [1–3]. V situaci, kdy jsou přítomny všechny tři morfologické struktury – vbod, vlastní bodný kanál i výbod – lze hovořit o průbodu, tedy úplném proniknutí nástroje danou lokalitou těla [1].

Vbod

Vbod představuje místo prvního kontaktu hrotu bodného či bodnořezného nástroje s tělem a je nejdůležitějším nálezem sloužícím pro posouzení typu použitého nástroje [1–3, 11]. Jeho morfologické vlastnosti poměrně věrně odrážejí tvar hrotu, profil čepele, ostrost, šíři i typ ostří, a proto bývá ve forenzní praxi považován za klíčovou strukturu při hodnocení bodných poranění [1, 2]. Tvar vbodu odpovídá průřezu nástroje v místě jeho hrotu [1–3]. Jednostranně broušené čepele vytvářejí vbod s jedním ostrým a jedním tupým úhlem, zatímco oboustranně broušené nástroje mají oba konce rány zakončeny ostrými úhly a vbod působí symetričtěji [1–3]. Atypické nástroje mohou vytvářet polygonální, či nepravidelné tvary vbodu [2, 13]. Čím bude hrot nástroje širší a tupější, můžeme se v okraji rány setkat se vznikem doprovodných poranění charakteru trhlin, či oděrek kůže [2].

Bodný kanál

Bodný kanál navazuje na vbod a je tvořen rozestoupenými a zhmožděnými měkkými tkáněmi prosáklými krví [1–3, 11]. Při proniknutí předmětu s tupým hrotem nebo nepravidelným povrchem může dojít k zavlečení cizorodých částic do okolních tkání [2]. Na konci bodného kanálu lze někdy nalézt odlomený hrot nástroje; k odlomení či ohnutí čepele může dojít také při prudkém pohybu oběti [1, 2]. Bodný kanál je zpravidla přímý, avšak může měnit směr při nárazu nástroje na skelet nebo při náhlé změně polohy zraněného v průběhu útoku [1–3]. Pohybující se orgány, například při dýchání, mohou směr kanálu ovlivnit a některé duté orgány mohou před pronikajícím nástrojem dokonce ustoupit [1, 13].

Délka bodného kanálu může korespondovat s délkou čepele použitého nástroje, je však kratší, pokud nedojde ke kompletnímu zanoření, a naopak může být relativně delší, je-li nástroj zatlačen do těla značnou silou a dojde ke kompresi měkkých tkání [1–3]. Tvar bodného kanálu odpovídá průřezu čepele či hrotu, avšak u orgánů se svalovou vrstvou může v důsledku nastupující posmrtné svalové ztuhlosti docházet k retrakci stěn kanálu, takže se jeví užší, než byl zraňující předmět [2]. Z jednoho vbodu zpravidla vychází jeden bodný kanál, avšak při neúplném vnoření nástroje a jeho opětovném zabodnutí může vzniknout kanálů více [1, 2].

Při popisu bodného kanálu je nutné detailně uvést všechny anatomické struktury, kterými procházel, stanovit jeho směr ve vztahu ke třem základním tělním rovinám a změřit jeho délku [1–3]. Bodné kanály nikdy nesondujeme naslepo, aby nedošlo k vytvoření arteficiálního „falešného“ kanálu [1, 2]. Správný postup u penetrujících poranění do tělních dutin spočívá v postupném odpreparování kanálu po vrstvách, což umožňuje jeho bezpečné sledování až ke konečnému zakončení [1–3]. U poranění končetin či obličeje doporučujeme sondování provádět až po jejich podrobném makroskopickém popisu [2].

Výbod

Výbod představuje místo, kde bodný kanál končí a kde čepel nástroje opouští tělo [1–3]. Bývá zpravidla menší, méně pravidelný a méně výrazný než vbod [1, 2]. Okraje výbodu mohou mít tržný charakter, zejména u nástrojů s tupým hrotem [2]. U nástrojů s ostrým hrotem je rozlišení vbodu a výbodu mnohdy velmi obtížné [1–3]. S bodnými poraněními charakteru průbodu můžeme se nejčastěji setkat na končetinách [1].

Hodnocení vitality poranění

Hodnocení vitality poranění představuje klíčový krok při odlišení poranění vzniklých zaživa od změn vzniklých až po smrti [1–3]. Vitalita se posuzuje podle morfologických, histologických a přidružených biologických reakcí, které svědčí o funkčním krevním oběhu v době vzniku poranění [2, 13]. Z makroskopických znaků je nejvýznamnější známkou prokrvácení okrajů rány, přítomnost vitálních oděrek kůže a krevních podlitin v okolí rány [1–3]. Na histologické úrovni lze hodnotit krvácení do tkání, časné zánětlivé změny, migraci leukocytů a další buněčné reakce [1, 21]. Laboratorní metody (např. stanovení enzymů, imunohistochemie či molekulární analýza) mohou závěr dále zpřesnit, zejména u časově velmi krátkých intervalů, kdy je makroskopická reakce minimální [21, 22]. Správné vyhodnocení vitality je zásadní pro rekonstrukci mechanismu děje, interpretaci násilí a odlišení *ante mortem* a *post mortem* zásahů [1–3].

S posmrtně vzniklými ranami se pak v praxi setkáváme především v souvislosti s manipulací s tělem, rozkouskáváním, snahou o odstranění stop nebo při zásazích živočichů [1–3]. Tyto rány postrádají vitální reakci – chybí krvácení do okolních tkání, zánětlivá odpověď či jakékoli známky hojení [1, 2]. Okraje bývají „suché“, ostře ohraničené, nažloutlé barvy [1]. Problematické může být hodnocení ran v posmrtných skvrnách díky stáze krve, která může imitovat intravitální prosáknutí [2]. Vlivem hromadění krve v kapilárách a žilním řečišti se mohou okraje posmrtné rány v těchto lokalizacích jevit tmavší nebo více prokrvené, aniž by šlo o skutečnou vitální reakci [2, 3]. Rozhodující je tedy celkové posouzení všech dostupných znaků, zejména absence krvácení do tkání, charakter okrajů a případně histologické vyšetření, které umožní spolehlivé odlišení *ante mortem* a *post mortem* poranění [3, 21, 22].

K posmrtným poraněním dochází nejčastěji při manipulaci s tělem, například při snaze tělo přemístit, ukryt nebo ztížit identifikaci [1–3]. Typickým příkladem je defenzivní rozkouskávání, při němž pachatel tělo rozděluje čistě z logistických důvodů (Obr. č. 8). Další skupinu tvoří poranění způsobená živočichy, zejména hlodavci nebo hmyzem, kde jsou typické nepravidelné defekty měkkých tkání s charakteristickými okusy a bez známek vitálního krvácení [1, 2]. Setkáváme se také s arteficiálními změnami při autopsii, například od preparace či odběru vzorků tkání [1].



Obr. č. 8 V centrální části krku je hluboká řezná rána bez vitální reakce, která vznikla při snaze pachatele oddělit hlavu od trupu. Dále je na snímku patrný průbod obličeje s umístěnou sondou.

Charakteristika a forenzní analýza nástrojů způsobujících ostrá poranění

Nástroje a předměty schopné způsobit ostrá poranění tvoří širokou a morfologicky různorodou skupinu. Jejich společným znakem je přítomnost ostří či hrotu, který umožňuje soustředit působící sílu na velmi malou plochu a přerušit tak kožní kryt i hlubší struktury [1–3]. Forenzní analýza ostrých nástrojů se zaměřuje na jejich konstrukční vlastnosti, mechaniku jejich použití a charakter stop, které zanechávají v tkáních [1, 2, 11]. Správná interpretace těchto znaků je zásadní pro rekonstrukci mechanismu útoku a identifikaci typu použitého nástroje [1–3].

Základními morfologickými parametry nástroje, které mají dopad na podobu poranění, jsou jeho celková délka a šířka, tvar průřezu nástroje, ostrost a úhel ostří, typ hrotu, přítomnost jednostranného či oboustranného broušení, případně zoubkování [1, 2]. Každý z těchto prvků může modifikovat charakter rány [1, 2, 11]. Jednostranně broušené čepule vytvářejí typické zakončení s jedním ostrým a jedním tupým úhlem, zatímco oboustranně broušené čepule produkují rány s oběma konci zakončenými ostrými úhly [1–3]. Zoubkování ostří může na kůži zanechat jemné, opakující se sekundární zářezy či nepravidelnosti okrajů [1, 2]. Tvar průřezu čepule se odráží především ve tvaru vbodu a může napomoci k identifikaci typu nástroje [1–3, 11].

Významnou součástí forenzního hodnocení je i analýza mechaniky pohybu nástroje [1–3]. Směr vedení bodu nebo řezu, úhel dopadu, rychlost a rotační složka pohybu se odrážejí v orientaci rány a jejich úhlech [1, 2]. U sečných nástrojů se dále hodnotí hloubka a tvar rány, přítomnost zářezů na kosti či přítomnost tříštivých zlomenin, které odrážejí kinetickou energii a hmotnost použitého předmětu [1–3].

Při rekonstrukci útoku se hodnotí nejen vzhled jednotlivých ran, ale také jejich vzájemný vztah [1, 2]. U opakovaných bodných nebo řezných poranění lze stanovit způsob držení nástroje i pohyb útočníka a oběti během útoku, v případě menšího počtu ran lze někdy odhadnout i pořadí vzniku jednotlivých poranění [1, 14]. Forenzní interpretace má ale své limity — u mnoha nástrojů lze určit pouze jejich obecný typ nebo tvarovou skupinu, nikoli daný konkrétní nástroj [1, 2].

Charakteristika a analýza nástrojů způsobujících ostrá poranění tak tvoří nezbytný doplněk morfologie vlastních ran. Teprve kombinace obou přístupů umožňuje podat ucelený, forenzně hodnotitelný závěr o povaze, mechanismu a dynamice vzniku ostrých poranění [1, 2, 11].

Klasifikace nástrojů způsobujících ostrá poranění

Nástroje způsobující ostrá poranění lze třídit podle několika hledisek – podle konstrukce čepele, mechanismu účinku, tvaru hrotu či typu ostří [14]. Pro forenzní praxi je nejvýznamnější členění, které odráží způsob přenosu mechanické energie do tkání a umožňuje předvídat charakter výsledných poranění. Klasifikace je užitečná nejen pro popis samotných nástrojů, ale i pro interpretaci morfologických znaků rány a odhad mechanismu útoku [15].

Nástroje s ostrým ostřím (řezné nástroje)

Tuto skupinu tvoří nástroje, jejichž hlavním účinkem je řez — tedy kombinace tlaku a tahu ostří po povrchu těla [1, 3]. Ostří bývá obvykle jednostranně broušené a umožňuje oddělování tkání čistým přetětím bez výrazného zhmoždění okolí. Typickými zástupci jsou nože, žiletky, skalpely, břitvy či střepy skla. Rány vzniklé těmito nástroji mají hladké okraje a délka poranění zpravidla přesahuje jeho hloubku [1–3, 11, 14].

Nástroje s hrotem (bodné nástroje)

Sem patří nástroje určené primárně k pronikání do hloubky tkání v ose své délky. Hrot soustřeďuje sílu na minimální plochu a umožňuje vytvoření hlubokého bodného kanálu. Patří sem nože s výrazně tvarovaným hrotem, šídla, jehly, šroubováky, hroty nářadí či různé improvizované bodné předměty. Bodné rány jsou typické tím, že hloubka poranění přesahuje jeho délku na povrchu a tvar v bodu odpovídá průřezu hrotu [1–3, 14, 23].

Nástroje kombinující řezný a bodný účinek (bodnořezné nástroje)

V praxi jde o nejčastější skupinu poranění, protože většina běžných nožů umožňuje způsobit, jak bodnou, tak řeznou ránu. Kombinovaný účinek se projevuje jak štěrbinovitým tvarem v bodu, tak hladkými okraji vzniklými tahem ostří při zanořování či vytahování nástroje z rány. Zástupci této skupiny jsou klasické kuchyňské nože, zavírací nože, lovecké nože či taktické a bojové nože. Morfologie ran může odrážet jak tlak v ose nástroje, tak tangenciální složku pohybu [1–3].

Sečné nástroje

Sečné nástroje využívají nejen ostří, ale i značnou kinetickou energii danou jejich hmotností a rychlostí švihů. Způsobují obvykle hluboké, klínovité rány, které mohou zasáhnout svaly, kosti i orgány. Typickými představiteli jsou sekery, mačety, kosy, meče, katanové čepele a další těžší ostrohranné nástroje [1, 3, 14]. V kostech mohou vytvářet charakteristické zářezy a rýhy, které umožňují orientační určení tvaru ostří.

Nástroje s atypickým nebo kombinovaným profilem

Do této skupiny patří méně běžné nebo improvizované ostré předměty, jejichž tvar či konstrukce mohou vytvářet nestandardní typy ran. Může jít o ulomené části kovových konstrukcí, ostré hrany plechů, skleněné či keramické střepy, fragmenty rozbitých lahví, chirurgické nástroje či pracovní nářadí [24, 25]. Tyto nástroje mohou zanechávat nepravidelné, vícečetné či kombinované poranění s netypickými zářezy nebo sekundárními stopami.

Forenzně významné parametry nástrojů způsobujících ostrá poranění

Forenzní analýza ostrých nástrojů se opírá o řadu konstrukčních a mechanických vlastností, které se zpravidla určitým způsobem odrážejí v morfologii rány.

Šířka čepele

Šířka čepele je jedním ze základních parametrů, které ovlivňují morfologii rány. U bodných poranění může šířka vbodového otvoru orientačně odpovídat maximální možné šířce nástroje. Je však třeba počítat s pružností kůže, která může skutečnou hodnotu mírně měnit – jak směrem k menším, tak i k větším naměřeným rozměrům. U řezných ran se šířka čepele odráží spíše v rozsahu a charakteru rozestupu okrajů, zejména pokud řez probíhá kolmo na Langerovy linie [1, 3, 14].

Tloušťka čepele

Tloušťka méně ovlivňuje povrchovou morfologii vbodového otvoru, významnější je její dopad na tvar bodného kanálu. Silnější čepele mohou způsobit širší podkožní separaci, zatímco tenké, úzké čepele pronikají do tkání s menším odporem. Tloušťka také ovlivňuje chování hrotu při kontaktu s kostí — masivní čepele vytvářejí širší kostní zářezy, zatímco tenké čepele mohou při kontaktu s tvrdou tkání snadněji deformovat hrot nebo se ohnout [1–3].

Typ ostří (jednostranné vs. oboustranné)

Tvar a typ ostří patří k nejvýznamnějším identifikačním znakům. Jednostranně broušená ostří vytvářejí rány s jedním ostrým a jedním tupým úhlem. Tupý úhel může mít u některých čepelí charakteristické sekundární zářezy nebo jemné „vlaštovčí křídlo“. Oboustranně broušená ostří způsobují rány s oběma konci zakončenými ostrým úhlem. Tyto rány bývají symetričtější a jejich vbod může mít vřetenovitý tvar. Rozlišení typu ostří je pro rekonstrukci mechanismu často velmi cenné, zejména při porovnávání s konkrétním zajištěným nástrojem [1, 2, 11].

Tvar hrotu

Hrot je strukturou, která zásadně určuje tvar vstupního otvoru a průběh bodného kanálu. Štíhlé, ostré hroty pronikají hluboko a vytvářejí typické šterbinovité nebo eliptické vbody. Zaoblené či modifikované hroty produkují širší a méně pravidelné vbody, které mohou připomínat kombinaci bodného a tržného poranění. Atypické hroty (např. šroubováky, trojhranné bodce) mohou vytvářet rány s charakteristickým polygonálním tvarem či s vícečetnými trhlinami [2, 3, 14].

Profil a průřez čepele

Průřez čepele se promítá zejména do tvaru vbodu a může být značně variabilní — od jednoduchého obdélníkového či čochkovitého profilu až po trojhranné, čtyřhranné nebo asymetrické tvary. U sečných nástrojů může profil ovlivnit i charakter kostních zářezů. Zoubkovaný profil způsobuje typické drobné sekundární zářezy na okrajích rány, které mohou pomoci odlišit nástroj od hladké čepele [1, 11, 14].

Přítomnost zoubkování

Zoubkované ostří může vytvořit velmi charakteristické morfologické stopy. Jednotlivé segmenty ostří mohou na okrajích rány zanechat opakující se zářezy nebo drobné nepravidelnosti. Při

šikmém řezu může zoubkování vytvářet sekvenční stopu podobnou „pilovému“ efektu. Tyto znaky mohou být cenné při orientační identifikaci typu zbraně [1, 2].

Délka čepele

Délka čepele je relevantní především u bodných poranění. Maximální dosažená hloubka kanálu může orientačně svědčit o minimální délce použitelné části nástroje. Je však třeba být opatrný — elasticita tkání, změny polohy těla nebo nedokončené zanoření nástroje mohou skutečnou délku deformovat. Přesto je hloubka rány důležitým údajem při vylučování krátkých nástrojů [1, 3, 11].

Materiál, tvrdost a ostrost čepele

Tvrdé a kvalitní materiály vytvářejí hladké okraje bez sekundárního třepení. Opatřené, otupené či poškozené čepele mohou zanechávat nepravidelnosti, atypické oděrky nebo nerovnosti v okrajích rány. U sečných nástrojů je tvrdost materiálu klíčová pro charakter kostních zářezů — měkkí materiály se mohou při kontaktu s kostí deformovat, což zanechá stopu odlišné kvality [1].

Přenos specifických stop nástroje do rány a jejich forenzní význam

Při působení ostrého nástroje na tkáň se řada jeho konstrukčních vlastností promítá přímo do morfologie rány. Tyto stopy jsou výsledkem interakce mezi ostřím nebo hrotem a strukturou kůže, podkoží či kostí. Jejich správná interpretace umožňuje zařadit nástroj do určité třídy, posoudit mechanismus jeho použití, a v některých případech dokonce orientačně porovnat poranění se zajištěným předmětem. Stopy mohou být zřejmé makroskopicky, ale řada detailů je lépe patrná při dermatoskopii, makrofotografii či mikroskopickém vyšetření [1, 3, 11].

Tvar vbodu

Vbod je klíčovým zdrojem informací o profilu a šířce čepele. Jednostranně broušené čepele vytvářejí vbod s jedním ostrým a jedním tupým úhlem. Oboustranně broušené čepele produkují vbod s oběma úhly ostrými, často vřetenovitěho tvaru. Atypické profily (trojhranné, čtyřhranné, hvězdicové) mohou způsobit polygonální vbody nebo vbody s vícečetnými trhlinami. Při hlubších bodných ranách je tvar vbodu stabilnějším ukazatelem než celková šířka rány, která může být modifikována elasticitou kůže [1–3, 11].

Sekundární zářezy a „zoubkování“

Přítomnost drobných, pravidelně se opakujících zářezů na okrajích rány může svědčit o použití zoubkovaného ostří. Tyto jemné vrypy mají rytmickou distribuci odpovídající jednotlivým segmentům čepele. U šikmých řezů může vznikat typický „pilový efekt“, tedy řada navazujících mikrořezů, které jasně odlišují zoubkovaný nástroj od hladké čepele [1, 11].

Stopy po tečném zasažení povrchu těla

Tečný kontakt ostří s povrchem těla může vést ke vzniku povrchových, obvykle obloukovitých nebo lineárních oděrek až mělkých řezných ran. Tyto léze často doprovázejí hlavní poranění. K tečnému sklouznutí ostrého nástroje po povrchu těla může dojít při neúspěšném pokusu o bodnutí nebo v rámci sebeobránných manévřů, například při zachycení čepele či snaze vychýlit útočící končetinu [1–3, 11].

Stopy v kostní tkáni

U sečných nástrojů nebo hlubokých bodných ran s kontaktem s kostí jsou kostní rýhy a zářezy cenným zdrojem informací. Hladké, ostré rýhy odpovídají tvrdým, kvalitním čepelím s hladkým ostřím. Hrubší, nepravidelné zářezy mohou vznikat při použití opotřebované nebo zoubkované čepěle. Tříštivé zlomeniny jsou typické pro nástroje s velkou kinetickou energií, zejména sečné zbraně. Mikroskopická analýza kostních stop může v některých případech umožnit porovnání rýh s konkrétním zajištěným nástrojem [1, 3, 11].

Stopy po částečném zanoření nástroje

Při částečném zanoření nástroje do těla dochází k mělkému proniknutí hrotu do tkáně, přičemž se do rány obtiskne především tvar samotné špičky. U nástrojů s nepravidelným nebo více hraným průřezem se však může částečně zanořit i boční hrana, která vytvoří sekundární laterální vrypy lemující hlavní vstupní defekt [1–3].

Přenos materiálu z nástroje na tkáň

V některých případech lze na okrajích rány nebo v jejím kanálu nalézt cizorodý materiál – kovové mikročástice z čepěle, barviva z nátěrů rukojeti, maziva nebo zbytky organických materiálů. Tyto stopy mohou být významné při porovnávání s nalezeným či zajištěným nástrojem, neboť mohou odpovídat jeho tvarovým charakteristikám a sloužit jako doplňkový forenzní indikátor při identifikaci použitého předmětu [1, 11].

Příčina smrti u řezných poranění

Řezné rány

Příčina smrti u řezných ran souvisí zejména s postižením životně důležitých struktur. Nejčastěji dochází k akutnímu vykrvácení při přetnutí větších tepen nebo žil, zejména v oblasti krku a končetin [1, 3, 8, 26, 27]. Smrt může nastat také v důsledku vzduchové embolie při nasátí vzduchu do poraněných žil (typicky na krku), což vede k selhání krevního oběhu [1, 14]. Další možnou příčinou smrti je aspirace krve do dýchacích cest, která způsobuje dušení a následnou hypoxii [3, 15].

Bodné rány

Příčina smrti u bodných ran souvisí zejména s poraněním životně důležitých orgánů a cév [1, 7, 26]. Při bodnutí do hrudníku může dojít k poranění srdce s rozvojem tamponády nebo k poranění plic s masivním krvácením do dutiny hrudní [1, 3, 16]. Bodná poranění břicha mohou vést k poškození jater, sleziny, velkých cév nebo dutých orgánů s následným krvácením či peritonitidou [1, 15]. V oblasti krku může smrt nastat v důsledku rychlého vykrvácení nebo asfyxie při poranění dýchacích cest [7, 28]. V oblasti končetin pak obvykle dochází k zasažení velkých cévních struktur [1, 26, 29]

Sečné rány

Kromě poranění velkých cévních svazků, které mohou vést k rychlému vykrvácení, se v praxi často setkáváme také s poraněním mozku při sečných ranách hlavy [19, 30]. Takové léze mají obvykle devastující charakter a mohou způsobit okamžité selhání životních funkcí v důsledku přímé destrukce mozkové tkáně [1, 3, 19].

Zobrazovací metody u ostrých poranění

Zobrazovací metody představují nezbytnou součást diagnostiky a dokumentace ostrých poranění, protože umožňují objektivní zachycení jejich rozsahu, směru, hloubky a vztahu k anatomickým strukturám [1, 4, 31]. Moderní zobrazovací techniky doplňují makroskopické vyšetření a umožňují detekovat poranění, která mohou být při pouhé pitvě či klinickém vyšetření přehlédnuta – zejména v oblasti měkkých tkání, cévního systému a intrakavitálních orgánů [1, 4, 31, 32]. K základním metodám patří rentgenové vyšetření pro detekci fraktur a cizích těles, multidetektorová CT a CT angiografie pro komplexní analýzu trajektorie poranění, cévních lézí a intrakavitálních komplikací, MRI pro detailní hodnocení měkkotkáňových struktur, ultrazvuk pro rychlé posouzení povrchových a dutinových patologií a 3D skenovací technologie pro přesnou prostorovou dokumentaci ran [1, 4, 31–33]. *Virtopsie* pak tyto modalitty integruje do vysoce detailního, neinvazivního postmortálního vyšetření [4, 31]. Společně tyto zobrazovací metody významně zvyšují přesnost diagnostiky a rekonstrukce mechanismu vzniku ostrých poranění [4, 31, 33].

Rentgenové vyšetření (RTG)

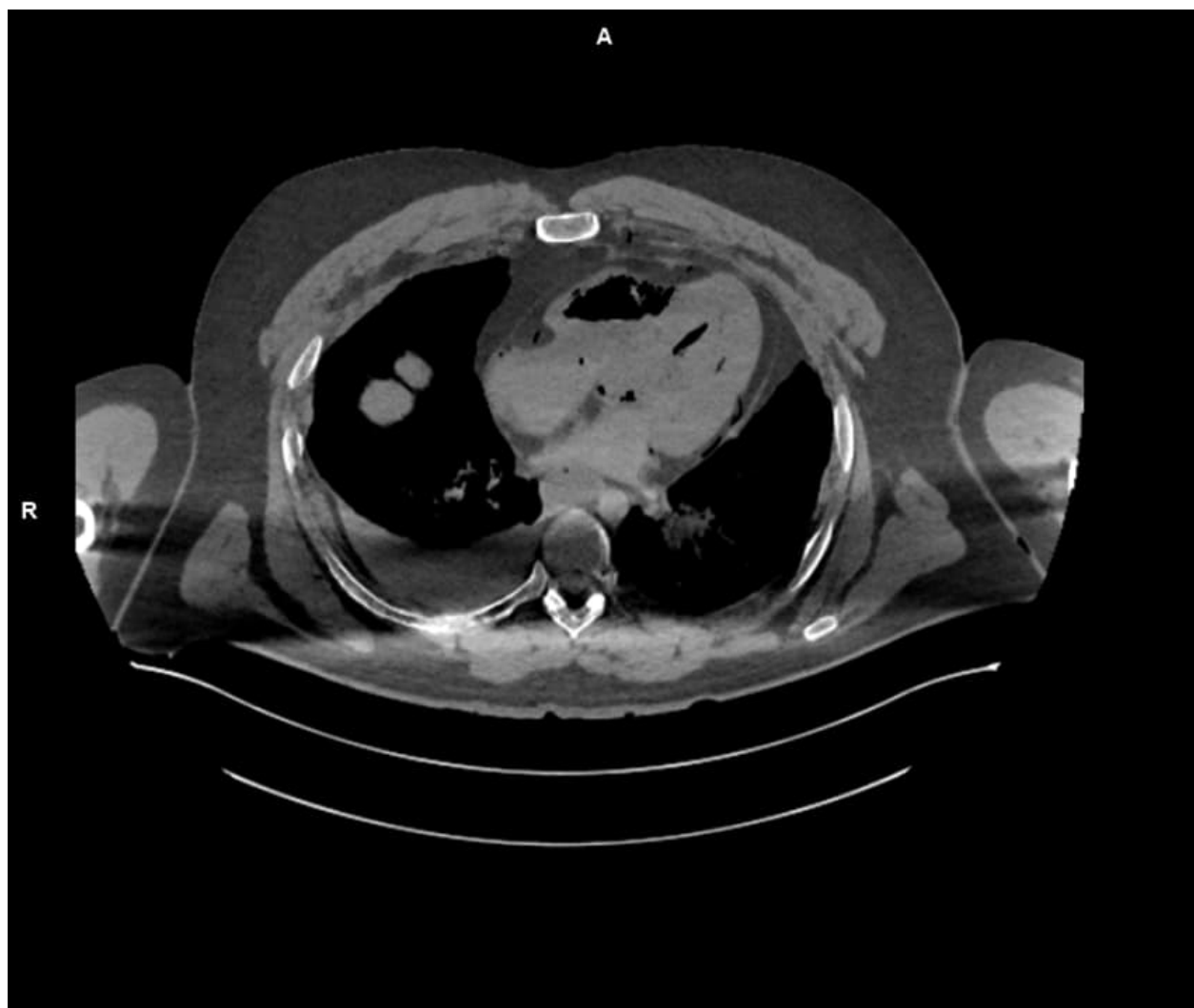
Rentgenové vyšetření představuje základní zobrazovací metodu používanou při dokumentaci ostrých poranění, zejména v situacích, kdy existuje podezření na přítomnost cizích těles, poškození kostí nebo kloubních struktur [1, 32]. RTG umožňuje rychlé zobrazení kovových fragmentů, úlomků nástroje nebo zbytků kostí odlomených při sečných či bodných poraněních [1, 33]. Je také vhodné pro zhodnocení fraktur, které mohou doprovázet masivnější poranění způsobená předměty s vysokou kinetickou energií [1, 32].

V případě sečných poranění hlavy či končetin může rentgen odhalit charakter zlomenin, orientaci lomu i přítomnost zářezů v kosti, které odpovídají tvaru ostří [1, 33]. Tyto nálezy mohou mít význam při rekonstrukci mechanismu a směru útoku [1]. Nevýhodou metody je omezené zobrazení měkkých tkání, které je u ostrých poranění často zásadní [1, 32].

Počítačová tomografie (CT)

CT je nejdůležitější zobrazovací metodou u závažnějších poranění způsobených ostrými nástroji, protože umožňuje detailní zobrazení jak kostních, tak měkkotkáňových struktur [1, 4, 31, 32]. Multidetektorové CT s možností 3D rekonstrukcí poskytuje přesné informace o hloubce kanálu, směru vedení poranění a vztahu k životně důležitým orgánům [1, 32]. Tato metoda je klíčová především u poranění trupu, krku a hlavy [1, 4, 31].

CT dokáže identifikovat drobné vzduchové kolekce v měkkých tkáních (obr. č. 9), hematomy, rozsah devastace svalů a vnitřních orgánů či přítomnost cizích těles, včetně nekovových [1, 32]. U poranění lebky umožňuje posoudit průnik ostří do nitrolební dutiny, fraktury lebečních kostí a doprovodná intrakraniální poranění [1, 33].



Obr. č. 9 CT vyšetření prokazuje přítomnost vzduchové embolie – patrný intrakardiální vzduch v dutinách srdce. Dále je přítomen oboustranný *hemotorax* s hladinami tekutiny v *pleurálních* dutinách.

CT angiografie (post-mortem CT angiografie; PMCTA)

Postmortální CT angiografie významně rozšířila diagnostické možnosti v oblasti ostrých poranění, především tam, kde je třeba detailně posoudit cévní systém [29, 34]. Metoda umožňuje zobrazení intravaskulárního lumen, míst přerušení cév (obr. č. 10), rozsahu krvácení a identifikaci zdrojů masivního krvácení, které mohou být makroskopicky obtížně patrné [29, 34, 35].

PMCTA usnadňuje rozlišení mezi vitálním a postmortálním poraněním, protože extravazace kontrastní látky svědčí o narušení cévní stěny za života [10, 35, 36]. Rovněž umožňuje dokumentovat vzduchovou embolii, cévní disekce či skryté cévní léze po poranění bodnými a sečnými nástroji [35, 37]. Kombinace PMCTA a klasického CT poskytuje podrobný přehled o anatomii poranění a významně pomáhá při určování mechanismu jejich vzniku [10, 36].



Obr. č. 10 CT angiografie předloktí s nástřikem *arteria ulnaris* a *arteria radialis*. V dolní třetině předloktí je patrné přerušení obou tepen s extravazací kontrastní látky do okolních měkkých tkání.

Magnetická rezonance (MRI)

MRI se u ostrých poranění používá méně často než CT, zejména kvůli časové náročnosti a citlivosti na přítomnost kovových cizích těles [38]. Její využití však má význam u chronických následků, při detailním hodnocení měkkých tkání nebo v situacích, kdy je třeba odlišit starší a čerstvě vzniklé léze [39, 40]. MRI umožňuje excelentní zobrazení svalů, šlach, nervů a drobných hematomů, které mohou vypovídat o směru tahu nástroje či sekundárním traumatu [41]. Magnetická rezonance se uplatňuje i při hodnocení poranění mozku, míchy, nervových pletení nebo měkkotkáňových struktur krku [42]. U starších poranění pomáhá odlišit jizvu, chronický hematoma či reziduální změny po penetraci [38, 41].

Ultrazvukové vyšetření (UZ)

Ultrazvuk je dostupnou, rychlou a dynamickou metodou vhodnou zejména pro hodnocení měkkých tkání v povrchových oblastech. Jeho přínos je významný při detekci subkutánních hematomů, cizích těles organického původu (např. dřevo), která nemusejí být dobře patrná na RTG nebo CT, a při zobrazení poškození svalových skupin či šlach [43, 44].

V traumatologické praxi se u ostrých poranění využívá FAST protokol k vyloučení hemoperitonea nebo hemotoraxu [45]. V soudním lékařství může ultrazvuk napomoci při sledování průběhu ran v měkkých tkáních, určení hloubky kanálu nebo dokumentaci patologických kolekcí. Nevýhodou

je výrazná závislost na zkušenosti vyšetřujícího lékaře a omezení v situacích, kdy je v tkáních přítomno větší množství vzduchu nebo jde o pacienta s výraznou obezitou, což může podstatně zhoršit kvalitu zobrazení [44, 46].

3D a povrchové skenování

Moderní optické a laserové skenovací technologie umožňují přesnou prostorovou dokumentaci kožních lézí, tvaru ran i jejich prostorových vztahů na těle. Tyto metody jsou zejména v soudně lékařské praxi velmi cenné, neboť umožňují vytvářet přesné 3D modely, které lze následně použít při rekonstrukci mechanismu vzniku poranění, simulaci polohy těla či porovnávání tvaru rány s podezřelým nástrojem [4, 47–49]. Výhodou je vysoká přesnost, neinvazivnost a možnost opakovaného studia nálezu bez manipulace s tělem. Umožňuje také objektivizovat rozměry, úhly a geometrii ran [50, 51].

Virtopsie

Virtopsie je souhrnný pojem pro použití CT, MRI, fotogrammetrie a 3D skenování v rámci neinvazivního postmortálního vyšetření. U ostrých poranění umožňuje získat detailní přehled o průběhu kanálu, rozsahu poškození orgánů, přítomnosti cizích těles i o prostorových vztazích ran [4, 48, 49]. Kombinace CT angiografie s 3D rekonstrukcí cévního systému je mimořádně přínosná při identifikaci poranění velkých cév. Virtopsie doplňuje, nikoliv nahrazuje, klasickou pitvu, kdy poskytuje vysoce přesnou vizualizaci, která je cenná jak pro soudně-lékařská hodnocení, tak pro prezentaci nálezů před soudem [51].

Histologické vyšetření

Histologické vyšetření představuje klíčovou metodu při hodnocení ostrých poranění, protože umožňuje detailní posouzení vitálních reakcí tkání a časového průběhu poranění. Mikroskopické změny mohou potvrdit, že poranění vzniklo za života, a pomoci upřesnit interval mezi jeho vznikem a smrtí [22, 52]. K základním intravitálním známkám patří krvácení do okolních měkkých tkání, přítomnost fibrinu, infiltrace neutrofilními leukocyty a časné reparativní procesy [53].

U ostrých poranění lze histologicky rozlišit charakter okrajů rány, přítomnost mikroskopických trhlin, arteficiálních změn nebo drobných cizorodých částic, které mohou odpovídat konkrétnímu typu nástroje. U bodných či sečných poranění lze nalézt drobné úlomky kovu, dřeva či jiných materiálů, které mohou být zásadní pro identifikaci použitého předmětu.

Histologie rovněž umožňuje odlišit vitální změny od postmortálních artefaktů, zejména v případech, kdy je makroskopické hodnocení obtížné z důvodu hnilobných změn nebo rozsáhlé devastace tkání. V kombinaci s dalšími zobrazovacími a laboratorními metodami představuje důležitý doplněk pro komplexní analýzu mechanismu, časování a charakteru ostrých poranění [54].

Imunohistochemické metody

Imunohistochemické vyšetření rozšiřuje možnosti klasické histologie o detekci specifických proteinů, které se v tkáních objevují v souvislosti s vitální reakcí. U ostrých poranění umožňuje potvrdit intravitální vznik například průkazem markerů časné zánětlivé odpovědi, aktivace endotelu, degradace extracelulární matrix nebo krvácení. Některé markery lze využít i k orientačnímu odhadu stáří léze či k rozlišení mezi různými typy mechanického poškození. Imunohistochemie je významným doplňkem histologického vyšetření, zejména v případech, kdy jsou mikroskopické změny subtilní nebo obtížně interpretovatelné [55, 56].

Speciální pitevní techniky v případě poranění způsobených ostrými nástroji

V případech ostrých poranění je často nutné doplnit základní pitvu speciálními postupy, které umožňují detailní dokumentaci kanálu rány, průběhu poranění a vztahu k okolním strukturám. Patří sem zejména postupné preparace tkání po směru rány, které umožní přesně sledovat trajektorii bodného kanálu, identifikovat přerušování cév, nervů nebo poranění kostí [9, 15].

U hlubokých poranění trupu či krku se využívá odkrývání anatomických lokalit po vrstvách, aby bylo možné jednoznačně stanovit průběh kanálu a objektivizovat jednotlivé zraněné anatomické struktury [9, 57]. V případě podezření na poranění cév lze provést lokální nástřik barvivem nebo kontrastní látkou, což napomáhá rekonstrukci místa přerušování cévy [29, 57].

Preparace cévních struktur k objasnění jejich poranění

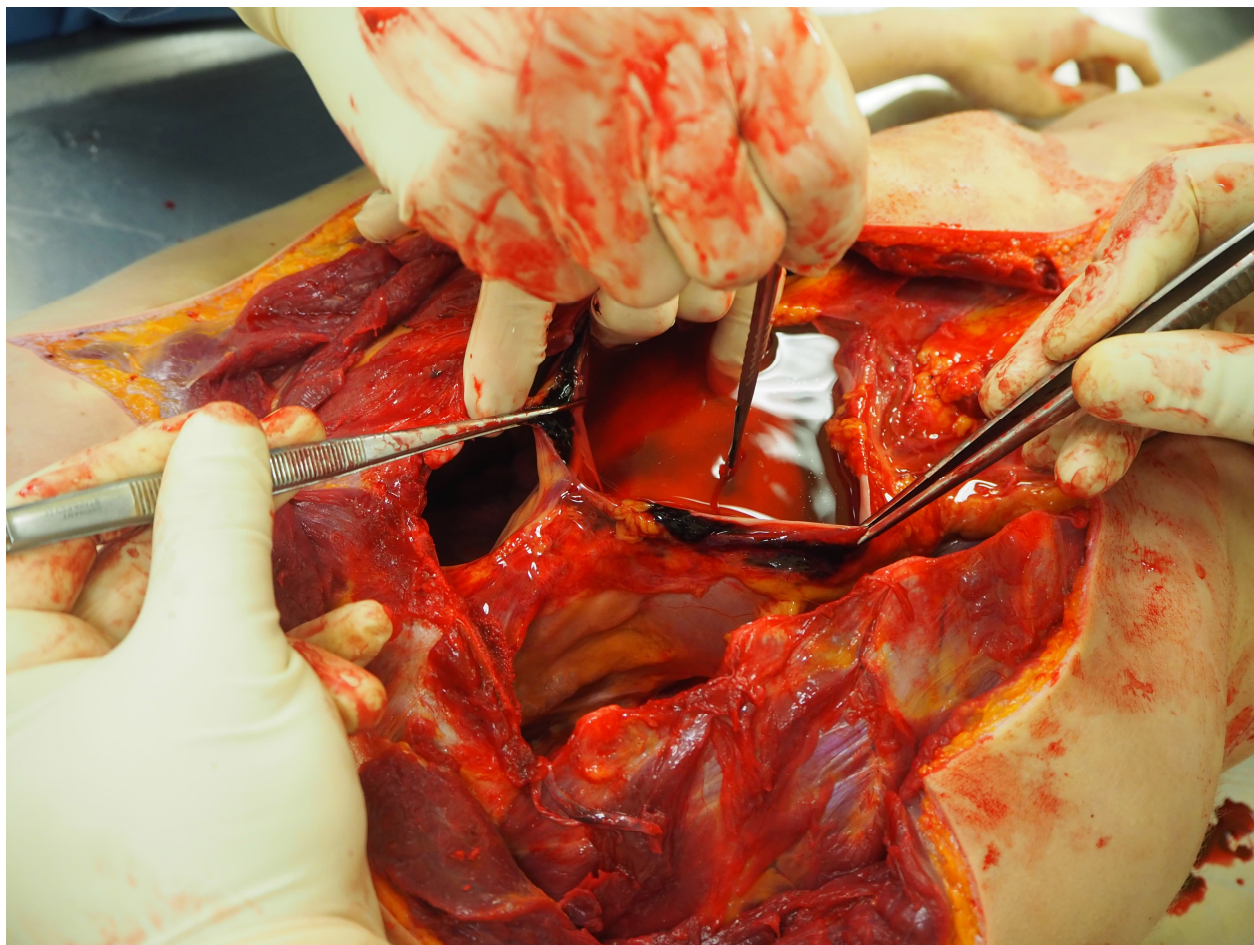
V případě podezření na poranění končetinových tepen se provede preparace měkkých tkání končetiny v dostatečné vzdálenosti nad předpokládaným místem poranění. Následně se vypreparuje cévní svazek a jednotlivé tepny se naříznu tak, aby do nich bylo možné zavést tenkou sondu. Sonda se poté opatrně posouvá směrem k místu poranění a sleduje se, zda je průběh cévy kontinuální, nebo zda došlo k jejímu natětí či úplnému přetětí (obr. č. 11). Tento postup umožňuje přesně lokalizovat a charakterizovat cévní lézi, která nemusí být makroskopicky zřejmá ([9, 15, 29].



Obr. č. 11 Preparace *arteria radialis* na předloktí se zavedením kovové sondy do jejího lumen, která umožnila prokázat její natětí a následné přetětí v úrovni zápěstí.

Zkouška na vzduchovou embolii

Při poranění krku je vhodné provést zkoušku na vzduchovou embolii. Před otevřením dutiny lební se nejprve otevře dutina hrudní a preparuje se osrdečníkový vak, do kterého se nalije fyziologický roztok. Pod hladinou roztoku se následně skalpelem postupně otevírají jednotlivé srdeční oddíly (obr. č.12). Pokud z nich unikají bubliny vzduchu, je zkouška na vzduchovou embolii považována za pozitivní [1, 3, 15, 58].



Obr. č. 12 Zkouška na vzduchovou embolii, kdy byl rozpreparován osrdečníkový vak a pod vodním sloupcem jsou otevírány jednotlivé srdeční oddíly.

Epidemiologie

Epidemiologie zranění způsobených ostrými nástroji

Epidemiologie zranění způsobených ostrými nástroji představuje rozsáhlou a metodologicky náročnou oblast, která propojuje populační epidemiologii, sociální dynamiku i behaviorální determinanty interpersonální agrese. Bodná a řezná poranění, tradičně pevně zakotvená v soudně lékařské praxi, vykazují v evropském kontextu mimořádně stabilní incidenci [7, 8, 26, 28, 59]. Tato forma homicidálního násilí se vyznačuje výraznou univerzalitou, úzkým napojením na mezilidské vztahy a poměrně vysokou predikovatelností svých základních vzorců, což z ní činí jednu z nejlépe charakterizovaných kategorií násilné kriminality [9, 57, 60, 61].

Globální a kulturně–legislativní determinanty

Rozdíly v incidenci vražd způsobených ostrými nástroji mezi jednotlivými státy jsou zásadně formovány legislativou upravující držení střelných zbraní. V zemích s liberálním přístupem, typicky ve Spojených státech amerických, představují vraždy způsobené střelnými zbraněmi až tři čtvrtiny všech vražd, zatímco útoky vedené ostrým nástrojem tvoří pouze marginální podíl [62, 63]. Naproti tomu v evropských státech s výrazně přísnější regulací palných zbraní představují vraždy způsobené ostrými nástroji dominantní mechanismus smrtícího násilí [7, 26, 59, 64].

Tento jev nelze vysvětlit pouze rozdílnou legislativou, ale odráží širší kulturní vzorce, způsoby řešení konfliktů a sociální struktury jednotlivých společností. V evropském prostředí, kde je přímý přístup ke střelným zbraním omezen, dochází k eskalaci interpersonálních sporů převážně v rámci domácností či partnerských vztahů. Agresor pak obvykle využívá nejdostupnější smrtící prostředek — kuchyňský nůž či jiný ostrý nástroj běžně přítomný v domácnosti [8, 26, 61, 63, 65]. Výraznou roli přitom hraje také kulturní kontext. V regionech se silně zakořeněnou tradicí konzumace alkoholu, jako je střední a východní Evropa či Skandinávie, se vraždy způsobené ostrými nástroji velmi často odehrávají v situaci akutní intoxikace, která zásadně snižuje schopnost sebekontroly a zvyšuje impulzivitu [28, 59, 65]. Oproti tomu v převážně muslimských zemích, kde je konzumace alkoholu výrazně omezena náboženskými normami, bývá intoxikace u pachatelů i obětí minimální, což se promítá do charakteru, motivace i průběhu těchto útoků [66, 67].

Česká republika v evropském epidemiologickém kontextu

Česká republika se v oblasti vražd způsobených ostrými nástroji profiluje velmi podobně jako většina evropských zemí se striktní regulací střelných zbraní. V letech 2008–2020 tvořily vraždy způsobené ostrými nástroji v Moravskoslezském kraji 38,1 % všech zaznamenaných případů, zatímco střelné zbraně se podílely pouze 13,4 %. Obdobná situace byla i v dalších regionech České republiky [26]. Tato proporce je pozoruhodně blízká hodnotám uváděným v dalších evropských státech s obdobným legislativním rámcem, jako jsou Norsko, Dánsko, Švédsko, Portugalsko či Itálie, což potvrzuje mimořádnou stabilitu tohoto fenoménu v evropském prostoru [7, 8, 28, 59, 64].

Detailnější vhled do specifík českého prostředí poskytují data z Moravskoslezského regionu, kde byla v období 2008–2020 analyzována série 71 případů vražd způsobených ostrými nástroji. Tento soubor představuje cenný regionální zdroj informací, který umožňuje porozumět nejen

základním epidemiologickým parametrům, ale také hlubším souvislostem týkajícím se dynamiky útoků, role intoxikace alkoholem, typických míst spáchání činu a charakteru vztahů mezi pachatelem a obětí [8, 60, 61, 63]. Současně umožňuje identifikovat vzorce eskalace násilí, které jsou pro tento mechanismus zvlášť charakteristické.

Právě tato kombinace kvantitativních i kvalitativních ukazatelů činí z regionálních dat významný příspěvek k pochopení toho, jak se vraždy způsobené ostrými nástroji v českém prostředí odehrávají, a jaké faktory se nejčastěji podílejí na jejich vzniku a průběhu.

Sociodemografické a vztahové faktory

Věk a pohlaví obětí

V analyzovaném souboru představovali muži 61 % všech obětí vražd způsobených ostrými nástroji, přičemž medián věku mužských obětí činil 47 let a u žen 43 let [26]. Tato věková distribuce odpovídá epidemiologickým trendům pozorovaným napříč vyspělými evropskými státy, kde jsou nejčastějšími oběťmi osoby ve středním věku, typicky zapojené do aktivních partnerských, rodinných či pracovních rolí [7, 60, 65, 68]. Jde o skupinu, v níž dochází k největší koncentraci interpersonálních interakcí a zároveň k nejvyšší míře vztahových konfliktů [8, 59, 61].

Místo činu a dynamika interpersonálních vztahů

Až 75 % všech českých případů se odehrálo v domácím prostředí, což podtrhuje zásadní význam partnerských a rodinných konfliktů v etiologii vražd spáchaných ostrými nástroji. Domácnost představuje prostředí s minimem kontrolních mechanismů, vysokým emočním nábojem a zároveň s přítomností nástrojů schopných způsobit smrtelná poranění. Výsledné epidemiologické uspořádání je stabilní a odpovídá evropským zkušenostem: vraždy způsobené ostrými nástroji se jen zřídka odehrávají v anonymním veřejném prostoru a mnohem častěji v kontextu interpersonálních konfliktů mezi osobami, které se dobře znají [8, 9, 26, 60, 61].

Vztah oběť–pachatel je v tomto ohledu jedním z nejvýznamnějších určujících faktorů. V českém souboru byli pachatelé v téměř polovině případů partneři či rodinní příslušníci oběti, ve čtvrtině případů šlo o přátele či známé. Pouze menší část vražd byla spáchána cizí osobou. Tento vzorec ostře odlišuje vraždy způsobené ostrými nástroji od pouličních útoků nebo predátorské kriminality, které jsou typičtější pro střelné mechanismy či tupé násilí. Zároveň potvrzuje, že tento typ vraždy má dominantně vztahový, nikoli oportunní či kriminálně-ekonomický charakter [9, 59, 61, 69].

Sociální a ekonomické faktory

Vraždy způsobené ostrými nástroji se často koncentrují mezi osobami dlouhodobě zatíženými sociálními a ekonomickými problémy. Patří sem nestabilní či neformální zaměstnání, kumulace rodinných či partnerských konfliktů, život v nefunkčních vztahových strukturách, chronická závislost na alkoholu nebo pobyt v sociálně rizikovém prostředí. Tyto aspekty společně přispívají k vyšší pravděpodobnosti eskalace interpersonálních sporů a snižují schopnost jednotlivců volit deeskalační strategie [59–61, 65].

Typ nástrojů a jejich epidemiologická dostupnost

Drtivá většina útoků — celkem 93 % — byla spáchána nožem [26]. Jde o univerzální, snadno dostupný a vysoce účinný nástroj, který je přítomen prakticky v každé domácnosti, což jej činí nejtypičtějším prostředkem vražedných útoků odehrávajících se v rodinném či partnerském

prostředí. Pouze menší část případů byla spojena s jinými ostrými předměty, například šroubovákem, nůžkami nebo sekerou [7, 8, 26, 65, 68].

Z forenzního hlediska je významné, že v 58 % případů byl nástroj nalezen přímo na místě činu. Tento fakt podporuje interpretaci, že většina útoků nebyla plánována, ale vznikla jako spontánní reakce v afektivně vypjaté situaci. Stejný vzorec popisují mezinárodní studie, které opakovaně potvrzují, že nůž představuje nejčastější nástroj vražd páchaných v domácím prostředí ve všech zemích s nízkou dostupností střelných zbraní [8, 59–61].

Charakter a distribuce poranění

Počet poranění

Ve sledovaném souboru bylo 79 % obětí zasaženo mnohočetnými bodnými nebo řeznými ranami [26]. Tento profil je typický pro neplánované útoky s výraznou emoční složkou, kdy pachatel pokračuje v agresi i po dosažení smrtícího poranění [7, 26, 61, 68]. Epidemiologicky pozoruhodné je, že ženy utrpěly signifikantně vyšší počet ran než muži. Tento rozdíl je vysvětlován zejména kontextem partnerských konfliktů, kde útok nebývá veden primárně s cílem okamžité likvidace, ale jako intenzivní afektivní reakce na předcházející situaci [59, 60, 65].

Lokalizace poranění

Nejčastější lokalizací smrtících ran byla levá část hrudníku (49 %), tedy oblast zahrnující srdce a velké cévy [26]. Tento vzorec odpovídá intuitivnímu zaměření pachatelů na vitální struktury a je zcela konzistentní s mezinárodními epidemiologickými závěry, podle nichž patří kardio-torakální poranění k nejčastějším příčinám smrti u vražd způsobených ostrými nástroji [66, 68, 70–73].

Obranná poranění

Obranná poranění byla zaznamenána u 54 % obětí, typicky na levé horní končetině (prsty, hřbet ruky, předloktí) [26, 74]. Jejich přítomnost svědčí o tom, že oběť měla alespoň částečnou možnost reagovat na útok a pokusit se jej odrazit [68, 75–78]. Epidemiologicky platí, že obranná poranění se vyskytují častěji u útoků s vícečetnými ranami, což odpovídá delší době trvání konfliktu. Naproti tomu při náhlém nebo překvapivém útoku, případně při těžké intoxikaci oběti, tato poranění často chybí [75, 76, 78].

Intoxikace jako klíčový epidemiologický faktor

Alkohol představoval významný faktor u obětí i pachatelů vražd způsobených ostrými nástroji. Intoxikace byla prokázána u 59 % obětí, přičemž těžká až život ohrožující opilost byla výrazně častější u mužů [26]. U pachatelů byla těžká intoxikace zjištěna přibližně ve třetině případů [8, 59, 61, 65].

Alkohol zásadně ovlivňuje chování obou stran konfliktu, jak útočníka, tak oběti. U pachatelů zvyšuje impulzivitu, agresivitu a narušuje schopnost racionálního rozhodování. U obětí snižuje koordinaci, prodlužuje reakční dobu a snižuje možnost obrany. Kombinace těchto faktorů vytváří vysoce rizikové prostředí, v němž i relativně banální konflikt může eskalovat do smrtící podoby [28, 59, 61, 79].

Gradace útoku

V 27 % případů byla před smrtícím bodným útokem zaznamenána tupá poranění, typicky ve formě úderů, kopů či jiných projevů fyzické agrese. Ke gradaci útoku docházelo výhradně v případech, kdy byl útočníkem muž, tedy jedinec vědom si své fyzické převahy. Tento vzorec odpovídá modelu progresivní eskalace násilí, při němž konflikt přechází od verbálních neshod přes použití fyzické síly až k uplatnění smrtícího nástroje [26].

Tento mechanismus je v odborné literatuře opakovaně popisován jako typický průběh partnerských či rodinných konfliktů, které nevznikají jediným impulzem, ale jsou výsledkem postupného nárůstu agresivity v prostředí s minimálními vnějšími kontrolními prvky [9, 61, 69].

Epidemiologie pachatelů

Pachatelé vražd způsobených ostrými nástroji jsou nejčastěji muži ve středním věku, kteří jednají impulzivně, bez předchozího plánování a často pod vlivem alkoholu. Typicky nejde o osoby s výraznou kriminální anamnézou; útok bývá spíše jednorázovým selháním v akutně eskalovaném partnerském či rodinném konfliktu než projevem predátorského či instrumentálního násilí [8, 59, 61, 65]. Nízká míra recidivy odpovídá skutečnosti, že většina těchto činů vzniká v situované afektivní reakci, v níž se kumuluje emoční zátěž, intoxikace a absence vnější kontroly, nikoli v kontextu dlouhodobého násilného chování [9, 61, 69].

Prohlídka těla zemřelého na místě nálezů u poranění způsobených ostrými nástroji

Prohlídka těla zemřelého na místě nálezů v případech poranění způsobených ostrými nástroji představuje specifickou znaleckou činnost soudního lékaře. Od počátku je nutné ke každému takovému úmrtí přistupovat jako k potenciálnímu trestnému činu vraždy, a to bez ohledu na prvotní okolnosti případu či předběžné pracovní hypotézy vyšetřujících orgánů. Tento metodický přístup je zásadní pro zachování objektivitu znaleckého hodnocení i pro ochranu důkazní situace [1, 2].

Soudní lékař vystupuje na místě nálezů vždy v postavení znalce. Jeho úkolem není nahrazovat činnost orgánů činných v trestním řízení, nýbrž provádět nezávislé odborné hodnocení nálezů na těle zemřelého v rozsahu, který je na místě možný, a formulovat znalecké závěry s vědomím jejich předběžného charakteru.

Na místo nálezů soudní lékař přichází výhradně na vyžádání Policie České republiky, zpravidla vyšetřovatele pověřeného vedením konkrétního případu. Vlastní výkon znalecké činnosti probíhá v součinnosti s policií, avšak při zachování odborné autonomie znalce.

Chování a postup znalce na místě činu

Nedílnou součástí výkonu znalecké činnosti na místě nálezů je důsledné dodržování zásad osobní ochrany. Použití osobních ochranných pomůcek, zahrnujících minimálně ochranné rukavice, návleky na obuv a ochranný oděv, je považováno za standard. V případech rozsáhlých poranění s masivní kontaminací biologickým materiálem je na místě použití celotělového ochranného overalu. Tyto postupy mají význam nejen z hlediska ochrany zdraví znalce, ale rovněž z hlediska prevence kontaminace místa nálezů a zachování forenzní hodnoty biologických stop.

Hodnocení poranění způsobených ostrými nástroji na místě nálezů

Znalecké hodnocení poranění způsobených ostrými nástroji je na místě nálezů často limitováno technickými a situačními okolnostmi. U bodnořezných poranění bývá tělo zemřelého nečistě znečištěno větším množstvím krve, případně krevními sraženinami, což znemožňuje spolehlivou identifikaci a verifikaci všech jednotlivých poranění.

Z tohoto důvodu je nezbytné, aby se znalec k počtu poranění vyjadřoval zásadně zdrženlivě. Celkový počet poranění je vhodné uvádět pouze orientačně, obvykle formou slovního vyjádření „nejméně“ určitého počtu, s explicitním upozorněním, že konečný počet může být stanoven až na základě soudní pitvy [1]. Detailní morfologická charakteristika jednotlivých poranění nepřísluší místní prohlídce, ale je doménou pitevního vyšetření. Na místě nálezů je prioritou posouzení celkového charakteru poranění a jejich distribuce na těle.

Význam lokalizace poranění a jejich znalecká interpretace

Znalecky významným aspektem je orientační posouzení lokalizace poranění. Znalec se může rámcově vyjádřit k tomu, zda jejich rozložení na těle spíše odpovídá působení cizí osoby, zda jsou přítomna poranění, která mohou být interpretována jako poranění obranná, či zda lokalizace poranění připouští možnost sebepoškození. Poranění lokalizovaná na horních končetinách, zejména na dorzálních plochách rukou a předloktí, mohou svědčit pro aktivní obranné jednání [75, 76, 78]. Je však nutné zdůraznit, že jejich přítomnost není sama o sobě důkazem napadení a vždy musí být hodnocena v širším kontextu případu. Naopak některé typické lokalizační vzorce poranění, zejména v dobře dostupných oblastech těla, mohou rámcově připouštět úvahu

o sebepoškození. Takové závěry však musí být formulovány výhradně jako předběžné a podmíněné dalšími výsledky znaleckého zkoumání.

Hodnocení zachování motorické činnosti

Hodnocení zachování motorické činnosti po vzniku poranění může být podpořeno nálezem krevních stop na chodidlech nebo obuvi poškozeného. Přítomnost krve na ploškách nohou, mezi prsty či na podrážkách obuvi svědčí pro aktivní pohyb poškozeného v prostředí s přítomností krve, a to po vzniku poranění. Takový nález podporuje závěr o alespoň krátkodobě zachované schopnosti chůze, avšak neumožňuje spolehlivé určení délky tohoto období ani rozsahu motorických schopností. Absence krevních stop na chodidlech nebo obuvi sama o sobě zachování motorické činnosti nevylučuje, avšak musí být hodnocena v kontextu celkového průběhu události a okolností místa nálezu těla.

Hodnocení korespondence místa nálezu a místa úmrtí

Hodnocení místa nálezu a místa úmrtí představuje nedílnou součást znaleckého posouzení, neboť místo, kde je tělo nalezeno, nemusí nutně odpovídat místu, kde k fatálnímu poranění nebo samotnému úmrtí došlo. Rozložení krevních stop, jejich charakter a vzájemné vztahy mohou svědčit pro pohyb poškozeného nebo manipulaci s tělem po vzniku poranění. Nesoulad mezi lokalizací poranění, charakterem krevních stop a polohou těla může podporovat závěr o sekundárním přesunu poškozeného, avšak izolované hodnocení jednotlivých nálezů bez znalosti širšího kontextu události neumožňuje spolehlivé určení místa úmrtí a vyžaduje komplexní posouzení všech dostupných skutečností [80].

Znalecké vyjádření k možnému nástroji

Na místě nálezu lze ze strany znalce učinit pouze orientační závěr o charakteru nástroje, kterým mohla být poranění způsobena. Znalec se může vyjádřit k tomu, zda poranění odpovídají působení ostrého nástroje bodného, řezného či bodnořezného charakteru, případně zda lze uvažovat o jiném typu nástroje. Jakékoliv detailnější specifikace konkrétního nástroje přesahují možnosti místní prohlídky a náleží až komplexnímu pitvěnímu a kriminalistickému hodnocení.

Vyjádření k příčině smrti

Stanovení příčiny smrti je výhradně výsledkem soudní pitvy. Na místě nálezu může znalec v odůvodněných případech formulovat pouze diferenciálně diagnostickou úvahu o možném mechanismu smrti, například v souvislosti s masivní ztrátou krve, poraněním životně důležitých orgánů či kombinací více mechanismů. Takové vyjádření musí být vždy jasně označeno jako předběžné a nesmí být interpretováno jako definitivní znalecký závěr.

Znalecké posouzení doby smrti na místě nálezu

Součástí znalecké činnosti soudního lékaře na místě nálezu je rovněž orientační posouzení doby smrti. Stanovení přesné doby smrti však na místě nálezu zpravidla není možné a znalec se musí omezit na rámcový odhad časového intervalu, v němž ke smrti mohlo dojít. Znalecké hodnocení doby smrti na místě nálezu vychází především z posouzení časných a pozdních posmrtných změn, zejména chladnutí těla, posmrtné ztuhlosti, posmrtných skvrn a případných známek počínající či pokročilé hniloby [1, 53]. Význam mohou mít rovněž okolnosti prostředí, v němž se tělo nachází, včetně teplotních podmínek, vlhkosti, proudění vzduchu a polohy těla. U poranění způsobených ostrými nástroji je třeba přihlížet k tomu, že masivní zevní krvácení může významně ovlivnit rychlost rozvoje některých posmrtných změn, zejména chladnutí těla, a tím snižovat přesnost orientačního časového odhadu [81, 82]. Znalec se k době smrti vyjadřuje vždy intervalově, nikoli stanovením konkrétní hodiny či přesného časového údaje. Takové vyjádření musí být jednoznačně označeno jako předběžné a zatížené významnou mírou nejistoty. Bližší závěry o době smrti lze formulovat až po vyhodnocení výsledků soudní pitvy, případně dalších laboratorních a doplňujících vyšetření. Posouzení doby smrti na místě nálezu má především orientační význam pro další postup orgánů činných v trestním řízení.

Forenzní interpretace poranění

Rozlišení vraždy, sebevraždy a náhody u poranění způsobených ostrými nástroji

Správné určení způsobu vzniku poranění (vražda, sebevražda, náhoda) představuje jednu z klíčových fází forenzního hodnocení případů spojených s použitím ostrých nástrojů. Závěr o způsobu vzniku má zásadní význam nejen pro právní kvalifikaci události, ale také pro rekonstrukci jejího průběhu, odhad dynamiky útoku a posouzení role jednotlivých zúčastněných osob. Soudně lékařské hodnocení se v těchto situacích opírá o komplexní analýzu, jejímž cílem není pouze popsat morfologii jednotlivých ran, ale především interpretovat jejich charakter v souvislosti s celkovým nálezem [9, 57, 59, 83].

Morfologie ran může být cenným vodítkem, avšak jen výjimečně umožňuje jednoznačné určení způsobu jejich vzniku [84]. Popsány jsou i případy sebevražd s mnohočetnými bodnými poraněními, které mohou morfologicky imitovat vražedný útok a vyžadují komplexní posouzení všech okolností případu [85, 86]. Jednotlivé typy událostí se mohou překrývat v lokalizaci, orientaci i hloubce poranění, a proto nelze spoléhat na izolované morfologické znaky. Soudní lékař musí hodnotit celý soubor informací – rozložení a počet ran, přítomnost obranných poranění, charakter doprovodných lézí, situaci na místě nálezu, dostupnost nástroje, toxikologické výsledky i relevantní kriminalistické poznatky. Právě syntéza těchto údajů umožňuje odlišit události, které jsou si morfologicky podobné, avšak mají zcela odlišný mechanismus a právní dopad [9, 57, 61]. Interpretace způsobu vzniku je dále komplikována variabilitou chování útočníků i obětí, vlivem intoxikací, psychických stavů nebo náhodných okolností, které mohou vést k atypickým formám sebepoškození či k neobvyklému průběhu události [87]. Kromě typických případů se soudní lékař setkává i s událostmi atypickými, které mohou na první pohled imitovat jiný mechanismus. Rozlišení vraždy, sebevraždy a náhody proto nelze chápat jako popis tří jednoznačně oddělených kategorií, ale jako proces postupného vylučování a kritického ověřování alternativních hypotéz [9, 61, 88].

Vražda ostrým nástrojem

Vraždy spáchané ostrým nástrojem se vyznačují výraznou variabilitou morfologického nálezu, odrážející dynamiku útoku a vzájemný pohyb oběti a pachatele [9, 61]. Útok je ve značném počtu případů veden přes oděv, přičemž poškození oděvu zpravidla koresponduje s lokalizací a charakterem poranění na těle a má význam pro rekonstrukci mechanismu násilného jednání.

Typickým znakem je mnohočetnost poranění, často s postižením lokalit těla, kde jsou uloženy životně důležité orgány [26, 68, 70, 71]. Rány bývají nepravidelně orientované, liší se hloubkou i směrem a jsou často lokalizovány v oblastech mimo dosah vlastní ruky poškozeného, což podporuje závěr o útoku ze strany druhé osoby [89]. Útok je zpravidla veden značnou intenzitou síly, která se může projevit i poraněním skeletu [15, 90].

Použitý ostrý nástroj přitom nemusí být na místě činu přítomen, neboť může být pachatelem z místa odstraněn a následně zlikvidován či ukryt [91].

Častým nálezem jsou obranná poranění na horních končetinách, zejména na rukou (obr. č. 13), prstech a předloktích [68, 75, 77, 92]. Vedle povrchných řezných a bodných poranění se mohou vyskytovat i závažná poranění, včetně hlubokých průbodů končetin a semiamputačních poranění prstů, svědčících pro aktivní obranu oběti.

V průběhu útoku dochází často ke změnám vzájemné polohy oběti a útočníka, což se odráží v průběhu bodných kanálů, které bývají vedeny různými směry a často z jedné bodné rány může vycházet více bodných kanálů [65, 70]. Bodné kanály mohou zasahovat více orgánových systémů a v řadě případů je přítomno více smrtelných poranění.

Mechanismus nástupu smrti je nejčastěji podmíněn kombinací masivního zevního i vnitřního krváčení a přímého poškození životně důležitých orgánů, zejména srdce, plic a velkých cév [63, 68]. Vysoká intenzita působící síly se může projevit poraněním skeletu, například žeber nebo hrudní kosti, a rozsáhlými krvácivými změnami v okolních tkáních.

Celkový morfologický obraz vraždy ostrým nástrojem je výsledkem komplexní souhry jednotlivých nálezů a jeho interpretace vyžaduje souhrnné znalecké hodnocení bez izolovaného posuzování jednotlivých znaků [9, 15]

Sebevražda ostrým nástrojem

Sebevražda způsobená ostrým nástrojem obvykle vykazuje určitou stereotypii morfologického nálezu, která odráží cílené působení nástroje vlastní rukou poškozeného [9, 57, 88]. Rány bývají lokalizovány na anatomicky dostupných místech, zejména na přední ploše krku, hrudníku a v oblasti končetin v místech, kde probíhají velké cévní svazky (loketní jamky, předloktí, zápěstí, třísla, podkolenní jamky) [13, 28, 88, 90].

Rány jsou zpravidla souběžně orientované, častým nálezem jsou povrchní nářezy či nábody kůže v místě hlubších poranění, kdy sebevrah zkouší bolestivost vzniku zranění (tzv. *hesitation wounds*) [9, 28, 57]. Často bývá přítomné pouze jedno smrtelné zranění, přesto však byly popsány i výjimečné případy sebevražd s velmi vysokým počtem bodných či řezných poranění [84, 88, 90, 93] (obr. č 14).

V případě bodných poranění jsou tato vedena zpravidla mimo oděv poškozeného, kdy si sebevrah kontroluje zrakem lokalitu těla, kde dochází ke vzniku poranění. Bodné kanály jsou pak zpravidla horizontálního průběhu [28, 70].

Absence obranných poranění je pravidlem, můžeme se však setkat se vznikem povrchních řezných ran v oblasti prstů, které vznikají při manipulaci s ostrým nástrojem [68, 75–78, 94].

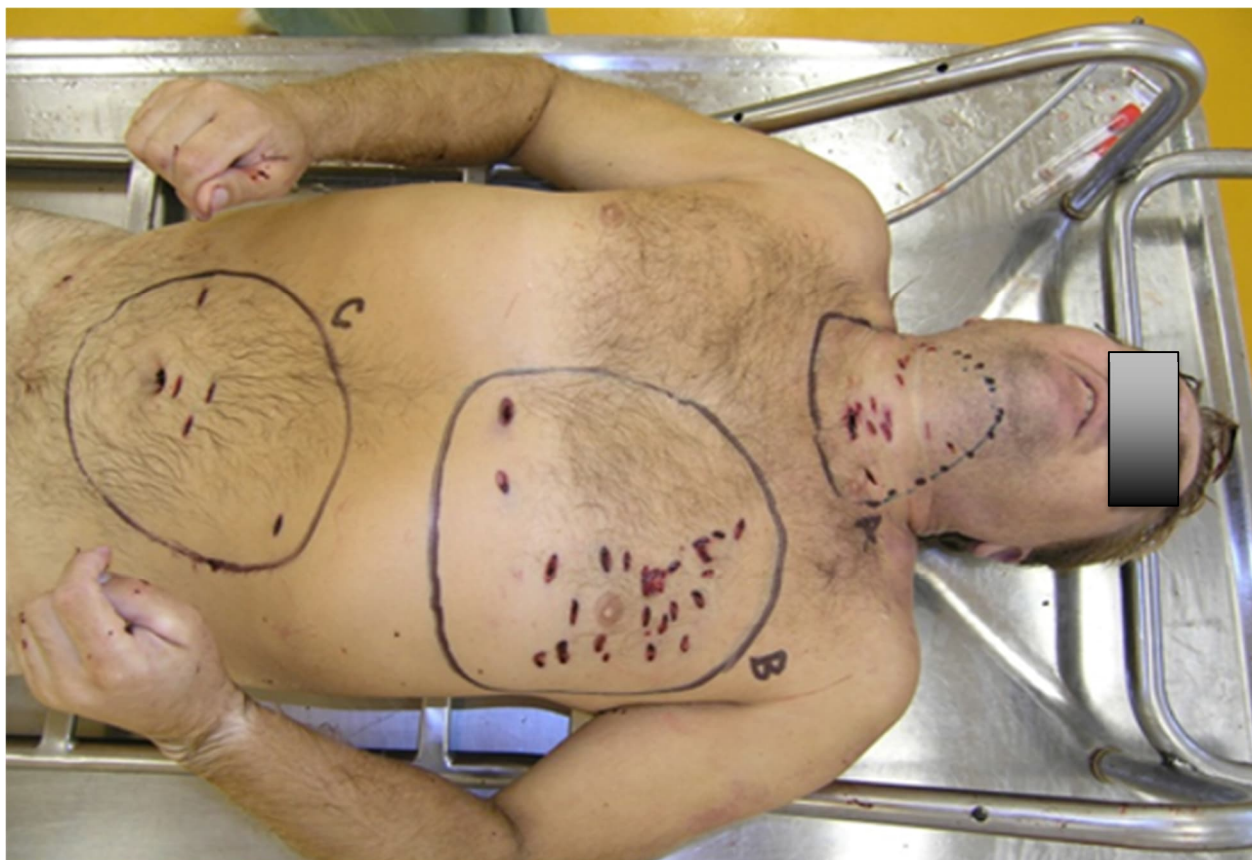
Je nutno mít na paměti, že u intoxikovaných osob či osob s akutní psychózou se můžeme setkat s atypickými morfologickými nálezy, zejména větší variabilitou lokalizace, orientace i hloubky poranění. V těchto situacích může docházet i k neobvyklým formám sebepoškození, například bodným poraněním hlavy způsobeným atypickými nástroji během drogově indukované psychózy [61, 87, 95].

Použitý ostrý nástroj je často nalezen v bezprostřední blízkosti těla poškozeného, jeho nepřítomnost však sama o sobě sebevražedný mechanismus nevylučuje [9, 88]. Nepřítomnost známek zápasu představuje podpůrný znak, který může přispět k hodnocení mechanismu smrti, avšak nemůže být interpretován izolovaně [9, 57].

Celkový morfologický obraz poranění ostrým nástrojem při sebevraždě je výsledkem souhry jednotlivých znaků, jejichž správná interpretace vyžaduje komplexní posouzení v širším kontextu okolností případu [9, 73].



Obr. č. 13 Sebeobránná poranění na levé horní končetině.



Obr. č. 14 Mnohočetná bodná poranění při sebeopoškození. Bodné rány jsou téměř stejně orientovány a nacházejí se ve třech anatomických lokalitách. Patrná je absence sebeobrany na horních končetinách.

Náhodná poranění ostrým nástrojem

Náhodná poranění ostrým nástrojem se vyznačují převážně nesystematickým a situací podmíněným morfologickým obrazem, který odráží mechaniku konkrétního úrazového děje a jeho okamžité okolnosti. Poranění vznikají nejčastěji při pracovní činnosti (obr. č. 15), manipulaci s nástroji nebo v domácím prostředí a jejich lokalizace je dána polohou těla a směrem působící síly v okamžiku úrazu [17, 96, 97]. Typicky jsou postiženy horní končetiny, zejména prsty, dlaně a předloktí, méně často dolní končetiny nebo trup [68, 70]. Rány bývají zpravidla solitární nebo v omezeném počtu, s nepravidelnou lokalizací a orientací, bez stereotypního uspořádání. Hloubka poranění je proměnlivá a závisí na charakteru použitého nástroje, rychlosti pohybu a působící síle, přičemž smrtelná poranění jsou u nehodových mechanismů spíše výjimečná. Poškození oděvu, pokud jsou přítomna, obvykle korespondují s místem poranění na těle. V okolí poranění se zpravidla nevyskytují obranná poranění ani známky zápasu [75, 76]. Mohou se však objevit drobná povrchní poranění prstů vzniklá sekundárně při manipulaci s ostrým nástrojem nebo v rámci reflexních pohybů bezprostředně po úrazu. Průběh poranění odpovídá náhodnému kontaktu s ostrou hranou nebo hrotem a postrádá opakování či paralelní orientaci typickou pro úmyslné jednání. Celkový morfologický obraz náhodných poranění ostrým nástrojem je nutno hodnotit v souvislosti s okolnostmi úrazového děje, neboť izolované posouzení jednotlivých poranění bez znalosti mechanismu vzniku může vést k nesprávné interpretaci jejich původu [9].



Obr. č. 15 Úraz v uhelném dole; zasažení poškozeného rýpadlem do trupu.

Hodnocení vraždy, sebevraždy, náhody při izolovaném solitárním poranění

Hodnocení vraždy, sebevraždy a náhody při izolovaném solitárním poranění představuje výraznou interpretační výzvu, neboť samotný charakter jednotlivého poranění zpravidla neumožňuje spolehlivé určení mechanismu jeho vzniku [9]. Izolované solitární poranění může být přítomno u všech tří mechanismů a jeho morfologické znaky se mohou významně překrývat. Absence dalších poranění, obranných zranění nebo známek zápasu nevylučuje vražedný mechanismus, stejně jako přítomnost poranění v anatomicky dostupné lokalitě sama o sobě nepotvrzuje jednání sebevražedné. U nehodových mechanismů může izolované poranění vzniknout náhodným kontaktem s ostrým nástrojem, avšak bez znalosti okolností vzniku nelze jeho původ spolehlivě stanovit. Interpretace solitárního poranění proto musí vycházet z komplexního posouzení morfologického nálezu, lokalizace poranění, vztahu k oděvu, krevních stop a dalších okolností případu, přičemž žádný jednotlivý znak nemá samostatně rozhodující diagnostickou hodnotu.

Limity hodnocení a interpretační úskalí

Hodnocení poranění způsobených ostrými nástroji je zatíženo řadou limitů, které je nutné mít na paměti při formulaci znaleckých závěrů. Morfologický obraz jednotlivých poranění je výsledkem komplexní interakce vlastností nástroje, dynamiky působící síly, pohybu těla a individuálních anatomických poměrů poškozeného [23, 98]. V některých případech mohou navíc poranění vzniklá jiným mechanismem, například sekundárním působením ostrého fragmentu zlomené kosti při tupém poranění hrudníku, morfologicky připomínat bodné či řezné poranění. Izolované posuzování jednotlivých znaků proto může vést k chybným závěrům, zejména v případech s atypickým průběhem nebo neúplným nálezem [84]. V některých situacích mohou malé kožní defekty vzniklé v souvislosti s patologickými procesy, například v oblasti arteriovenózních fistul u dialyzovaných pacientů, morfologicky imitovat bodná poranění a vést k počátečnímu podezření na násilnou smrt [9, 73, 85, 99].

Významnou interpretační obtíž představuje překryv morfologických znaků mezi poraněními vzniklými při napadení jinou osobou, sebepoškození nebo náhodném úrazu. V literatuře jsou popsány i případy sebevražd s mnohočetnými bodnými poraněními, které mohou na první pohled připomínat poranění vzniklá při útoku jiné osoby [86, 100]. Lokalizace poranění, jejich orientace či počet samy o sobě zpravidla neumožňují spolehlivé určení způsobu vzniku a musí být hodnoceny v širším kontextu celkového nálezu, okolností případu a výsledků doplňujících vyšetření [26, 28, 73]. Zvláštní opatrnosti vyžadují případy izolovaných solitárních poranění, u nichž je diagnostická výpovědní hodnota morfologie výrazně omezená [90].

Dalším limitem je vliv intoxikace, akutních psychotických stavů či sníženého vnímání bolesti, které mohou zásadně změnit chování poškozeného i charakter vzniklých poranění. Tyto faktory mohou vést k atypickému rozložení ran, absenci obranných poranění nebo naopak k neobvykle vysokému počtu lézí, čímž se stírá hranice mezi typickými morfologickými obrazy jednotlivých mechanismů [59–61].

Interpretaci mohou dále komplikovat posmrtné změny, zejména hnilobné procesy, sekundární poškození těla manipulací, zásahy živočichů nebo technické artefakty vzniklé při záchranných či pitevních výkonech. Podobně mohou morfologický obraz poranění imitovat i některé patologické procesy, například pokročilé ulcerující nádory nebo spontánní amputace tkání, které mohou na první pohled připomínat řezná či bodná poranění [101]. Tyto změny mohou imitovat vitální poranění nebo naopak maskovat jejich skutečný rozsah. Zobrazovací metody i histologické vyšetření sice mohou některá úskalí zmírnit, avšak ani tyto postupy nejsou prosté limitů a jejich výsledky musí být vždy interpretovány kriticky [9, 15].

Z uvedených důvodů je nutné, aby soudně lékařské hodnocení poranění ostrým nástrojem bylo vždy formulováno s vědomím těchto omezení a aby znalecké závěry vycházely ze syntézy všech dostupných nálezů. V některých případech nelze učinit jednoznačné závěry a zdrženlivost v interpretaci představuje nedílnou součást odborně správného znaleckého postupu.

Závěr

Předložená habilitační práce se zaměřuje na komplexní soudně lékařské hodnocení poranění způsobených ostrými nástroji s důrazem na jejich morfologii, forenzní interpretaci a praktické využití moderních diagnostických metod. Teoretická část vymezuje základní terminologii, klasifikaci a metodiku popisu ostrých poranění a vytváří rámec pro jejich systematické a reprodukovatelné hodnocení v soudně lékařské praxi.

Soubor publikací navazující na teoretickou část dokumentuje praktickou aplikaci těchto principů v různých typech forenzních situací. Epidemiologicko-morfologické studie přispívají k lepšímu pochopení dynamiky vražd spáchaných ostrými nástroji, typických vzorců poranění a role obranných lézí v kontextu interpersonálního násilí. Metodicko-diagnostická část práce rozšiřuje možnosti objektivního hodnocení poranění zavedením postmortální CT angiografie, zejména u bodnořezných poranění končetin, kde tato metoda umožňuje přesnější dokumentaci cévních lézí a zdrojů krvácení. Klinicko-forenzní kazuistiky pak poukazují na interpretační úskalí atypických případů a zdůrazňují nutnost kritického, kontextuálního přístupu k jednotlivým nálezům.

Hlavním přínosem práce je propojení klasické morfologické analýzy ostrých poranění s moderními zobrazovacími metodami a jejich integrace do jednotného interpretačního rámce. Práce poukazuje na limity izolovaného hodnocení jednotlivých znaků a zdůrazňuje význam jejich syntézy morfologických, zobrazovacích, toxikologických a kriminalistických údajů při rozlišování vraždy, sebevraždy a náhodného mechanismu poranění. Zvláštní pozornost je věnována situacím s atypickým průběhem, izolovaným solitárním poraněním a případům zatíženým intoxikací či psychickým onemocněním.

Výsledky práce mají přímý dopad na znaleckou praxi soudního lékařství. Přispívají ke standardizaci popisu a hodnocení ostrých poranění, zvyšují objektivitu forenzních závěrů a rozšiřují diagnostické možnosti zejména v případech, kde samotná pitva neposkytuje jednoznačnou odpověď. Práce zároveň ukazuje potenciál dalšího rozvoje postmortálních zobrazovacích metod a jejich širšího zapojení do rutinní soudně lékařské praxe.

Do budoucna lze navázat zejména rozšířením multicentrických epidemiologických souborů, dalším metodickým zpřesněním zobrazovacích protokolů a hlubší integrací zobrazovacích a histologických metod při hodnocení vitality a časování poranění. Tyto směry mohou přispět k dalšímu zvýšení přesnosti a transparentnosti forenzní interpretace poranění způsobených ostrými nástroji.

Literatura

- [1] SAUKKO, Pekka a Bernard KNIGHT. Knight's forensic pathology. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2015. ISBN 978-1-4441-6508-4.
- [2] SPITZ, Werner U. a Francisco J. DIAZ. Spitz and Fisher's medicolegal investigation of death: guidelines for the application of pathology to crime investigation. [s.l.]: Charles C Thomas, 2020. ISBN 978-0-398-09312-0.
- [3] DIMAIO, Vincent J. M. a D. Kimberley MOLINA. DiMaio's forensic pathology. [s.l.]: CRC Press, 2021. ISBN 978-0-429-31876-7.
- [4] THALI, Michael J. et al. VIRTopsy—Scientific Documentation, Reconstruction and Animation in Forensic: Individual and Real 3D Data Based Geo-Metric Approach Including Optical Body/Object Surface and Radiological CT/MRI Scanning. *Journal of Forensic Sciences*. 2005, 50(2), JFS2004290–15. ISSN 0022-1198.
- [5] AMPANOZI, Garyfalia, Delaja HALBHEER, Lars C. EBERT, Michael J. THALI a Ulrike HELD. Postmortem imaging findings and cause of death determination compared with autopsy: a systematic review of diagnostic test accuracy and meta-analysis. *International Journal of Legal Medicine*. 2020, 134(1), 321–337. ISSN 0937-9827.
- [6] NI, Shoutao, Fangmao JU, Jiaxin ZHANG, Miaogen XUAN, Liang CHEN, Shutao ZHANG, Wenzhi GUO, Chunfeng LIAN a Yang LI. Explainable AI for sharp injury identification using transfer learning with pre-trained deep neural networks. *Forensic Science International*. 2025, 371, 112476. ISSN 0379-0738.
- [7] VASSALINI, Marzia, Andrea VERZELETTI a Francesco DE FERRARI. Sharp force injury fatalities: a retrospective study (1982–2012) in Brescia (Italy). *Journal of Forensic Sciences*. 2014, 59(6), 1568–1574. ISSN 0022-1198.
- [8] ROGDE, Sidsel, Hans Petter HOUGEN a Klaus POULSEN. Homicide by sharp force in two Scandinavian capitals. *Forensic Science International*. 2000, 109(2), 135–145. ISSN 0379-0738.
- [9] DE-GIORGIO, Fabio, Maria LODISE, Gianluigi QUARANTA, Antonio G SPAGNOLO, Ernesto D'ALOJA, Vincenzo L PASCALI a Vincenzo M GRASSI. Suicidal or homicidal sharp force injuries? A review and critical analysis of the heterogeneity in the forensic literature. *Journal of Forensic Sciences*. 2015, 60, S97–S107. ISSN 0022-1198.
- [10] GRABHERR, Silke, Jochen GRIMM, Alejandro DOMINGUEZ, Jessica VANHAEBOST a Patrice MANGIN. Advances in post-mortem CT-angiography. *The British Journal of Radiology*. 2014, 87(1036), 20130488. ISSN 0007-1285.

- [11] PAYNE-JAMES, Jason a Richard Martin JONES. *Simpson's forensic medicine*. S.I.: CRC Press, 2019. ISBN 978-1-315-15705-5.
- [12] LEW, Emma a Evan MATSHES. Sharp force injuries. In: PAYNE-JAMES, Jason, ed. *Forensic Pathology: Principles and Practice*. Mexico: Elsevier, 2005, s. 143–162. ISBN 978-0-443-07264-1.
- [13] KARGER, B., J. NIEMEYER a B. BRINKMANN. Suicides by sharp force: typical and atypical features. *International Journal of Legal Medicine*. 2000, 113(5), 259–262. ISSN 0937-9827.
- [14] VANEZIS, Peter. *Pathology of Sharp Force Trauma*. S.I.: CRC Press, 2021. ISBN 978-1-000-38940-0.
- [15] SCHMIDT, Ulrike. Sharp force injuries in “clinical” forensic medicine. *Forensic Science International*. 2010, 195(1–3), 1–5. ISSN 0379-0738.
- [16] **HANDLOS, Petr, Marek DOKOUPIL, Marie STAŇKOVÁ, Marek JOUKAL, Igor DVOŘÁČEK, Matěj UVÍRA a Margita SMATANOVÁ. Fluid content in the pleural cavity protects internal structures against heat. *Forensic Science, Medicine and Pathology*. 2016, 12(4), 497–501. ISSN 1547-769X.**
- [17] **HANDLOSOVÁ, Klára, Ondřej KLABAL, Marek DOKOUPIL, Vladimír VOJTEK, Matěj UVÍRA a Petr HANDLOS. Fatal and nonfatal rip saw injuries. *Journal of Forensic Sciences*. 2020, 65(3), 999–1003. ISSN 0022-1198.**
- [18] ONDRUSCHKA, Benjamin, Jan DRESSLER, Niels HAMMER, Rexson TSE a Ronny BAYER. On the usability of skull maceration in fatal head injuries caused by axes. *Forensic Science, Medicine and Pathology*. 2019, 15(4), 678–679. ISSN 1547-769X.
- [19] **HANDLOS, Petr, Matěj UVÍRA, Marek DOKOUPIL a Klára MARECOVÁ. Axe injury pattern in homicide. *Forensic Science, Medicine and Pathology*. 2019, 15(3), 516–518. ISSN 1547-769X.**
- [20] ONG, Beng-Beng. The pattern of homicidal slash/chop injuries: a 10 year retrospective study in University Hospital Kuala Lumpur. *Journal of Clinical Forensic Medicine*. 1999, 6(1), 24–29. ISSN 1353-1131.
- [21] MAIESE, Aniello, Alice Chiara MANETTI, Naomi IACOPONI, Eleonora MEZZETTI, Emanuela TURILLAZZI, Marco DI PAOLO, Raffaele LA RUSSA, Paola FRATI a Vittorio FINESCHI. State-of-the-art on wound vitality evaluation: a systematic review. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022, 23(13), 6881. ISSN 1422-0067.
- [22] CASSE, Jean-Matthieu, Laurent MARTRILLE, Jean-Michel VIGNAUD a Guillaume GAUCHOTTE. Skin wounds vitality markers in forensic pathology: An updated review. *Medicine, Science and the Law*. 2016, 56(2), 128–137. ISSN 0025-8024.

- [23] BYARD, Roger W. Patterned injuries from screwdrivers. *Forensic Science, Medicine and Pathology*. 2022, 18(3), 271–274. ISSN 1547-769X.
- [24] KARGER, B., M. A. ROTHSCCHILD a H. PFEIFFER. Accidental sharp force fatalities—beware of architectural glass, not knives. *Forensic Science International*. 2001, 123(2–3), 135–139. ISSN 0379-0738.
- [25] STERZIK, Vera, Beat P KNEUBUEHL, Dirk ROPOHL a Michael BOHNERT. Injuring potential of drinking glasses. *Forensic Science International*. 2008, 179(2–3), e19–e23. ISSN 0379-0738.
- [26] **HANDLOS, Petr, Tereza ŠVECOVÁ, Adéla VRTKOVÁ, Klára HANDLOSOVÁ, Marek DOKOUPIL, Ondřej KLABAL, Juraj TIMKOVIČ a Matěj UVÍRA. Review of patterns in homicides by sharp force: one institution's experience. *Forensic Science, Medicine and Pathology* [online]. 2023, 19(4), 525–533. ISSN 1556-2891.**
- [27] **HANDLOS, Petr, Klára HANDLOSOVÁ, Ondřej KLABAL a Matěj UVÍRA. A rare suicide case involving fatal bleeding from varicose veins. *Journal of Forensic Sciences*. 2021, 66(5), 2020–2023. ISSN 0022-1198.**
- [28] KARLSSON, Thore. Sharp force homicides in the Stockholm area, 1983–1992. *Forensic Science International*. 1998, 94(1–2), 129–139. ISSN 0379-0738.
- [29] **HANDLOS, Petr, Matěj UVÍRA, Vladimír VOJTEK, Martina SMUTNÁ a Jana MERTO VÁ. Bodnořezná poranění: Postmortem CT angiografie. *Soudní lékařství*. 2024, 69(3), 34–36.**
- [30] NIKOLIĆ, Slobodan a Vladimir ŽIVKOVIĆ. Attempted suicide with an axe: a hanged waiter with multiple healed chop wounds to the crown of the head. *Forensic Science, Medicine and Pathology*. 2013, 9(1), 117–121. ISSN 1547-769X.
- [31] BOLLIGER, Stephan A., Michael J. THALI, Steffen ROSS, Ursula BUCK, Silvio NAETHER a Peter VOCK. Virtual autopsy using imaging: bridging radiologic and forensic sciences. A review of the Virtopsy and similar projects. *European Radiology*. 2008, 18(2), 273–282. ISSN 0938-7994.
- [32] DE VRIES, Coert S., Mogoeemang AFRICA, Fekade A. GEBREMARIAM, J. Janse VAN RENSBURG, Susan F. OTTO a Henrik F. POTGIETER. The imaging of stab injuries. *Acta Radiologica*. 2010, 51(1), 92–106. ISSN 0284-1851.
- [33] BRAUN, Sandra, Lara INDRA, Sandra LÖSCH a Marco MILELLA. Perimortem skeletal sharp force trauma: detection reliability on CT data, demographics and anatomical patterns from a forensic dataset. *Biology*. 2022, 11(5), 666. ISSN 2079-7737.
- [34] JACKOWSKI, Christian, Wolf SCHWEITZER, Michael THALI, Kathrin YEN, Emin AGHAYEV, Martin SONNENSCHN, Peter VOCK a Richard DIRNHOFER. Virtopsy:

- postmortem imaging of the human heart in situ using MSCT and MRI. *Forensic Science International*. 2005, 149(1), 11–23. ISSN 0379-0738.
- [35] GRABHERR, Silke, Valentin DJONOV, Kathrin YEN, Michael J. THALI a Richard DIRNHOFER. Postmortem angiography: review of former and current methods. *American Journal of Roentgenology*. 2007, 188(3), 832–838. ISSN 0361-803X.
 - [36] GRABHERR, Silke, Jochen M GRIMM a Axel HEINEMANN. *Atlas of postmortem angiography*. S.l.: Springer, 2016. ISBN 978-3-319-28537-8.
 - [37] ROSS, Steffen G., Stephan A. BOLLIGER, Garyfalia AMPANOZI, Lars OESTERHELWEG, Michael J. THALI a Patricia M. FLACH. Postmortem CT angiography: capabilities and limitations in traumatic and natural causes of death. *RadioGraphics*. 2014, 34(3), 830–846. ISSN 0271-5333.
 - [38] GREGOIRE, C. A. S., G. A. J. C. CROMBAG, P. VAN DE VOORDE et al. The value of magnetic resonance imaging in forensic investigation: a mapping review. *International Journal of Legal Medicine*. 2026, 140, 845–856. ISSN 0937-9827.
 - [39] RUDER, Thomas D., Michael J. THALI a Gary M. HATCH. Essentials of forensic post-mortem MR imaging in adults. *The British Journal of Radiology*. 2014, 87(1036), 20130567. ISSN 0007-1285.
 - [40] HABS, Maximilian, Thomas PFEFFERKORN, Clemens C. CYRAN, Jochen GRIMM, Axel ROMINGER, Marcus HACKER, Christian OPPERK, Maximilian F. REISER, Konstantin NIKOLAOU a Tobias SAAM. Age determination of vessel wall hematoma in spontaneous cervical artery dissection: a multi-sequence 3T cardiovascular magnetic resonance study. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*. 2011, 13(1), 76. ISSN 1532-429X.
 - [41] FLORES, Dyan V., Catalina MEJÍA GÓMEZ, Mauricio ESTRADA-CASTRILLÓN, Edward SMITAMAN a Mini N. PATHRIA. MR imaging of muscle trauma: anatomy, biomechanics, pathophysiology, and imaging appearance. *RadioGraphics*. 2018, 38(1), 124–148. ISSN 0271-5333.
 - [42] MORAIS, Dionei F., Antonio R. SPOTTI, Waldir A. TOGNOLA, Felipe F. P. GAIA a Almir F. ANDRADE. Clinical application of magnetic resonance in acute traumatic brain injury. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*. 2008, 66(1), 53–58. ISSN 0004-282X.
 - [43] DAVIS, Joshua, Byron CZERNISKI, Arthur AU, Srikar ADHIKARI, Isaac FARRELL a J. Matthew FIELDS. Diagnostic accuracy of ultrasonography in retained soft tissue foreign bodies: a systematic review and meta-analysis. *Academic Emergency Medicine*. 2015, 22(7), 777–787. ISSN 1069-6563.
 - [44] SHKRUM, Michael J. a David A. RAMSAY. *Forensic pathology of trauma: common problems for the pathologist*. Totowa, N.J.: Humana Press, 2007. ISBN 978-1-59745-138-3.

- [45] KIRKPATRICK, A. W., M. SIROIS, K. B. LAUPLAND, D. LIU, K. ROWAN, C. G. BALL, S. M. HAMEED, R. BROWN, R. SIMONS a S. A. DULCHAVSKY. Hand-held thoracic sonography for detecting post-traumatic pneumothoraces: the Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma (EFAST). *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2004, 57(2), 288–295. ISSN 2163-0755.
- [46] POLETTI, Pierre A., Karen KINKEL, Bernard VERMEULEN, François IRMAY, Pierre-François UNGER a François TERRIER. Blunt abdominal trauma: should US be used to detect both free fluid and organ injuries? *Radiology*. 2003, 227(1), 95–103. ISSN 0033-8419.
- [47] JACKOWSKI, Christian, Martin SONNENSCHNEIN, Michael J. THALI, Emin AGHAYEV, Gabriel von ALLMEN, Kathrin YEN, Richard DIRNHOFER a Peter VOCK. Virtopsy: postmortem minimally invasive angiography using cross section techniques—implementation and preliminary results. *Journal of Forensic Sciences*. 2005, 50(5), JFS2005023.
- [48] EBERT, Lars Christian, Wolfgang PTACEK, Silvio NAETHER, Martin FÜRST, Steffen ROSS, Ursula BUCK, Stefan WEBER a Michael THALI. Virtobot—a multi-functional robotic system for 3D surface scanning and automatic post mortem biopsy. *The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery*. 2010, 6(1), 18–27. ISSN 1478-5951.
- [49] BUCK, Ursula, Silvio NAETHER, Marcel BRAUN, Stephan BOLLIGER, Hans FRIEDERICH, Christian JACKOWSKI, Emin AGHAYEV, Andreas CHRISTE, Peter VOCK a Richard DIRNHOFER. Application of 3D documentation and geometric reconstruction methods in traffic accident analysis: with high resolution surface scanning, radiological MSCT/MRI scanning and real data based animation. *Forensic Science International*. 2007, 170(1), 20–28. ISSN 0379-0738.
- [50] EBERT, Lars Chr., Michael J. THALI a Steffen ROSS. Getting in touch—3D printing in forensic imaging. *Forensic Science International*. 2011, 211(1–3), e1–e6. ISSN 0379-0738.
- [51] URBANOVÁ, Petra, Petr HEJNA a Mikoláš JURDA. Testing photogrammetry-based techniques for three-dimensional surface documentation in forensic pathology. *Forensic Science International*. 2015, 250, 77–86. ISSN 0379-0738.
- [52] DETTMAYER, Reinhard B. Vitality, injury age, determination of skin wound age, and fracture age. In: *Forensic Histopathology: Fundamentals and Perspectives*. S.l.: Springer, 2018, s. 241–263.
- [53] MADEA, Burkhard, Elke DOBERENTZ a Christian JACKOWSKI. Vital reactions—an updated overview. *Forensic Science International*. 2019, 305, 110029. ISSN 0379-0738.

- [54] ESPOSITO-FAVA, Aude, Elodie MARCHAND a Guillaume GAUCHOTTE. Skin injuries in forensic histopathology: a descriptive study. *Forensic Science, Medicine and Pathology* [online]. 2024, 20(1), 51–58. ISSN 1556-2891.
- [55] TAKAMIYA, Masataka, Sachiko FUJITA, Kiyoshi SAIGUSA a Yasuhiro AOKI. Simultaneous detection of eight cytokines in human dermal wounds with a multiplex bead-based immunoassay for wound age estimation. *International Journal of Legal Medicine*. 2008, 122(2), 143–148. ISSN 0937-9827.
- [56] RAMAMURTHY, Kokila, Sandhya SUNDARAM, Sneha SIVARAMAKRISHNAN, Sampath Kumar PARANTHAMAN, Archana BALASUBRAMANIAN a Priyadarshee PRADHAN. Detection and estimation of age of injuries in fresh bodies using immunohistochemistry. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*. 2023, 44(4), 293–302. ISSN 0195-7910.
- [57] BRUNEL, Christophe, Christophe FERMANIAN, Michel DURIGON a Geoffroy LORIN DE LA GRANDMAISON. Homicidal and suicidal sharp force fatalities: autopsy parameters in relation to the manner of death. *Forensic Science International*. 2010, 198(1–3), 150–154. ISSN 0379-0738.
- [58] ZOLOTAROV, Pylyp a Richard FRASER. Venous air embolism: artefactual air entrapment and autopsy technique. *International Journal of Legal Medicine*. 2020, 134(3), 1033–1036. ISSN 0937-9827.
- [59] THOMSEN, Asser H., Peter M. LETH, Hans Petter HOUGEN, Palle VILLESEN a Ole BRINK. Homicide in Denmark 1992–2016. *Forensic Science International: Synergy*. 2019, 1, 275–282. ISSN 2589-871X.
- [60] MANSO, Nuno Lupi, Isabel Pinto RIBEIRO a Ana Rita INÁCIO. Sharp force fatalities: differentiating homicide from suicide through a retrospective review (2012–2019) of autopsy findings in Lisbon (Portugal). *Forensic Science International*. 2021, 327, 110959. ISSN 0379-0738.
- [61] TERRANOVA, Claudio, Luca DORO, Silvano ZANCANER, Thomas ZAMPINI, Cristina MAZZAROLO, Barbara BONVICINI, Alessia VIERO a Massimo MONTISCI. Criminological and medico-legal aspects in homicidal and suicidal sharp force fatalities. *Journal of Forensic Sciences*. 2020, 65(4), 1184–1190. ISSN 0022-1198.
- [62] HEMENWAY, David a Eliot NELSON. The scope of the problem: gun violence in the USA. *Current Trauma Reports*. 2020, 6(1), 29–35. ISSN 2198-6096.
- [63] KEMAL, Cameron J., Tyler PATTERSON a D. Kimberley MOLINA. Deaths due to sharp force injuries in Bexar County, Texas, with respect to manner of death. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*. 2013, 34(3), 253–259. ISSN 0195-7910.

- [64] VERZELETTI, Andrea, Maria Cristina RUSSO, Paola BIN, Anna LEIDE a Francesco DE FERRARI. Homicide in Brescia County (Northern Italy): a thirty-year review. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2014, 22, 84–89. ISSN 1752-928X.
- [65] BELGHITH, Meyssa, Mehdi Ben KHELIL, Elodie MARCHAND, Ahmed BANASR a Moncef HAMDOUN. Homicidal sharp force cases: An 11-year autopsy-based study. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2022, 88, 102347. ISSN 1752-928X.
- [66] VIJ, Akshat, Anand MENON, Ritesh G MENEZES, Tanuj KANCHAN a Prateek RASTOGI. A retrospective review of homicides in Mangalore, South India. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2010, 17(6), 312–315. ISSN 1752-928X.
- [67] SOUMAH, Mohamed Maniboliot, Désiré Aluméti MUNYALI, Mor NDIAYE a Mamadou Lamine SOW. Autopsy following death by homicide in 644 cases. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2012, 19(2), 60–64. ISSN 1752-928X.
- [68] GILL, James R. a Charles CATANESE. Sharp injury fatalities in New York City. *Journal of Forensic Sciences*. 2002, 47(3), 554–557. ISSN 0022-1198.
- [69] INOUE, Hiromasa, Noriaki IKEDA, Takako ITO, Akiko TSUJI a Keiko KUDO. Homicidal sharp force injuries inflicted by family members or relatives. *Medicine, Science and the Law*. 2006, 46(2), 135–140. ISSN 0025-8024.
- [70] ROUSE, D. A. Patterns of stab wounds: a six year study. *Medicine, Science and the Law*. 1994, 34(1), 67–71. ISSN 0025-8024.
- [71] HUNT, A. C. a R. J. COWLING. Murder by stabbing. *Forensic Science International*. 1991, 52(1), 107–112. ISSN 0379-0738.
- [72] MURRAY, L. A. a M. A. GREEN. Hilts and knives: a survey of ten years of fatal stabbings. *Medicine, Science and the Law*. 1987, 27(3), 182–184. ISSN 0025-8024.
- [73] SCHMIDT, Ulrike a Stefan POLLAK. Sharp force injuries in clinical forensic medicine—findings in victims and perpetrators. *Forensic Science International*. 2006, 159(2–3), 113–118. ISSN 0379-0738.
- [74] MITTENDORF, Anton F., Nils Rosario HÖGBERG, Tilde JOENSUU, Yohan ROBINSON, Carl Johan WINGREN, Ali-Reza REZAIE a Brita ZILG. Fatal and nonfatal sharp force injuries to the limbs: a study of forensic autopsies in Sweden (2010–2019). *International Journal of Legal Medicine*. 2025, 139(6), 2749–2761. ISSN 0937-9827.
- [75] HUGAR, Basappa S, S HARISH, YP Girish CHANDRA, S PRAVEEN a SH JAYANTH. Study of defence injuries in homicidal deaths—An autopsy study. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2012, 19(4), 207–210. ISSN 1752-928X.

- [76] MOHANTY, Manoj Kumar, Manoj Kumar PANIGRAHI, Sachidananda MOHANTY, Jyotin Kumar DASH a Shreemanta Kumar DASH. Self-defense injuries in homicidal deaths. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2007, 14(4), 213–215. ISSN 1752-928X.
- [77] AMBADE, Vipul Namdeorao a Hemant Vasant GODBOLE. Comparison of wound patterns in homicide by sharp and blunt force. *Forensic Science International*. 2006, 156(2–3), 166–170. ISSN 0379-0738.
- [78] KATKICI, U, MS OZKÖK a M ORSAL. An autopsy evaluation of defence wounds in 195 homicidal deaths due to stabbing. *Journal of the Forensic Science Society*. 1994, 34(4), 237–240. ISSN 0015-7368.
- [79] SAFIRI, Saeid, Seyed Aria NEJADGHADERI, Nahid KARAMZAD, Kristin CARSON-CHAHHOUD, Nicola Luigi BRAGAZZI, Mark J. M. SULLMAN, Amir ALMASI-HASHIANI, Mohammad Ali MANSOURNIA, Gary S. COLLINS a Jay S. KAUFMAN. Global, regional, and national cancer deaths and disability-adjusted life-years (DALYs) attributable to alcohol consumption in 204 countries and territories, 1990-2019. *Cancer*. 2022, 128(9), 1840–1852. ISSN 0008-543X.
- [80] **HANDLOS, Petr, Klára MARECOVÁ, Margita SMATANOVÁ, Igor DVOŘÁČEK a Martin DOBIÁŠ. Fatal hemorrhage from an arteriovenous fistula. *Journal of Forensic Sciences*. 2018, 63(5), 1577–1581. ISSN 0022-1198.**
- [81] HENSSGE, Claus a Burkhard MADEA. Estimation of the time since death. *Forensic Science International*. 2007, 165(2–3), 182–184. ISSN 0379-0738.
- [82] MATHUR, Ashima a YK AGRAWAL. An overview of methods used for estimation of time since death. *Australian Journal of Forensic Sciences*. 2011, 43(4), 275–285. ISSN 0045-0618.
- [83] ALGHERYAFI, Zainab Fathi, Fatima Foud ALNASSER, Fatima Hussain ALMUKHTAR, Fatema Abdullatef ALDAJANI, Fatimah Hussain AL QASSIM, Zainab Mohammed AL ZAKARIA, Shog Obeid ALSHAMMARI a Ritesh G MENEZES. Differentiating suicide from homicide in sharp-force fatalities with stab and/or incised wounds: A scoping review. *Legal Medicine*. 2024, 67, 102388. ISSN 1344-6223.
- [84] **HANDLOS, Petr. Additional practical considerations in the interpretation of multiple sharp-force injuries. *Legal Medicine*. 2026, 80, 102773. ISSN 1873-4162.**
- [85] **UVÍRA, Matěj, Klára MARECOVÁ, Marek DOKOUPIL, Igor DVOŘÁČEK a Petr HANDLOS. Fatal deer attack in a rutting season. *Forensic Science, Medicine and Pathology*. 2019, 15(1), 93–96. ISSN 1547-769X.**
- [86] SARTORI, Alessandro, Giovanna DEL BALZO a Dario RANIERO. When suicide mimics homicide: a forensic analysis of three cases involving multiple sharp-force injuries. *Legal Medicine*. 2025, 102770. ISSN 1344-6223.

- [87] **HANDLOS, Petr, Ondřej KLABAL, Vladimír VOJTEK, Klára HANDLOSOVÁ, Tomáš KREJČÍ a Matěj UVÍRA. Determining the manner of death in victims in drug-induced psychosis: a case of an atypical head stab wound. *Forensic Science, Medicine and Pathology*. 2024, 20(4), 1458–1463. ISSN 1556-2891.**
- [88] MAZZOLO, Gionata Maria a Lorenzo DESINAN. Sharp force fatalities: suicide, homicide or accident? A series of 21 cases. *Forensic Science International*. 2005, 147, S33–S35. ISSN 0379-0738.
- [89] KIESER, Jules, Valeria BERNAL, Paula GONZALEZ, Wendy BIRCH, Mark TURMAINE a Ionut ICHIM. Analysis of experimental cranial skin wounding from screwdriver trauma. *International Journal of Legal Medicine*. 2008, 122(3), 179–187. ISSN 0937-9827.
- [90] BURKE, Michael P., Yeliena BABER, Zoe CHEUNG a Mark FITZGERALD. Single stab injuries. *Forensic Science, Medicine and Pathology*. 2018, 14(3), 295–300. ISSN 1547-769X.
- [91] PAVLIDIS, Pavlos, Maria-Valeria KARAKASI a Theodossios A. BIRBILIS. Traumatic brain injury due to screwdriver assaults: literature review and case report. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*. 2016, 37(4), 291–298. ISSN 0195-7910.
- [92] MOHANTY, Manoj Kumar. Variants of homicide: a review. *Journal of Clinical Forensic Medicine*. 2004, 11(4), 214–218. ISSN 1353-1131.
- [93] WHITE, Dollett T., Leszek CHROSTOWSKI a Vernard I. ADAMS. Suicide by extraordinarily numerous blade wounds. *Academic Forensic Pathology*. 2011, 1(1), 138–142. ISSN 1925-3621.
- [94] PUTRI, Jeanaya Hedya AlFara, Irza Hasanah HAMDY, Ivana Angelica HARIS, Jaudah NAHDAH a Jennieffer Clarissa PUTRI. Clinical forensic assessment of victim with sharp force injury (a case report). *International Islamic Medical Journal*. 2022, 3(2), 132–138. E-ISSN 2716-2389. P-ISSN 2716-2370.
- [95] JOUSSET, Nathalie, Clotilde ROUGÉ-MAILLART, Alain TURCANT, Michel GUILLEUX, Anne LE BOUIL a Antoine TRACQUI. Suicide by skull stab wounds: a case of drug-induced psychosis. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*. 2010, 31(4), 378–381. ISSN 0195-7910.
- [96] **MARECOVÁ, Klára, Matěj UVÍRA, Marek DOKOUPIL a Petr HANDLOS. Stab wounds of the chest caused by penetration of duralumin rods. *Forensic Science, Medicine and Pathology*. 2018, 14(4), 558–560. ISSN 1547-769X.**
- [97] PRAHLOW, Joseph A., Karen F. ROSS, William J. W. LENE a Don B. KIRBY. Accidental sharp force injury fatalities. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*. 2001, 22(4), 358–366. ISSN 0195-7910.

- [98] **DOKOUPIL, Marek, Klára MARECOVÁ, Matěj UVÍRA, Marek JOUKAL, Eva MRÁZKOVÁ, Jana CHMELOVÁ a Petr HANDLOS.** Fatal delayed hemopericardium and hemothorax following blunt chest trauma. *Forensic Science, Medicine and Pathology*. 2019, 15(2), 272–275. ISSN 1547-769X.
- [99] **HANDLOS, Petr, Klára HANDLOSOVÁ a Marek JOUKAL.** Exsanguination from arteriovenous fistula: suicide or chronic wound? *Forensic Science, Medicine and Pathology*. 2020, 16(2), 377–378. ISSN 1547-769X.
- [100] **AUSTIN, Amy E., Saskia S. GUDDAT, Michael TSOKOS, John D. GILBERT a Roger W. BYARD.** Multiple injuries in suicide simulating homicide: report of three cases. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2013, 20(6), 601–604. ISSN 1752-928X.
- [101] **DOBIÁŠ, Martin, Klára MARECOVÁ, Kateřina VRÁNOVÁ a Petr HANDLOS.** Penile carcinoma—a rare cause of sudden death. *Forensic Science, Medicine and Pathology*. 2019, 15(3), 506–508. ISSN 1547-769X.

Komentář k přiložené publikaci č. 1

HANDLOS, Petr, Tereza SVECOVA, Adela VRTKOVA, Klara HANDLOSOVA, Marek DOKOUPIL, Ondrej KLABAL, Juraj TIMKOVIC and Matej UVIRA. Review of patterns in homicides by sharp force: one institution's experience. Forensic Science Medicine And Pathology [online]. 2023, 19(4), 525–533. ISSN 1556-2891. Available at: doi:10.1007/s12024-023-00576-8

IF (2022) = 1,8; Kvartil Q2

Podíl autora na publikaci: První autor (55 %). Autor se podílel na návrhu studie, sběru a zpracování dat, jejich statistickém vyhodnocení, interpretaci výsledků a na sepsání rukopisu.

Článek shrnuje třináctiletou zkušenost jednoho soudně lékařského pracoviště s případy vražd spáchaných ostrými nástroji. Hlavním přínosem pro soudní lékařství je přehledné vyhodnocení počtu, typu a lokalizace poranění, přítomnosti obranných zranění, toxikologických nálezů a základních demografických údajů. Studie pracuje s jednotnou metodikou a statistickým rozbořem, což umožňuje srovnání s dostupnou zahraniční literaturou a podporuje sjednocování interpretace podobných nálezů v praxi.

Důležitá je analýza vztahu mezi množstvím ran a obrannými poraněními, což má význam při posuzování způsobu smrti a odlišování vraždy od sebepoškození u bodnořezných poranění. Autoři hodnotí i výskyt současného tupého násilí, které může ukazovat na eskalaci útoku, což je praktické při rekonstrukci jeho průběhu a odhadu intenzity jednání pachatele. Výsledky tak přispívají k lepšímu posouzení pravděpodobného typu použitého nástroje a obranné aktivity oběti. Studie dále ukazuje určité rozdíly v toxikologii a demografii oproti jiným publikovaným souborům, což pomáhá při orientaci v rizikových situacích v domácím prostředí. Závěry jsou využitelné při plánování pitvy, zaměření disekce na nejčastěji postižené oblasti i při výuce lékařů v přípravě. Otevřený přístup vydání usnadňuje použití obrazové a tabulkové dokumentace ve výukových materiálech. Celkově jde o přehledný a prakticky orientovaný text, který rozšiřuje dostupná data o bodnořezných poraněních a má přímé využití v soudně lékařské praxi.



Review of patterns in homicides by sharp force: one institution's experience

Petr Handlos¹ · Tereza Švecová¹ · Adéla Vrtková^{2,3} · Klára Handlosová¹ · Marek Dokoupil¹ · Ondřej Klábal⁴ · Juraj Timkovič⁵ · Matěj Uvira^{1,6}

Accepted: 4 January 2023 / Published online: 10 February 2023
© The Author(s) 2023

Abstract

This paper presents a retrospective review of patterns found in cases of homicides by sharp force over a 13-year period at the Department of Forensic Pathology of the Ostrava University Hospital, Czech Republic. The review summarizes all frequently discussed aspects of such cases including the number and localization of injuries, the presence of defensive wounds, the type of the offending weapon, the cause of death, the place of death, victims' and perpetrators' profiles, their relationship, or toxicological findings. Furthermore, special attention was paid to the evaluation of any accompanying blunt force trauma that may be indicative of an escalation of the assault. The set of data was statistically analyzed. Even though most of the results of this review are consistent with available published studies, noteworthy differences have emerged in some aspects such as the sex and age of the victims, the relationship between the number of injuries suffered and the victims' sex, or the severity of alcohol intoxication in victims.

Keywords Homicide · Blunt force trauma · Sharp force trauma · Defensive wounds · Assault escalation

Introduction

Sharp force injury fatalities are frequently encountered in forensic medicine. The manner of death in such cases is most frequently classified as homicide, followed by suicide and accident [1, 2]. Interestingly, a correlation can be seen between the gun control legislation existing in a specific

country and the frequency of homicides involving sharp force. The stricter the gun laws and thus lower the availability of firearms, the higher the frequency of homicides by sharp force since sharp tools are the most easily available weapons. Taking the Czech Republic as an example of a country with rather strict gun control laws, the authors report that in their jurisdiction, sharp force fatalities represented 38.1% of all homicides between 2008 and 2020, making them the most frequent category of homicides, with firearm homicides merely accounting for 13.4%. This is in sharp contrast with the USA, where gun control laws are much more lenient, and firearm homicides accounted for 75% of all homicides [3].

This is in line with the data reported for other European cities and regions with strict gun control laws. The incidence of homicides involving sharp force as reported for some jurisdictions is as follows: 27% in Oslo (Norway), 31% in Lisbon (Portugal), 32.7% in Brescia County (Italy), 33% in Copenhagen (Denmark), and 37% in Stockholm area (Sweden) [4–8]. Given this context, this study is driven by the high frequency of such cases and their relevance for the community. The study discusses not only specific patterns of sharp force injuries in homicides, but also less frequently studied parameters such as the nature of the assault or perpetrators' profiles. Special attention was paid to the evaluation

✉ Matěj Uvira
matej.uvira@fno.cz

¹ Institute of Forensic Medicine, University Hospital Ostrava, Ostrava, Czech Republic

² Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, Department of Applied Mathematics, VSB - Technical University of Ostrava, Ostrava, Czech Republic

³ Department of the Deputy Director for Science, Research, and Education, University Hospital Ostrava, Ostrava, Czech Republic

⁴ Faculty of Arts, Department of English and American Studies, Palacký University Olomouc, Olomouc, Czech Republic

⁵ Clinic of Ophthalmology, University Hospital Ostrava, Ostrava, Czech Republic

⁶ Faculty of Medicine in Hradec Kralove, The Fingerland Department of Pathology, Charles University, Hradec Kralove, Czech Republic

of any accompanying blunt force injuries indicating the escalation of the assault prior to suffering the fatal sharp force injury or injuries.

Methods

The autopsy files of the Department of Forensic Pathology of the Ostrava University Hospital, which provides autopsy services for the Moravian–Silesian Region with a population of approximately 1.19 million people, were searched for sharp force injury fatalities over a 13-year period from January 2008 to December 2020. Sharp force-related case files and autopsy reports were reviewed. The sex and age of the victims and perpetrators, the place of death, the nature of the assault, the type of sharp weapon used, the presence of clothes defects, the number and location of wounds, the presence and localization of defensive wounds, the cause of death, the toxicological findings of victims and perpetrators, and their relationship were summarized, and the corresponding statistical analysis was performed. For categorical variables, both absolute and relative frequencies are provided; for numerical variables, median values and ranges are provided. To analyze the data, the following statistical tests were used: the Mann–Whitney test, the Chi-Square, or the Fisher's exact test. All statistical analyses were performed using the R software (version 4.0.2, www.r-project.org), and the significance level was set to 0.05.

Results

Between 2008 and 2020, a total of 14,327 autopsies were performed at the Department of Forensic Pathology in Ostrava. Sharp force injury fatalities accounted for 167 cases including 91 cases of suicides, 71 cases of homicides, and 5 accidental cases.

Of the 71 cases, 43 victims were male and 28 female; 5 of all the victims were younger than 18 years. The age of the victims ranged from 0 to 79 years, and the median age of male and female victims was 47 years and 43 years, respectively.

The available evidence and police investigation indicate that 69 perpetrators were responsible for the total of 71 homicides. The lack of one-to-one correspondence is accounted for by the fact that in 4 cases, a single perpetrator killed two persons, and two acts were committed by 2 perpetrators. Of all the perpetrators, as many as 68 were caught, and only one remained unidentified. Of the identified perpetrators, a total of 72% were male and 28% were female; interestingly, only male perpetrators were

responsible for the cases of double homicide. The median age of male and female perpetrators was 46 and 48 years, respectively. In 48% of the cases, the victim and the perpetrator were family members or partners; in 24%, they were friends; and in 28%, the perpetrator did not know the victim. Of the total of 71 homicides, 75% took place at home (houses, huts, etc.) and the rest, i.e., 25% of the homicides, took place at public areas including streets, pubs, or a swimming pool.

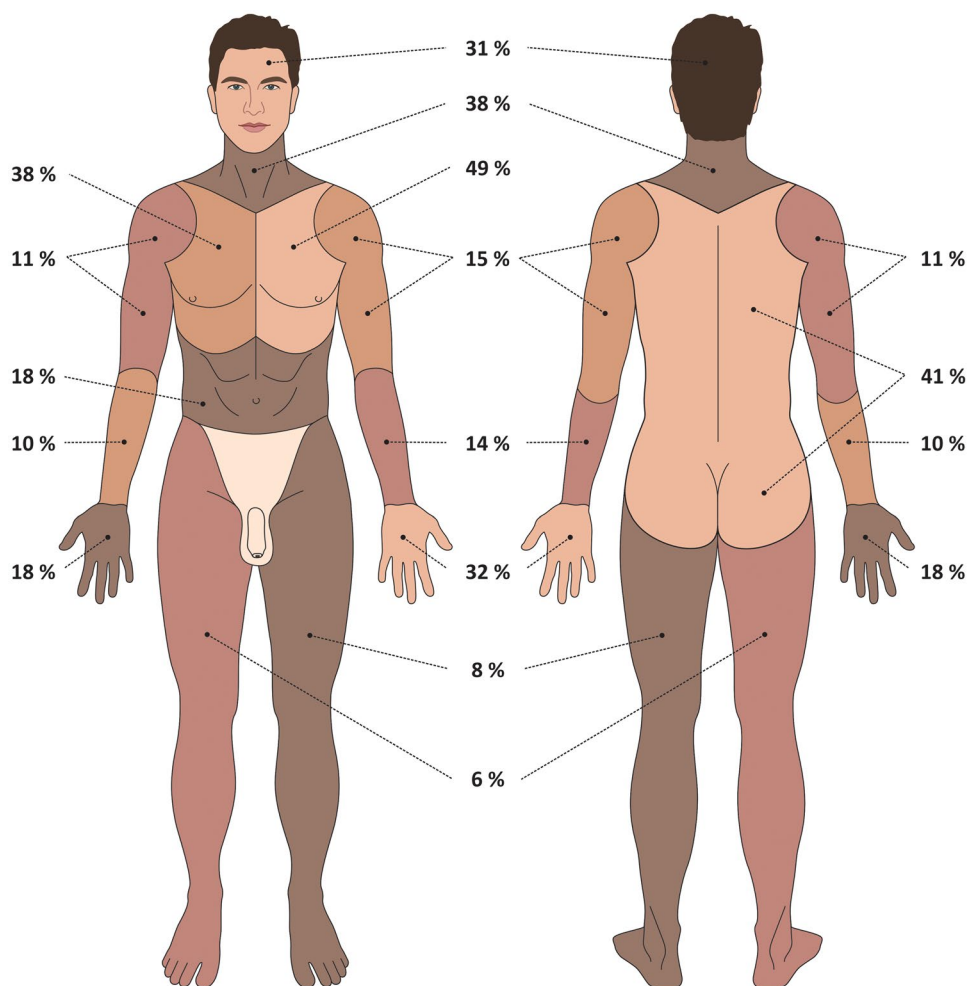
Of the total of 71 victims, 73% die immediately after assault, while 27% received CPR. Of those who received CPR, 37% were transported to the emergency department, 26% underwent abdominal and thoracic surgery, and 16% underwent thoracentesis.

In the majority of the cases (93%), the appearance of the wounds indicated the use of one or more knives, while only 7% of cases involved other sharp tools (a screwdriver, scissors, an axe). In 58% of the cases, the offending tool was found at the crime scene or in its proximity, and in mere 8% of cases, the offending tool was found to be stabbed in the victim's body. In 82% of the cases, the victims were transported to the Department of Forensic Pathology in their clothing, while in 14% of the cases, the clothes were secured by the police at the crime scene or in the ambulance, and in only 4% of the cases, the clothes were not deliverable at all (in two cases, the clothes were destroyed by fire and one victim was murdered while taking shower; see Table 1).

Most of the homicide cases involved multiple sharp force injuries (79%), while a single sharp injury was found in 21% of the cases. The most frequently injured body area

Table 1 Summary of case details; the numbers represent the absolute frequencies and relative frequencies in percentages in the brackets

	<i>n</i> (%)
Sex of the victim	
Male	43 (61)
Female	28 (39)
Place of the homicide	
Home	53 (75)
Public areas	18 (25)
Offending tool	
Knife	66 (93)
Other	5 (7)
Offending tool found at the crime scene	
Yes	41 (58)
No	30 (42)
Clothing damage	
Yes	48 (68)
No	10 (14)
N/A	13 (18)

Fig. 1 The location of wounds

was the left portion of the chest (49%). Figure 1 shows the percentages of cases in which the respective body areas were injured (Fig. 1).

The most common cause of death was hemorrhagic shock (33%), followed by heart, neck, and intrathoracic vessel injury as shown in Table 2. These results are in agreement with the published studies.

This study aimed to determine the following:

1. The number of cases where the fatal sharp force assault was preceded by a blunt force assault, and the presence of blunt force defensive wounds in such cases.
2. The number of sharp force injuries sustained by the victims, including any defensive wounds, and the sex distribution thereof.
3. Positive toxicological findings in both perpetrators and victims, and the sex distribution thereof.

Table 2 Cause of death; the numbers represent the absolute frequencies and relative frequencies in percentages in the brackets

	<i>n</i> (%)		
	Total (<i>n</i> = 71)	Men (<i>n</i> = 43)	Women (<i>n</i> = 28)
Cause of death			
Hemorrhagic shock	24 (33)	14 (32)	10 (34)
Fatal heart injury	19 (27)	11 (26)	8 (29)
Neck vessels injury	14 (20)	6 (14)	8 (29)
Thoracic vascular injury	9 (13)	8 (19)	1 (4)
Abdominal vascular injury	2 (3)	2 (5)	0 (0)
Vascular extremity injury	2 (3)	1 (2)	1 (4)
Cerebral contusions	1 (1)	1 (2)	0 (0)

Blunt force assault

This section analyzes the presence of injuries inflicted by kicks, punches, or a blunt tool as well as the presence of blunt force defensive wounds.

Presence of blunt force

Injuries located in the upper part of the skull or in central part of the face (i.e., orbits, nose, and lips) were attributed to blunt force assault. The injuries were caused by kicks, punches, or blunt tools such as a knife handle, barbell, hammer, and an axe butt. The data showed that blunt force assault preceded the sharp force assault in 27% of the cases as shown in Table 3. No significant difference in sex distribution was found.

Presence of blunt force defensive wounds

Injuries located in the dorsal part of the hand and ulnar side of the forearm were assessed as blunt force defensive wounds. The presence of such wounds was found in 23% of the cases (Table 3). No significant difference in sex distribution was found.

Presence of both blunt force and blunt force defensive wounds

The presence of both blunt force and blunt force defensive wounds was found in 21% of the male victims and 11% of the female victims (Table 3).

Blunt force assault and the sex of the perpetrator

Of note is the fact that the blunt force assault preceding the sharp force assault was only present in cases involving male perpetrators.

Sharp force assault

This section evaluates the number of sharp force injuries and the sex distribution, as well as the presence of sharp force defensive wounds.

Type of wounds

The majority of the cases involved incised and stab wounds, while slash wounds were identified only in 2 cases.

Number of wounds

The number of sharp force injuries ranged from 1 to 68. The victims were assigned to three groups according to the number of injuries as shown in Table 4. The data reveal a significant difference in the number of injuries in male and female victims, with female victims suffering a higher number of injuries.

Sharp force defensive wounds

Sharp force defensive wounds were present in 54% of the cases; unfortunately, they could not be assessed in 4% of the cases owing to extensive thermal damage; no such wounds were present in the rest of the cases (Table 4). Figure 2

Table 3 Presence of blunt force assault and defensive wounds; the numbers represent the absolute frequencies and relative frequencies in percentages in the brackets

	n (%)			p*
	Total (n = 71)	Men (n = 43)	Women (n = 28)	
Blunt force assault wounds				0.896
Yes	19 (27)	11 (26)	8 (29)	
No	49 (69)	31 (72)	18 (64)	
N/A	3 (4)	1 (2)	2 (7)	
Blunt force defensive wounds				0.716
Yes	16 (23)	11 (26)	5 (18)	
No	52 (73)	31 (72)	21 (75)	
N/A	3 (4)	1 (2)	2 (7)	
Presence of both blunt force assault and defensive wounds				0.425
Presence of both	12 (17)	9 (21)	3 (11)	
Only blunt force assault wounds	7 (10)	2 (5)	5 (18)	
Only blunt force defensive wounds	4 (6)	2 (5)	2 (7)	
Neither of the above	45 (63)	29 (67)	16 (57)	
N/A	3 (4)	1 (2)	2 (7)	

*The *p*-value of the Chi-square test of independence for contingency tables

Table 4 Number of wounds and defensive wounds; the numbers represent the absolute frequencies and relative frequencies in percentages in the brackets if not specified differently

	Total (<i>n</i> = 71)	Men (<i>n</i> = 43)	Women (<i>n</i> = 28)	<i>p</i>
Number of wounds				0.010*
Median (Min–Max)	5 (1–68)	3 (1–49)	11 (1–68)	
1	15 (21)	13 (30)	2 (7)	
2–9	29 (41)	18 (42)	11 (39)	
10+	27 (38)	12 (28)	15 (54)	
Defensive wounds				0.322**
Yes	38 (54)	21 (49)	17 (61)	
No	30 (42)	21 (49)	9 (32)	
N/A	3 (4)	1 (2)	2 (7)	

*The *p*-value of the Mann–Whitney test; **The *p*-value of the Chi-square test of independence for contingency tables

shows the number of sharp force defensive wounds indicating a significant relationship between the number of injuries and defensive wounds. The defensive wounds were most often localized on the left hands and forearms (Fig. 2). Limb penetration and partial finger amputation was present in only 8% of the cases.

Toxicological findings in victims and perpetrators

All victims and most of the perpetrators were tested for the presence of alcohol and other relevant substances.

Toxicological findings in victims

Blood alcohol testing was performed in 99% of the victims. Alcohol intoxication was found in 59% of the victims, and the degree of intoxication is shown in Table 5. A statistically significant difference was found between male and female

victims, with male victims being intoxicated more frequently (Table 5). Furthermore, cannabis intoxication was found in 1 case, and combined cannabis and methamphetamine intoxication was found in 1 case.

Toxicological findings in perpetrators

If possible, the perpetrators were also tested for the presence of alcohol. Unfortunately, the testing could not be performed in 24% of the cases. In cases where the perpetrator was arrested within short time after committing the crime, a retrospective calculation was performed to determine the blood alcohol level at the time of committing the crime (the applied rate of decline after the reaching the peak of the curve was 0.012–0.020%/h). The level of alcohol intoxication is shown in Table 6. No statistically significant difference was found between male and female perpetrators (Table 6). In addition, three perpetrators were tested positive

Fig. 2 The relation between the number of wounds and defensive wounds in total (Fisher's exact test, $p=0.002$) and in male and female victims. The numbers represent the absolute frequencies and relative frequencies in percentages in the brackets

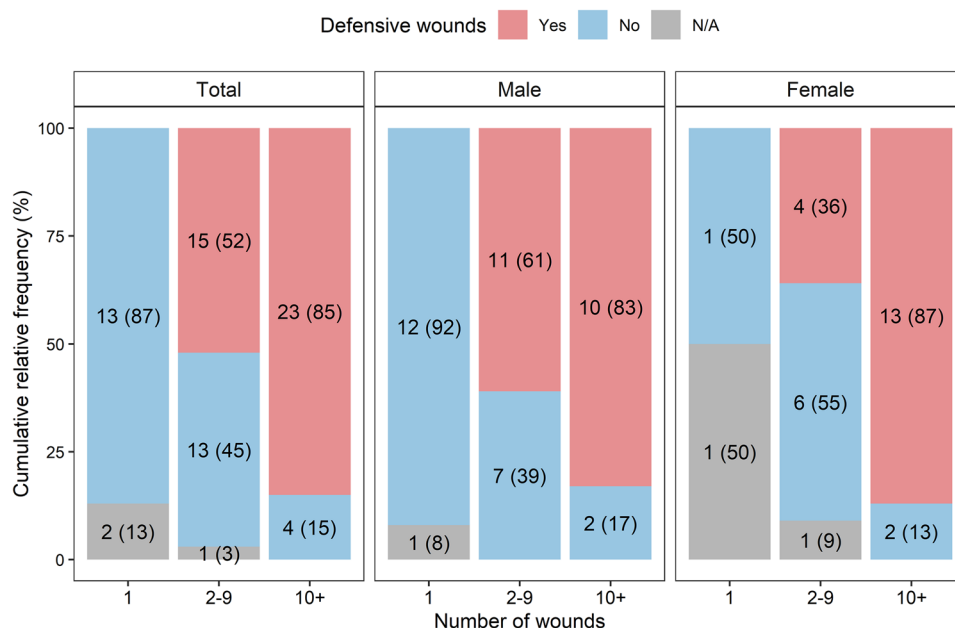


Table 5 Level of alcohol intoxication in victims; the numbers represent the absolute frequencies and relative frequencies in percentages in the brackets

	n (%)			p*
	Total (n = 71)	Men (n = 43)	Women (n = 28)	
Level of alcohol intoxication in victims				0.003
Sober	28 (40)	9 (21)	19 (67)	
Mild intoxication	5 (7)	4 (9)	1 (4)	
Increased intoxication	8 (11)	5 (12)	3 (11)	
Severe intoxication	14 (20)	11 (26)	3 (11)	
Life threatening intoxication	15 (21)	13 (30)	2 (7)	
Unknown	1 (1)	1 (2)	---	

*The p-value of the Chi-square test of independence for contingency tables

for cannabis, one for methamphetamine and one was both cannabis and toluene.

Discussion

In general, the results of this study, such as the number of male victims being higher than female victims, are consistent with available studies dealing with sharp force injury fatalities [1, 5, 9]. Since this study aims to be comprehensive and include as many factors as possible, it proved to be rather challenging to find similar studies for other jurisdictions with data for all criteria reported. Therefore, this section will discuss the results and compare them with other published studies, as far as data availability permits.

Unlike in other studies where the percentage of female victims ranged from 30 to 35% [5, 10–12], it was slightly higher in this study, namely 39%. In general, the male to female ratio in the published studies varies from 2 to 5, with the exception of the study by Belghith et al. involving Aboriginal population in Central Australia where female victims accounted for 53% of all the victims [13–15]. Such high number of female victims in Aborigines population could be explained by the use of traditional punishment, which is still practiced in Central Australia [15].

While the age of the victims in developing countries usually ranges from 20 to 30 years, data from developed

countries show a significantly higher average age of the victims [1, 11–13, 16, 17]. This difference could be accounted for by different socioeconomic situations, differences in life-style, and different life expectancy in these countries.

As reported in the results, 73% of the victims die immediately after assault owing to the extent and lethal nature of the sustained injuries. Only 10% of all the victims were admitted to hospital. The victims who stayed alive long enough to be transported to hospital sustained penetrating stab wounds with no severe internal organ damage.

For illustrative purpose, the typical case scenario can be summarized as follows: A male perpetrator assaulting his victim at home using a knife. The victim and the perpetrator were related or knew each other. This scenario is also consistent with the results of other studies from Europe and Japan [5, 12, 18]. Of note is the fact that in Tunisia, sharp force homicides were most commonly committed in public places (62.4%) which is in contrast with both the majority of the published studies and with the study presented in this paper [13].

Published studies report that the offending weapon was found at the crime scene or in the proximity of the crime scene in 49–53%. In our cohort, the frequency of the presence of the weapon at the crime scene was slightly higher (58%), and in 8% of the cases, the weapon was found to be stabbed in the victim's body. This finding slightly differs from the studies by Terranova or by Thomsen et al. who

Table 6 Level of alcohol intoxication in perpetrators; the numbers represent the absolute frequencies and relative frequencies in percentages in the brackets

	n (%)			p*
	Total (n = 68)	Men (n = 49)	Women (n = 19)	
Level of alcohol intoxication in perpetrators				0.816
Sober	22 (33)	15 (31)	7 (36)	
Mild intoxication	1 (1)	1 (2)	---	
Increased intoxication	7 (10)	4 (8)	3 (16)	
Severe intoxication	19 (28)	13 (27)	6 (32)	
Life threatening intoxication	3 (4)	3 (5)	---	
Unknown	16 (24)	13 (27)	3 (16)	

*The p-value of the Fisher's exact test

report the offending weapon stabbed in the victim's body in 3.3% and 4.5%, respectively [12, 19]. The frequency of clothes defects in cases of sharp force homicides as reported ranges from 71 to 89% [6, 19, 20]. In this study, clothes defects were seen in 83% of the cases; the more wounds suffered, the more frequent the clothes damage. In cases of single wounds, clothes defects were found in 83% of the cases, which is consistent with the findings reported by Burke et al. who reported clothes defects in 85% of their cases of single stab wounds [21].

The majority of the cases involved multiple incised and/or stab wounds, while slash wounds were found only rarely, which corresponds to results of the published studies [5, 11, 22]. This is not surprising given that a household is the most common place of assault in developed countries, where an easy knife availability can be assumed. A single stab wound was found in 21% of the cases. The published data regarding single stab wounds vary widely; Vassalini et al. found a single stab wound only in 9.8% of their cases, while Thomsen et al. report the presence of a single stab in 18.9% of their cases [1, 12]. In the presented cohort, a single stab wound was found predominantly in male victims, while in female victims, a single stab wound was found rarely.

Previous studies have identified the thorax/neck to be the most common site of sharp force injuries suffered in homicides, with the heart and the large vessels being the most frequently injured organs, which is in agreement with the findings of the present study [12, 23–26]. Such findings could be well explained by the fact that the victim and the assailant were facing each other at the moment of the assault, and possibly the assailant's general knowledge of human anatomy and the position of the vital organs and vessels.

The study also aimed to determine whether the sharp force assault was preceded by blunt force assault. Such use of the blunt force may be expected in cases of conflict escalation when the perpetrator believes to be stronger than the victim. Such assaults were committed only by male perpetrators against both male and female victims, with little difference across the sexes. To be precise, 26% of male victims and 29% of female victims suffered such injuries before the fatal sharp force assault, which is contrary to what one would expect, i.e., higher incidence of such injuries in female victims due to their physical condition. The frequency of blunt force defensive wounds did not show a significant difference across the sexes. This corresponds well with the findings by Rogde et al. who observed that the incidence of additional violence does not differ between the sexes [5].

With respect to sharp force assault, there was a statistically significant difference in the number of sharp force injuries in male and female victims, with male victims suffering fewer injuries, including defensive wounds. Such observation is consistent with other published studies [1, 8, 12, 20].

The sharp force defensive wounds were found in 54% of all cases. Previous studies have shown the presence of such defensive wounds in 31–64% of the cases of homicidal deaths from sharp weapon injury [12, 19, 20, 27–31]. The percentage increases if the number of stab wounds is higher. In our cohort, the presence of defensive wounds was found in 85% of the victims who suffered more than 10 stab wounds. Similarly, Thomsen et al. report the presence of defensive wounds in 76.2% of the cases where the victim suffered more than 10 stab wounds [12]. In the studied cases, the presence of defensive wounds was found in 49% of male victims and in 61% of female victims. The difference in frequency of the presence of defensive wounds between male and female victims may possibly be explained not only by the number of the suffered wounds but also by higher blood alcohol level in male victims, which could compromise both their self-defense as well as motor coordination.

The most frequent sites of defensive wounds included fingers, palms, and the dorsal side of the hands, with the dominance of left hand. This conclusion is in contrast with published studies which report the palmar site of the right hand to be the most frequently injured part of the body during defense [1, 6, 26]. There was a comparatively high incidence of injuries in left arm and shoulder, i.e., in sites adjacent to the left side of the thorax, which may be explained by the fact that such injuries may either qualify as defensive wounds or primary injuries caused by sharp force assault against the torso, which makes their interpretation challenging. The results showed that the higher the number of sharp force injuries, the higher the number of defensive wounds. Defensive wounds were present in all victims who suffered more than 10 sharp force injuries and died due to hemorrhagic shock (i.e., there was no injury directly causing the death). A special case was a victim who suffered 72 sharp force injuries predominantly in the area of the neck and upper part of the thorax, but no defensive wounds were present. This case involved a brutal assault, and it can be assumed that some of the initial injuries were fatal, and thus prevented the victim from defending herself.

Finally, the study also assessed the intoxication of both victims and perpetrators. In terms of alcohol intoxication, zero blood alcohol level was found in 67% of female victims and only in 21% of male victims. This is in agreement with results from Scandinavia published by Rogde et al. who found that 35% of the male and 63% of the female victims had zero blood alcohol level [5]. In most cases, the blood alcohol level was within the level of severe and life-threatening alcohol intoxication (BAC, i.e., > 0.31%). This is in contrast to the findings by Belghith et al. who report the frequency of alcohol-intoxicated victims in Tunisia of only 4.2% [13]. These difference may be explained by higher alcohol consumption by Europeans compared to other countries, especially Islamic countries [32]. Intoxication

involving other substances was rather rare. The perpetrators were tested for their blood alcohol level only in 76% of the cases, and severe or life-threatening intoxication was found in approximately one-third of male and female perpetrators. Intoxication involving other substances was negligible.

Conclusions

In many aspects, this study has confirmed what has been published on sharp force homicides earlier. What differs is the higher incidence of female victims as well as higher age of both male and female victims. Furthermore, the number of sharp force injuries suffered by female victims was significantly higher than that suffered by male victims. No statistically significant difference was found between the number of blunt force injuries suffered by male and female victims before the fatal sharp force assault. Such injuries were present in approximately 25% of the victims, and the cases usually involved a male perpetrator. Contrary to published studies, a higher incidence of severe or life-threatening alcohol intoxication in male victims was found. In conclusion, this retrospective study shows that while many aspects of sharp force homicides tend to be universal, there may be slight differences in results when different countries are contrasted and files of different departments and time periods are analyzed. When such differences exist (e.g., the age of the victims), they may sometimes be explained by the social and economic situation in the respective countries and regions.

Key points

1. Homicides by sharp force are the most frequent type of homicides in the Czech Republic.
2. The presence of both blunt force and sharp force trauma may be indicative of assault escalation.
3. Alcohol intoxication is more frequent in male victims and male perpetrators.
4. The sex and age of the victims may be related to the socioeconomic situation of the country.

Funding This study was funded by grant MZ ČR 06/RVO-FNOs/2019.

Data Availability Data for this study can be requested by contacting the corresponding author.

Declarations

Ethical approval All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institutional and national research committee and with the 1964 Helsinki declaration.

Conflict of interest The authors declare no competing interests.

Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

References

1. Vassalini M, Verzeletti A, Ferrari FD. Sharp force injury fatalities: a retrospective study (1982–2012) in Brescia (Italy). *J Forensic Sci*. 2014;59:1568–74. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12487>.
2. Scolan V, Telmon N, Blanc A, Allery JP, Charlet D, Rouge D. Homicide-suicide by stabbing study over 10 years in the Toulouse region. *Am J Forensic Med Pathol*. 2004;25:33–6. <https://doi.org/10.1097/01.paf.0000113816.09035.01>.
3. Hemenway D, Nelson E. The scope of the problem: gun violence in the USA. *Curr Trauma Rep*. 2020;6:29–35. <https://doi.org/10.1007/s40719-020-00182-x>.
4. Hougen HP, Rogde S, Poulsen K. Homicides in two scandinavian capitals. *Am J Forensic Med Pathol*. 1999;20:293–9. <https://doi.org/10.1097/00000433-199909000-00015>.
5. Rogde S, Hougen HP, Poulsen K. Homicide by sharp force in two Scandinavian capitals. *Forensic Sci Int*. 2000;109:135–45. [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(99\)00230-3](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(99)00230-3).
6. Manso NL, Ribeiro IP, Inácio AR. Sharp force fatalities: differentiating homicide from suicide through a retrospective review (2012–2019) of autopsy findings in Lisbon (Portugal). *Forensic Sci Int*. 2021;327:110959. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2021.110959>.
7. Verzeletti A, Russo MC, Bin P, Leide A, De Ferrari F. Homicide in Brescia County (Northern Italy): a thirty-year review. *J Forensic Leg Med*. 2014;22:84–9. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2013.12.012>.
8. Karlsson T. Sharp force homicides in the Stockholm area, 1983–1992. *Forensic Sci Int*. 1998;94:129–39. [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(98\)00067-X](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(98)00067-X).
9. Mazzolo GM, Desinan L. Sharp force fatalities: suicide, homicide or accident? A series of 21 cases. *Forensic Sci Int*. 2005;147:S33–5. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2004.09.097>.
10. Brunel C, Fermanian C, Durigon M, de la Grandmaison GL. Homicidal and suicidal sharp force fatalities: autopsy parameters in relation to the manner of death. *Forensic Sci Int*. 2010;198:150–4. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.02.017>.
11. Ormstad K, Karlsson T, Enkler L, Law B, Rajs J. Patterns in sharp force fatalities—a comprehensive forensic medical study. *J Forensic Sci*. 1986;31:529–42. <https://doi.org/10.1520/JFS12284J>.
12. Thomsen AH, Leth PM, Hougen HP, Villesen P, Brink O. Homicide in Denmark 1992–2016. *Forensic Sci Int*. 2019;1:275–82. <https://doi.org/10.1016/j.fsisyn.2019.07.001>.
13. Belghith M, Khelil MB, Marchand E, Banasr A, Hamdoun M. Homicidal sharp force cases: an 11-year autopsy-based study. *J Forensic Leg Med*. 2022;88:102347. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2022.102347>.
14. Kemal CJ, Patterson T, Molina DK. Deaths due to sharp force injuries in Bexar County, Texas, with respect to manner of death.

- Am J Forensic Med Pathol. 2013;34:253–9. <https://doi.org/10.1097/PAF.0b013e31828ced68>.
15. Jacob AO, Boseto F, Ollapallil J. Epidemic of stab injuries: an Alice Springs dilemma. *ANZ J Surg*. 2007;77:621–5. <https://doi.org/10.1111/j.1445-2197.2007.04174.x>.
 16. Vij A, Menon A, Menezes RG, Kanchan T, Rastogi P. A retrospective review of homicides in Mangalore, South India *J Forensic Leg Med*. 2010;17:312–5. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2010.04.012>.
 17. Soumah MM, Munyali DA, Ndiaye M, Sow ML. Autopsy following death by homicide in 644 cases. *J Forensic Leg Med*. 2012;19:60–4. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2011.10.001>.
 18. Inoue H, Ikeda N, Ito T, Tsuji A, Kudo K. Homicidal sharp force injuries inflicted by family members or relatives. *Med Sci Law*. 2006;46:135–40. <https://doi.org/10.1258/rsmsl.46.2.135>.
 19. Terranova C, Doro L, Zancaner S, Zampini T, Mazzarolo C, Bonvicini B, Viero A, Montisci M. Criminological and medico-legal aspects in homicidal and suicidal sharp force fatalities. *J Forensic Sci*. 2020;65:1184–90. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14285>.
 20. Karlsson T. Homicidal and suicidal sharp force fatalities in Stockholm, Sweden. Orientation of entrance wounds in stabs gives information in the classification. *Forensic Sci Int*. 1998;93:21–32. [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(98\)00025-5](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(98)00025-5).
 21. Burke MP, Baber Y, Cheung Z, Fitzgerald M. Single stab injuries. *Forensic Sci Med Pathol*. 2018;14:295–300. <https://doi.org/10.1007/s12024-018-9982-x>.
 22. De-Giorgio F, Lodise M, Quaranta G, Spagnolo AG, d'Aloja E, Pascali VL, Grassi VM. Suicidal or homicidal sharp force injuries? A review and critical analysis of the heterogeneity in the forensic literature. *J Forensic Sci*. 2015;60:S97–107. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12673>.
 23. Rouse D. Patterns of stab wounds: a six year study. *Med Sci Law*. 1994;34:67–71. <https://doi.org/10.1177/002580249403400110>.
 24. Hunt A, Cowling R. Murder by stabbing. *Forensic Sci Int*. 1991;52:107–12. [https://doi.org/10.1016/0379-0738\(91\)90102-O](https://doi.org/10.1016/0379-0738(91)90102-O).
 25. Murray L, Green M. Hilts and knives: a survey of ten years of fatal stabbings. *Med Sci Law*. 1987;27:182–4. <https://doi.org/10.1177/002580248702700308>.
 26. Schmidt U, Pollak S. Sharp force injuries in clinical forensic medicine—findings in victims and perpetrators. *Forensic Sci Int*. 2006;159:113–8. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2005.07.003>.
 27. Hugar BS, Harish S, Chandra YG, Praveen S, Jayanth SH. Study of defence injuries in homicidal deaths—An autopsy study. *J Forensic Leg Med*. 2012;19:207–10. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2011.12.022>.
 28. Mohanty MK, Panigrahi MK, Mohanty S, Dash JK, Dash SK. Self-defense injuries in homicidal deaths. *J Forensic Leg Med*. 2007;14:213–5. <https://doi.org/10.1016/j.jcfm.2006.06.031>.
 29. Ambade VN, Godbole HV. Comparison of wound patterns in homicide by sharp and blunt force. *Forensic Sci Int*. 2006;156:166–70. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2004.12.027>.
 30. Gill JR, Catanese C. Sharp injury fatalities in New York city. *J Forensic Sci*. 2002;47:554–7. <https://doi.org/10.1520/JFS15295J>.
 31. Katkici U, Ozkök M, Orsal M. An autopsy evaluation of defence wounds in 195 homicidal deaths due to stabbing. *J Forensic Sci Soc*. 1994;34:237–40. [https://doi.org/10.1016/s0015-7368\(94\)72926-1](https://doi.org/10.1016/s0015-7368(94)72926-1).
 32. Safiri S, Nejadghaderi SA, Karamzad N, Carson-Chahhoud K, Bragazzi NL, Sullman MJ, Almasi-Hashiani A, Mansournia MA, Collins GS, Kaufman JS, Kolahi AA. Global, regional, and national cancer deaths and disability-adjusted life-years (DALYs) attributable to alcohol consumption in 204 countries and territories, 1990–2019. *Cancer*. 2022;128:1840–52. <https://doi.org/10.1002/cncr.34111>.

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Komentář k přiložené publikaci č. 2

HANDLOS, Petr, Matěj UVÍRA, Vladimír VOJTEK, Martina SMUTNÁ and Jana MERTOVIČ. Bodnořezná poranění: Postmortem CT angiografie. Soudní lékařství. 2024, 69(3), 34–36. ISSN 0371-8309. Dostupné z: <https://www.soudnilekarstvi.cz>

Podíl autora na publikaci: První autor (60 %). Autor se podílel na návrhu metodiky, provedení postmortální CT angiografie, dokumentaci a interpretaci nálezů a na sepsání rukopisu

Článek se zabývá využitím postmortální CT angiografie u bodnořezných poranění končetin a přináší prakticky orientovaný soubor poznatků, které mají přímý dopad na soudně lékařskou praxi. Autoři popisují techniku preparace cévního řečiště, aplikaci kontrastních látek a agaru a následnou vizualizaci poraněných cév. V práci je zdůrazněno, že kombinace kontrastní látky s agarem zlepšuje stabilitu lumen, umožňuje odlišení arteriálního a venózního systému a zvyšuje přehlednost nálezů při následné pitvě. Tento postup rovněž usnadňuje identifikaci drobnějších lézí, které mohou být makroskopicky hůře patrné.

Z hlediska forenzní interpretace je přínosná možnost přesněji lokalizovat zdroj krvácení a vizualizovat průběh bodných kanálů v cévních strukturách. PMCT angiografie tak může zpřesnit posouzení rozsahu poranění, napomoci při volbě optimální pitevní techniky a přispět k objektivizaci nálezů, zejména v případech s forenzním dozvukem. Práce dále upozorňuje na to, že se jedná o první publikované použití této konkrétní metodiky u bodnořezných poranění končetin v českém prostředí, což rozšiřuje spektrum dostupných zobrazovacích postupů v domácí soudně lékařské praxi.

Studie uvádí i limitace — zejména rychlou gelifikaci agaru a riziko neúplného plnění periferních větví, což je důležité pro realistické hodnocení metody. Důležitým aspektem je také přezkoumatelnost dat díky vytvořeným CT rekonstrukcím, což má význam v trestněprávním kontextu. Autoři prakticky upozorňují na nutnost odběru materiálu pro toxikologii před aplikací kontrastní látky, i na možné artefakty v histopatologii, čímž rozšiřují metodický rámec využití této techniky.

Práce potvrzuje již publikované závěry o zvýšené citlivosti PMCT angiografie při detekci cévních lézí ve srovnání s nativním PMCT a podporuje její roli jako doplňku klasické pitvy. Závěry jsou využitelné při řešení konkrétních znaleckých otázek, při výuce lékařů i při standardizaci postupů na domácích pracovištích. Článek tak představuje přehledné zhodnocení metody s jasným přínosem pro soudní lékařství v oblasti vizualizace cévních poranění.

Bodnořezná poranění: Postmortem CT angiografie

Petr Handlos^{1,2}, Matěj Uvíra^{1,2,3}, Vladimír Vojtek⁴, Martina Smutná⁴, Jana Mertová¹

¹Ústav soudního lékařství FN Ostrava

²Ústav soudního lékařství LF Ostravské univerzity

³Fingerlandův ústav patologie LF UK Hradec Králové

⁴Ústav radiodiagnostický FN Ostrava

SOUHRN

V článku autoři popisují způsob zavedení postmortem CT angiografie do praxe na Ústavu soudního lékařství Fakultní nemocnice Ostrava v případech bodnořezných poranění končetin. Detailně je popsána nezbytná příprava cévního řečiště před provedením samotné angiografie, způsob aplikace kontrastní látky do cévního řečiště i praktické tipy usnadňující následné provedení konvenční pitvy. Stručně je uveden rovněž souhrn publikovaných prací zabývajících se problematikou postmortem CT angiografie, popisující nejen její nesporné výhody, ale také limity a úskalí, která s sebou tato metoda přináší.

Klíčová slova: bodnořezná poranění – forenzní radiologie – postmortální angiografie – pitva – soudní lékařství

Sharp-force injuries: Postmortem CT angiography

SUMMARY

This article describes a method of introducing postmortem CT angiography into daily forensic medicine practice involving cases of limb stab wounds investigated at the Department of Forensic Medicine, University Hospital Ostrava. The essential preparation of the vessels as well as practical tips facilitating the subsequent performance of a classic autopsy are described in detail. Article also includes brief review of published papers dealing with PMCT angiography related issues, advantages which brings CT angiography into forensic routine work, but also its limits and pitfalls.

Keywords: sharp force injuries – forensic radiology – postmortem CT angiography – autopsy – forensic medicine

Soud Lek 2024; 69(3): 34–36

Provádění postmortem CT (PMCT) vyšetření se v posledních letech stalo na většině pracovišť soudního lékařství rutinní záležitostí. Limitací uvedené metody je hodnocení poranění měkko-tkáňových struktur, včetně poranění velkých cévních kmenů. Právě z těchto důvodů se u PMCT začaly po vzoru klinické radiologie používat kontrastní látky (1,2). Tyto byly zprvu do cévního řečiště aplikovány selektivně v místě poranění či cévních anomálií, posléze došlo k rozvoji metod umožňující provedení celotělové angiografie. Pro rutinní využití zobrazovacích technik v soudním lékařství je třeba, aby byly metody standardizované a získané snímky byly správně interpretovány (3). V současné době je pravděpodobně nejpoužívanější technikou tzv. vícefázová postmortální CT-angiografie (MPMCTA) představující standardizovanou metodu pro vyšetřování cév hlavy, hrudníku a břicha (2,4). Pro vyšetřování cévního řečiště horních a dolních končetin nejsou aktuálně vytvořeny žádné standardizované protokoly. Technika MPMCTA umožňuje vyplnění pouze končetinových tepen, zatímco žilní systém končetin zůstává nenaplňen či vyplněn pouze neúplně (5). Na Ústavu soudního lékařství Fakultní nemocnice Ostrava (ÚSL FNO) jsme se vydali cestou

rozvoje PMCT angiografie u poranění cévních struktur končetin způsobených ostrými nástroji.

MATERIÁL A METODY

U osob s bodnořeznými poraněními horních končetin byla provedena preparace cévního řečiště nad místem zranění a do tepenného i žilního řečiště byl zaveden umělohmotný vícecestný katetr. Následně bylo propláchnuto cévní řečiště fyziologickým roztokem a provedeno nativní CT snímkování poraněné končetiny na přístroji Siemens Somatom Force (parametry skenování 120 kV, 400 mAs). Poté byla aplikována do cévního řečiště kontrastní jodová látka Omnipaque 350 (koncentrace 350 mg I/ml). V některých případech byla použita směs jodové kontrastní látky s agarem v poměru 1:15, případně 1:10 podle potřeby odlišení kontrastu tepenného a žilního řečiště. Před samotnou aplikací kontrastní směsi bylo provedeno zahřátí agaru, což vedlo k jeho zkapalnění. Poté byla směs tekutého agaru a kontrastní látky aplikována do cévního řečiště pomocí injekční stříkačky a vícecestné kanyly. Pro odlišení tepenného a žilního řečiště při následně provedené pitvě byla v některých případech kontrastní směs dobarvena potravinářských barvivem. Po provedení PMCT angiografie byly vytvořeny MPR (multiplanární rekonstrukce) a VRT (volume rendering technique) rekonstrukce pro přehledné zobrazení cévního řečiště a jeho lézí.

VÝSLEDKY

PMCT angiografie byla provedena celkově u 10 osob s bodnořeznými poraněními horních i dolních končetin. U 7 osob došlo

✉ Adresa pro korespondenci:

MUDr. Bc. Jana Mertová

Ústav soudního lékařství FN Ostrava

17. listopadu 1790/5, 708 52 Ostrava-Poruba

Tel.: +420 597 371 713

Fax: +420 597 371 706

E-mail: jana.mertova@fno.cz

Delivered: June 24, 2024

Accepted: July 24, 2024



Obr. 1. Mnohočetné řezné rány a nářezy kůže v oblasti přední plochy levého zápěstí způsobené plochým bodnořezným nástrojem (A). Pitva předloktí s preparací arteria radialis, jejíž lumen je dilatováno, vyplněno agarem; modrá šipka zobrazuje nářez v arteria radialis (B). Únik kontrastní látky z poraněné arteria ulnaris (C). Červená šipka zobrazuje méně denzní arteria tibialis anterior; modrá šipka zobrazuje únik kontrastní látky z poraněného varixu na bérce (D).

k poranění jedné z horních končetin, u 2 osob byly poraněny obě horní končetiny a u 1 osoby byla zraněna dolní končetina. Po fotografickém zadokumentování poranění a zajištění biologického materiálu pro toxikologické vyšetření byla provedena PMCT angiografie a následně pitva včetně preparace cévního systému s komparací jednotlivých nálezů (obr. 1A-D).

DISKUZE

Ve většině případů bodných či řezných poranění nečiní určení příčiny úmrtí významné potíže. Větší výzvou jsou však odpovědi na otázky týkající se poranění konkrétních anatomických struktur, určení průběhu, délky a orientace bodných kanálů apod. Některé z těchto problémů se v minulosti podařilo vyřešit zavedením nativního PMCT vyšetření do praxe, které však pouze v ojedinělých případech umožnilo prokázat poranění velkých cévních struktur včetně srdce, jelikož jeho největší slabinou je omezený kontrast měkkých tkání a nízká schopnost vizualizace cévního systému (2,6).

Teprve až zavedení PMCT angiografie umožnilo významně zlepšit diagnostické možnosti detekce zdrojů krvácení, a to díky doplňkové vizualizaci poraněných cévních struktur (3,5). Na rozdíl od konvenční pitvy je možno detekovat i poranění menších cév, které je makroskopicky diagnostikováno zpravidla pouze dle anatomické znalosti a současné přítomnosti prokrvácení

a krevních podlitin v okolí jednotlivých otevřených poranění kožního krytu (3,7). V porovnání s klinickou „antemortem“ CT angiografií nastává při PMCT angiografii problém s distribucí kontrastního média v těle, jehož transport je u živých pacientů zajištěn krevním oběhem. Při provádění PMCT angiografie by proto mělo být vždy provedeno alespoň jedno nativní CT vyšetření a tři angiografické fáze, aby se předešlo chybné interpretaci radiologických nálezů (3).

Dle odborné literatury může být PMCT angiografie rovněž použita jako nástroj pro vizualizaci trajektorie střelných i bodných kanálů (2,8,9). Moskala et al. poukazuje na přínos PMCT angiografie jako doplňku ke konvenční pitvě pro získání důležitých dat u poranění ostrým předmětem především v lokalitách těla, které jsou běžnými pitevními technikami jen obtížně dostupné (oblast baze lebni, páteře či páteřního kanálu) (10). Jednotliví autoři se však shodují, že v případech bodných a řezných poranění nemůže PMCT angiografie zcela nahradit konvenční pitvu (11).

Ve srovnání s konvenční pitvou či PMCT bez kontrastní látky přináší PMCT angiografie lepší výsledky pro získání zásadních forenzních nálezů (12). Porovnáním výsledků PMCT angiografie a konvenční pitvy byla u PMCT angiografie zaznamenána mnohem vyšší citlivost při identifikaci zdroje krvácení (3). Kombinace konvenční pitvy a PMCT angiografie pak pomáhá odhalit i většinu drobných poranění (12). Srovnáním PMCT angiografie s klinickou „antemortem“ CT angiografií bylo prokázáno, že

PMCT angiografie je při detekci poškozených cév ještě citlivější než klinická CT angiografie (2). PMCT angiografie má však i své nedostatky, a to zejména v případech vícečetných bodných poranění, kdy se jednotlivé bodné kanály sumují a není tak možné jednoznačně určit trajektorii jednotlivých kanálů (5,13). Další komplikace může vyvstat u stanovení délky bodného kanálu, kdy i přes určení anatomických struktur, které byly poškozeny, nelze vždy s jistotou určit konec bodného kanálu. Bodný kanál často končí v měkkých tkáních a není zcela kontrastně vyplněn, což znemožňuje spolehlivé posouzení jeho délky (11).

Na ÚSL FNO jsme PMCT angiografie začali provádět při poranění cévního řečiště končetin, což je technicky méně náročně a nejsou kladeny velké nároky na množství použité kontrastní látky. Zpočátku provádění tohoto vyšetření jsme se potýkali s problémem, kdy po aplikaci kontrastní látky do cévního řečiště docházelo k jeho kolapsu, což při následně provedené pitvě ztěžovalo a místy až znemožňovalo objektivizaci poranění zejména drobných tepenných i žilních větví. Tento problém jsme vyřešili vytvořením směsi kontrastní látky a agaru, který v cévním řečišti při poklesu pod 40 °C ztuhnul a zabránil kolapsu vyšetřovaných cév. Vzájemný poměr kontrastní látky a agaru pak ovlivňoval i denzitu vyšetřovaných cévních struktur. Pro snadnou orientaci při pitvě jsme v některých případech obarvili agar potravinářským barvivem, čímž jsme dosáhli vizuálního odlišení žilního a tepenného řečiště. Problematické u uvedené metody bylo rychlé tuhnutí agaru v cévním řečišti, což při špatně propláchnutých cévách mělo za výsledek, že se v některých případech kontrastní látka nedostala až do periferních cévních větví. Aplikace agaru proto musí být provedena velmi rychle a ve velkém objemu. Jako nejvýhodnější postup se nám tedy osvědčilo nejprve propláchnout cévní řečiště fyziologickým roztokem, což by mělo zajistit jeho dobrou průchodnost, poté aplikovat samotnou kontrastní látku a CT vyšetřením ověřit, že se kontrast dostal až do periferních větví cévního řečiště a až následně do cévního řečiště aplikovat obarvenou směs agaru a kontrastní látky a opět provést CT vyšetření.

Velkým přínosem PMCT angiografie byla znalost anatomických poměrů, variability cévního řečiště i jednotlivých poranění ještě před provedením samotné pitvy. Tyto znalosti pak umožnily zvolení a přizpůsobení vhodné pitevní techniky u jednotlivých zemřelých. Uvedená metoda rovněž umožňuje přezkoumatelnost jednotlivých nálezů, zvláště pak v případech navazujícího znaleckého zkoumání pro potřeby trestního řízení. Při provádění PMCT angiografie je třeba také pamatovat na to, že před pitvou dochází k aplikaci kontrastní látky do cévního řečiště. Před provedením PMCT angiografie by proto měl být zajištěn materiál pro toxikologické vyšetření. Při hodnocení postmortálního histopatologického vyšetření musí být rovněž brány v úvahu i možné změny způsobené aplikací kontrastní látky (11).

ZÁVĚR

Naše zkušenosti s prováděním PMCT angiografie potvrdily již publikované závěry, a to zejména její schopnost podrobně zobrazit anatomické poměry a jednotlivá poranění cévních struktur. Použití obarvené směsi agaru s kontrastní látkou navíc zvyšovalo přehlednost cév při provedení samotné pitvy. Limitace této metody spatřujeme zejména ve vytiženosti CT přístroje, který je ve FNO rutinně používán pro klinické pacienty a nutnosti financovat tato vyšetření formou grantů, jelikož provedení PMCT angiografie není v současné době hrazeno zdravotními pojišťovnami.

PROHLÁŠENÍ

Autor práce prohlašuje, že v souvislosti s tématem, vznikem a publikací tohoto článku není ve střetu zájmů a vznik ani publikace článku nebyly podpořeny žádnou farmaceutickou firmou. Toto prohlášení se týká i všech spoluautorů.

Podpořeno MZ ČR – RVO (FNOs/2023).

LITERATURA

- Grabherr S, Doenz F, Steger B, et al. Multi-phase post-mortem CT angiography: development of a standardized protocol. *Int J Legal Med* 2011; 125: 791–802.
- Grabherr S, Grimm J, Dominguez A, Vanhaebost J, Mangin P. Advances in post-mortem CT-angiography. *Br J Radiol* 2014; 87: 20130488.
- Palmiere C, Binaghi S, Doenz F, et al. Detection of hemorrhage source: the diagnostic value of post-mortem CT-angiography. *Forensic Sci Int* 2012; 222: 33–39.
- Woźniak K, Moskała A, Rzepecka-Woźniak E, Kluza P, Romaszko K, Lopatin O. Post-mortem imaging in sudden death cases due to arterial or cardiac hemorrhage. *Rechtsmedizin* 2017; 27: 427–432.
- Grabherr S, Grimm JM, Heinemann A. Atlas of postmortem angiography. Springer; 2016.
- Saunders SL, Morgan B, Raj V, Rutty GN. Post-mortem computed tomography angiography: past, present and future. *Forensic Sci Med Pathol* 2011; 7: 271–277.
- Heinemann A, Vogel H, Heller M, Tzikas A, Püschel K. Investigation of medical intervention with fatal outcome: the impact of post-mortem CT and CT angiography. *Radiol Med* 2015; 120: 835–845.
- Ruder TD, Ross S, Preiss U, Thali MJ. Minimally invasive post-mortem CT-angiography in a case involving a gunshot wound. *Leg Med* 2010; 12: 154–156.
- Vester ME, Nolte KB, Hatch GM, Gerrard CY, Stoel RD, van Rijn RR. Postmortem computed tomography in firearm homicides: a retrospective case series. *J Forensic Sci* 2020; 65: 1568–1573.
- Savali F, Dedouit F, Mokrane FZ, Rougé D, Saint-Martin P, Telmon N. An unusual homicidal stab wound of the cervical spinal cord: A single case examined by post-mortem computed tomography angiography (PMCTA). *Forensic Sci Int* 2015; 254: e18–e21.
- Moskała A, Woźniak K, Kluza P, et al. Validity of post-mortem computed tomography angiography (PMCTA) in medico-legal diagnostic management of stab and incised wounds. *Arch Med Sadowej Kryminol* 2012; 62: 315–326.
- Grabherr S, Heinemann A, Vogel H, et al. Postmortem CT angiography compared with autopsy: a forensic multicenter study. *Radiology* 2018; 288: 270–276.
- Ross SG, Bolliger SA, Ampanozi G, Oesterhelweg L, Thali MJ, Flach PM. Postmortem CT angiography: capabilities and limitations in traumatic and natural causes of death. *Radiographics* 2014; 34: 830–846.

Komentář k přiložené publikaci č. 3

HANDLOS, Petr, Ondrej KLABAL, Vladimír VOJTEK, Klara HANDLOSOVA, Tomas KREJCI and Matej UVIRA. Determining the manner of death in victims in drug-induced psychosis: a case of an atypical head stab wound. Forensic Science Medicine And Pathology [online]. 2024, 20(4), 1458–1463. ISSN 1556-2891. Available at: doi:10.1007/s12024-024-00784-w

IF (2024) = 1,4; Kvartil Q2

Podíl autora na publikaci: První autor (55 %). Autor se podílel na koncepci práce, zpracování, interpretaci nálezů včetně korelace pitevního a toxikologického vyšetření a na sepsání rukopisu.

Publikace prezentuje kazuistiku atypické bodné rány hlavy u osoby v intoxikaci metamfetaminem s rozvojem drogové psychózy a zaměřuje se na problematiku odlišení způsobu smrti v situaci, kdy morfologický nález může imitovat cizí zavinění. Autoři popisují specifické chování obětí s akutní psychózou, včetně vysokého stupně impulzivity, nízkého prahu bolesti a tendence k autoagresivnímu jednání. Práce zdůrazňuje význam důkladné dokumentace vnějších i vnitřních poranění, korelace pitevního nálezu s toxikologickým vyšetřením, a potřebu zohlednění behaviorálních a psychiatrických souvislostí.

Přínosem článku pro soudní lékařství je zejména upozornění na riziko chybných závěrů při hodnocení jednotlivých morfologických znaků izolovaně, bez znalosti toxikologického profilu a kontextu nálezu. Publikace rozšiřuje poznatky o možnostech autoagresivních poranění v rámci drogové psychózy a zdůrazňuje mezioborovou spolupráci při stanovování způsobu smrti. Autoři upozorňují, že i zdánlivě netypická lokalizace bodných poranění může být při daném duševním stavu součástí suicidálního jednání.



Determining the manner of death in victims in drug-induced psychosis: a case of an atypical head stab wound

Petr Handlos^{1,2} · Ondřej Klabal³ · Vladimír Vojtek⁴ · Klára Handlosová^{1,2} · Tomáš Krejčí^{5,6} · Matěj Uvíra^{1,7}

Accepted: 18 January 2024 / Published online: 27 March 2024
© The Author(s) 2024

Abstract

This case report presents a rare case of an atypical head stab wound suffered by a drug addict and inflicted with a screwdriver during drug-induced psychosis. It describes the diagnostic and treatment procedures in the hospital and the findings of the subsequent autopsy. It also analyzes the review of the interpretation of the CT scans made upon admission and the subsequent treatment by an independent medical review panel, which revealed signs of medical mismanagement. Therefore, it also discusses the legal consequences that the case may have involved for the attending physicians in addition to the consequences for the suspected perpetrator. The report raises many issues encountered in the case in terms of the clinical treatment and forensic determination of the manner of death in cases of injuries caused by sharp instruments and highlights the importance of comprehensive evaluation of the circumstantial evidence together with the clinical or autopsy findings, since such evidence may sometimes be overlooked in clinical practice.

Keywords Suicide · Drug-induced psychosis · Screwdriver · Stab wound · Cavernous sinus · Hemorrhagic shock

Introduction

Fatal injuries involving a screwdriver are rather rare in forensic practice [1]. Most of the published cases report an assault with a screwdriver, while cases of suicide and accidents are less frequent [1, 2]. The suicide cases usually

involve individuals with a history of mental disorders or drug abusers especially during drug-induced psychosis; in addition, screwdriver injuries sometimes contribute to the death in cases of complex suicides [3, 4]. In terms of the type of injury, screwdriver suicide cases most often involve penetrating head injuries, accompanied by brain contusion or intracranial vessel laceration with brain ischemia and intracranial hemorrhage [5]. In contrast, neck or torso injuries are comparatively rarer and potentially fatal if affecting large vessel branches or internal organs [6, 7]. A case presented herein discusses an unusual fatal case of a female drug abuser, who self-inflicted a penetrating intracranial injury with a screwdriver while under the influence of amphetamines and fentanyl, mostly likely during psychosis; the injury caused damage to the brain, cavernous sinus, and the sphenoid bone leading to fatal massive bleeding into the digestive tract.

Case report

An ambulance was called to respond to a case of a 30-year-old woman with a head stab wound. Upon arrival of the ambulance, the woman was walking in the flat half-naked bleeding from the head, being aggressive and agitated.

✉ Matěj Uvíra
matej.uvira@fno.cz

¹ Department of Forensic Medicine, University Hospital Ostrava, 70852 Ostrava, Czech Republic

² Department of Forensic Medicine, Faculty of Medicine, University of Ostrava, 701 03 Ostrava, Czech Republic

³ Department of English and American Studies, Faculty of Arts, Palacký University Olomouc, 771 80 Olomouc, Czech Republic

⁴ Department of Radiology, University Hospital Ostrava, 70852 Ostrava, Czech Republic

⁵ Department of Neurosurgery, University Hospital Ostrava, 708 52 Ostrava, Czech Republic

⁶ Department of Clinical Neurosciences, Faculty of Medicine, University of Ostrava, 701 03 Ostrava, Czech Republic

⁷ The Fingerland Department of Pathology, Faculty of Medicine in Hradec Kralove, Charles University, 500 03 Hradec Kralove, Czech Republic

After being restrained, she was transported to the ambulance, where the physician noticed multiple recent as well as more remote needle puncture marks on her arms, which could be indicative of intravenous drug use. Due to the suspicious circumstances, the police was called. In the emergency room, the woman lost consciousness while continuing to breathe and having stable blood circulation. The emergency room physicians diagnosed the wound as a bleeding laceration wound and further noted anisocoria. The CT scan interpretation revealed a left temporal bone fracture without noting any intracranial injuries. The preliminary toxicological blood analysis was positive for opioids and amphetamines. Later in the ICU, the woman was reported to show unstable consciousness and signs of hallucinations. Six hours after admission, huge volumes of blood started running out of her mouth and nose, and she became unconscious. Despite attempts at her resuscitation,

she developed hemorrhagic shock and died, and the body was referred for autopsy.

On autopsy, the external examination revealed a wound on the left part of the forehead near the lateral part of the left eyebrow. It was a slit-like horizontal wound with uneven edges and obtuse angles, having a size of 0.5×0.1 cm (Fig. 1A). The presence of abrasions and hematoma was noted around the wound. Importantly, the wound was diagnosed as a stab wound rather than a laceration wound as originally described in the emergency room. Additional abrasions and hematomas were noted on other parts of her body. Multiple needle puncture marks were noted on her arms, both recent and remote ones.

The internal examination revealed a stab track originating from the stab wound and penetrating the temporal bone causing damage to the left temporal lobe and cavernous sinus and reaching the sphenoid bone cavity (Fig. 1B, C). The

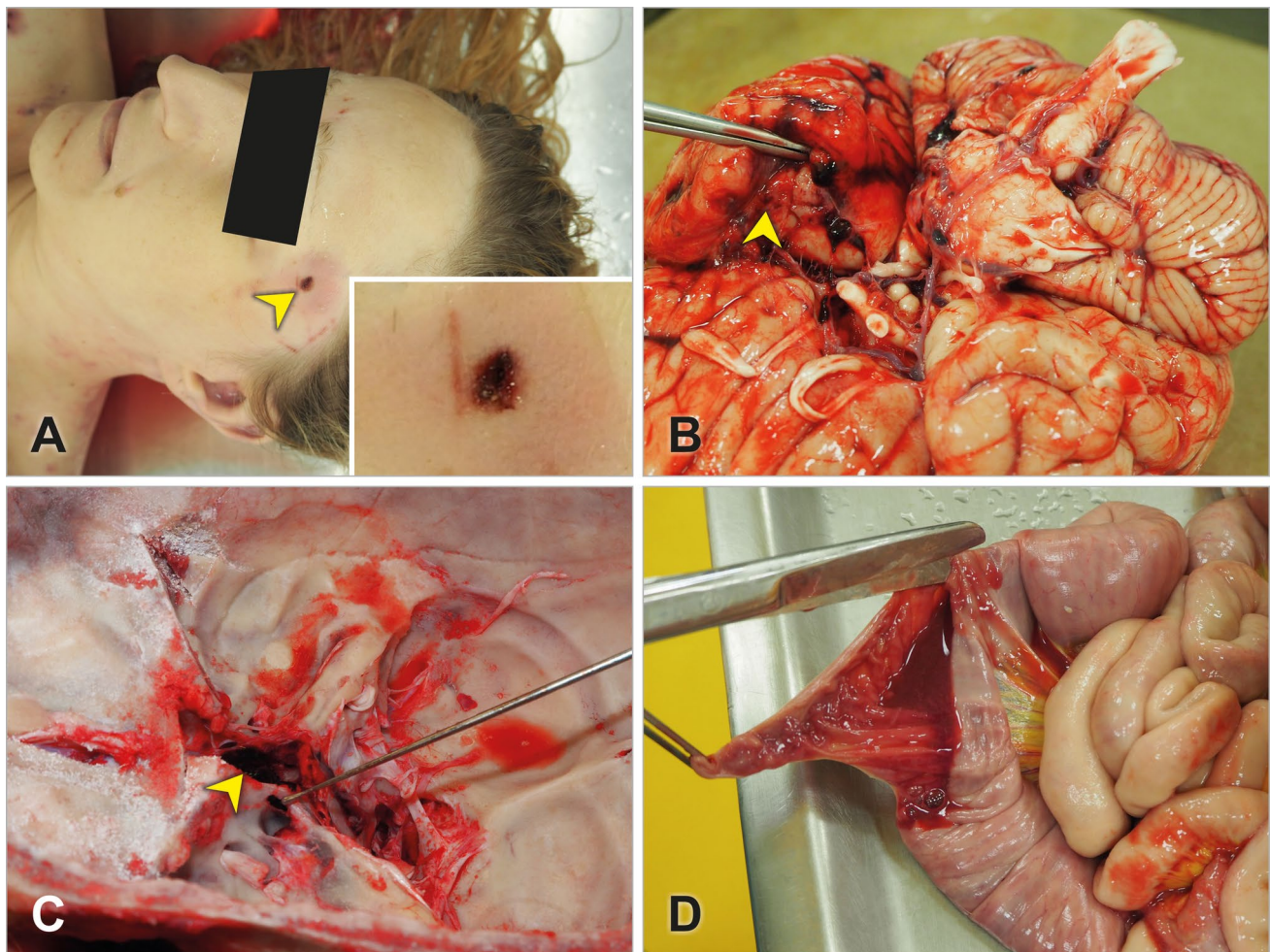


Fig. 1 Screwdriver-inflicted stab wound on the left portion of the victim's forehead (arrow in **A**) with the zoom-in of the wound (inset in **A**). Subarachnoid hemorrhage at the base of the left temporal lobe and minor brain contusions around the stab track (arrow in **B**). Vis-

ualization of the sphenoid bone penetration (probe in **C**) and blood in the sphenoid sinus (arrow in **C**). Blood with no signs of digestion present in the large intestine (**D**)

stab track went from left to right, in the posterior-inferior direction and its length, as far as measurable, was 6 cm. The thickness of the left temporal bone was only 0.2 cm, a subarachnoid hemorrhage was noted in the area of the base of the left temporal lobe, and a film of liquid blood was noted in the medial cranial fossa. A massive amount of blood without any signs of digestion was present in paranasal cavities, larynx, esophagus, and stomach as well as in the small and large intestines (Fig. 1D). In addition, the presence of blood was also noted in airways and lungs. All organs were pale and the kidneys showed signs of hemorrhagic shock. The immediate cause of death was determined as a traumatic-hemorrhagic shock due to a stab wound penetrating the skull and causing damage to the left cavernous sinus.

In addition to the recent wounds and injuries, multiple transversally oriented scars were noted on the left wrist indicative of suicidal attempts in the past. In light of the

autopsy findings, a second reading of the CT scans made on admission was requested, and the reading revealed the presence of a stab wound penetrating the skull, as well the presence of blood in the right portion of the sphenoid sinus and hypoplasia of the left portion of the sphenoid sinus (Fig. 2A–D).

The laboratory analysis of the blood taken on admission was performed, using liquid chromatography-mass spectrometry analysis (LC–MS) to determine the presence of illicit drugs or medication. Toxicological analysis was positive for fentanyl (5.8 ng/mL) and methamphetamine and amphetamine (94 ng/mL and 11 ng/mL respectively). In addition, a trace amount of methadone used to treat opioid addiction was detected.

In addition to the clinical and autopsy findings, the broader context of the case is essential for the case report to be comprehensive. After arriving at the scene, the police

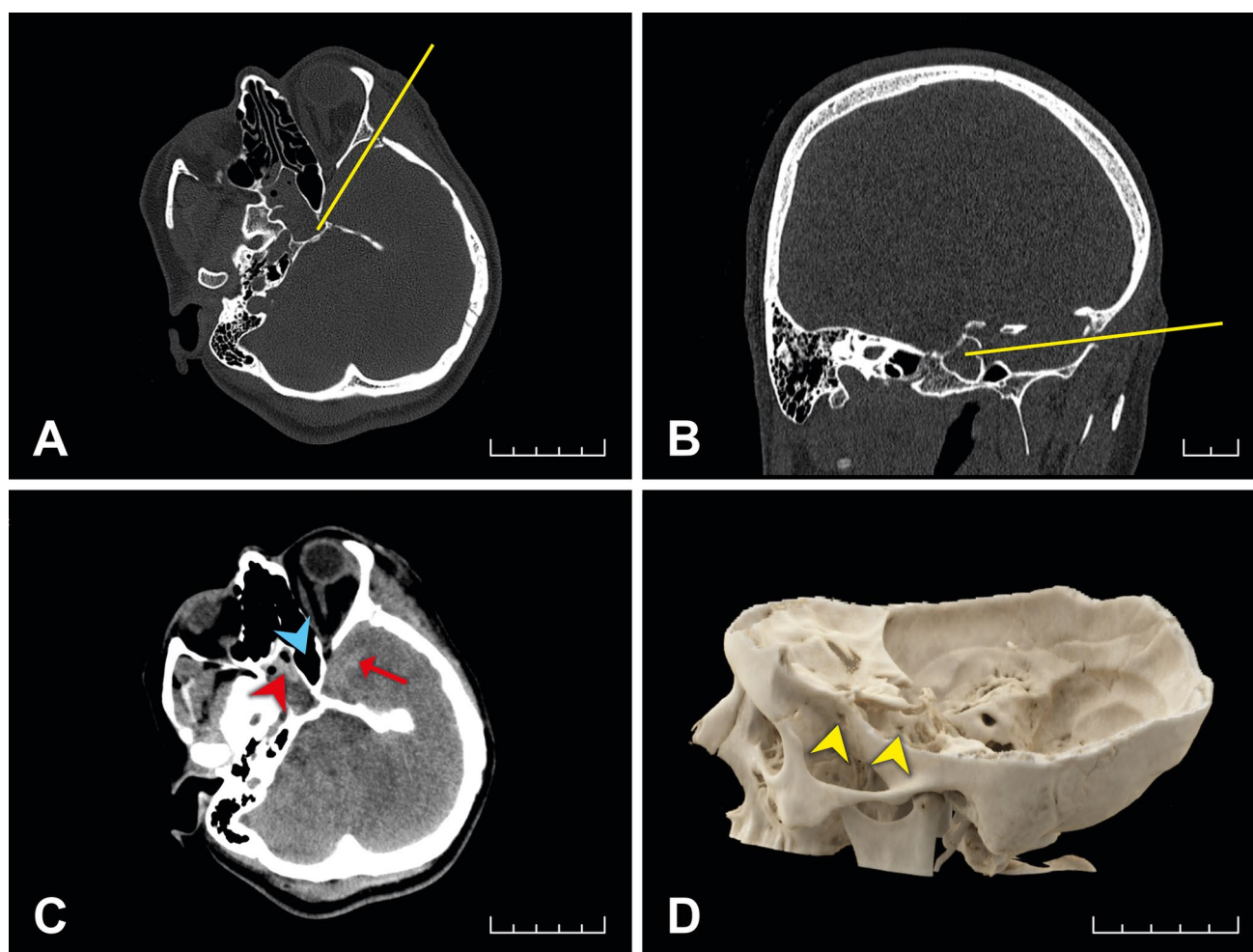


Fig. 2 CT scan of the head in the axial and coronal plane displaying the stab track (yellow line in **A** and **B**, respectively). Blood in the right portion of the sphenoid sinus (red arrowhead in **C**), hypoplasia of the left portion of the sphenoid sinus with the presence of gas

(blue arrowhead in **C**), blood in the stab track (arrow in **C**). The 3D reconstruction of the skull with penetration of the left temporal bone and sphenoid sinus (arrowheads in **D**)

arrested a young man, most likely the victim's flat mate, with a repeated criminal history of theft and drug trafficking. He was holding Dolphorin 75 MCG/h patches containing fentanyl, which he surrendered to the police, and the police also found amphetamines. The man stated that they had self-injected the amphetamines together with the victim a number of times over the past days, and they had also used citric acid to extract fentanyl from the patches to later inject the infused solution into the arms. After the drug injection, the victim became agitated and aggressive and tried to self-mutilate herself using different tools that the man, allegedly, tried to take away from her. Despite his efforts, the victim ended up stabbing a screwdriver into her head and then removing it. The screwdriver was collected by the police near the crime scene in the grass below the flat windows and referred for expert examination. It was a wooden-handle flat-head screwdriver measuring 20 cm in total length and having a shank of 10 cm (Fig. 3). The screwdriver was stained with the victim's blood, and the fingerprint analysis revealed the presence of fingerprints by both the victim and her flat mate.

Discussion

In forensic terms, deaths involving drug abusers often raise doubts about the real manner of death. These doubts are often multiplied by the presence of a variety of injuries, which are often extensive and could be accounted for by multiple theories such as an attack by another, self-mutilation, or repeated falls [8, 9]. Such sets of injuries are usually encountered in chronic cocaine and amphetamine drug abusers who have a high risk of developing psychosis [10–12]. During drug-induced psychosis, such individuals may pose a risk to themselves as well as to others. Typical symptoms include anxiety, tension, panic paranoia, hallucinations,

insomnia, or even aggressive behavior and suicidal attempts [11, 13]. Self-mutilation cases frequently involve the use of a variety of tools such as knives, screwdrivers, or pens [1, 14, 15].

Injuries inflicted by screwdrivers could produce different patterns of injuries such as minor cut or stab wounds or less frequently hybrid sharp-blunt force trauma wounds [16] depending on the shape and sharpness of the tips of the tools. Less sharp tools produce wounds with uneven edges and a rim of abrasions as was the case reported herein. Importantly, screwdrivers may cause deep stab wounds penetrating the bones and causing fatal damage to internal organs despite the seemingly minor surface injuries [17, 18]. Injuries of the cavernous sinus are frequently encountered in cases of penetrating orbital injuries or iatrogenic skull base injuries [19–22]. Cavernous sinus walls are formed by fibrous tissue, rather than smooth muscles, causing prolonged bleeding [23–25]. The co-presence of the injury of the sphenoid bone wall enabled the blood from the cavernous sinus to flow to the nasopharynx and the digestive tract, as evidenced by the presence of blood in the stomach and the intestines. The massive blood loss resulted in the development of fatal hemorrhagic shock and death.

Since the fingerprints of both the victim and her flat mate were present on the screwdriver, the autopsy evidence was relied on to determine the manner of death. The multiple injuries present were indicative of repeated falls rather than an assault by another or self-defense, which made the homicide a less likely manner of death. The long depth of the stab track penetrating the sphenoid bone did not support the theory of the victim holding the screwdriver in her hand and stabbing it into her head. A more plausible theory was that of one end of the screwdriver being fixed against the wall or floor and the victim's head bouncing against the screwdriver, which could account for the depth of the injury. The penetration into the skull was facilitated by the thinness of the temporal bone at the site of the injury. This theory is also consistent with the subsequent testimony of the victim's flat mate, who testified that the victim, with her knees bent, held the screwdriver on the floor and kept bouncing her head against its tip. Later, she pulled the screwdriver out and threw it away. The consistency of the autopsy evidence and the testimony prevented the man from being charged with homicide.

Given the time between the infliction of the injuries and the death, it was necessary to address the procedures performed at the hospital. Upon admission, the CT scan revealed a temporal bone fracture without evident intracranial injuries. Anisocoria may have, however, raised a suspicion of a central nervous system injury, for example, of the oculomotor nerve, and thus of the severity of the victim's condition. Unfortunately, the attending physicians attributed the condition only to intoxication by fentanyl and

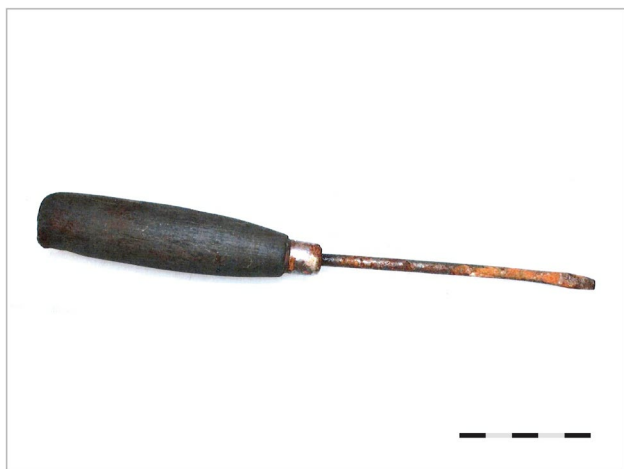


Fig. 3 The screwdriver collected at the scene

amphetamines [26–28]. A review of the treatment by an independent medical review panel noted that the case qualified as medical mismanagement due to the failure to identify the intracranial injuries, including the injury to the cavernous sinus. Had the posterior epistaxis been recognized early, treatment would have been available, either a nose packing or a surgical procedure introducing a hemostatic sponge and applying pressure on the site [19, 29, 30]. It was also noted that the interpretation of the CT scan was challenging owing to the penetration of the sphenoid bone, which enabled the blood to flow to the digestive tract and made the presence of the blood on the CT scan less prominent.

In light of all available evidence, the police closed the investigation as a case of suicide committed in the state of a drug-induced psychosis. Even though the course of treatment may have been different, the review did not unambiguously conclude whether the victim's life could have been saved given the multiple injuries and the drug-induced psychosis. The treatment options were also limited by the fact that the victim was admitted in a small hospital without an immediate option of neurosurgery. Therefore, the police did not proceed with the prosecution of the attending physicians.

Conclusion

This case report presented a rare case of a victim with drug-induced psychosis who suffered a number of atypical injuries including a penetrating head injury. Such cases involving drug abusers are often challenging in terms of clinical assessment as well as the determination of the manner of death. The case highlights how important it is to know the circumstances in which the victim suffered the injuries. Their knowledge may be useful for arriving at a precise diagnosis and thus providing adequate treatment, but also, if the case is eventually fatal, for excluding homicide as the most likely manner of death.

Key points

1. Interpretation of injuries suffered in drug-induced psychosis may be challenging because of atypical injury patterns.
2. Failure to evaluate all aspects of such cases may result in inadequate treatment.
3. Autopsy evidence without circumstantial evidence may be insufficient to rule out homicide as a manner of death.
4. Clinicians may profit from feedback from autopsies to improve their diagnostic procedures.

Funding Open access publishing supported by the National Technical Library in Prague. This work was supported by the Ministry of Health, Czech Republic—conceptual development of research organization (FNOs/2023).

Declarations

Ethical approval All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institutional and national research committee and with the 1964 Helsinki Declaration.

Conflict of interest The authors declare no competing interests.

Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

References

1. Pavlidis P, Karakasi MV, Birbilis TA. Traumatic brain injury due to screwdriver assaults: literature review and case report. *Am J Forensic Med Pathol.* 2016;37:291–8. <https://doi.org/10.1097/PAF.0000000000000267>.
2. Smrkolj V, Balazic J, Prinčič J. Intracranial injuries by a screwdriver. *Forensic Sci Int.* 1995;76:211–6. [https://doi.org/10.1016/0379-0738\(95\)01824-7](https://doi.org/10.1016/0379-0738(95)01824-7).
3. Petković S, Maletin M, Đurendić-Brenesel M. Complex suicide: an unusual case with six methods applied. *J Forensic Sci.* 2011;56:1368–72. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2011.01821.x>.
4. Celikel A, Teyin M, Balci Y, Canogullari G. An unusual suicide case: suicide by thrusting a screwdriver into the head. *Türk Klin Tip Bilimleri Dergisi.* 2009;29:757–60.
5. Bozzeto-Ambrosi P, Costa LF, Azevedo-Filho H. Penetrating screwdriver wound to the head. *Arq Neuropsiquiatr.* 2008;66:93–5. <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2008000100024>.
6. Struck GT, Nabhen JJ, Soek HA, Moretti R, Yamaguto GE, Moriya VL, et al. Transfixing heart injury by stab wound: case report. *Trauma Case Rep.* 2021;35:100518. <https://doi.org/10.1016/j.tcr.2021.100518>.
7. Chang CC, Kuo SW, Hsu HH, Han YY, Lee YC. Neglected esophageal injury presenting with spontaneously shrunken retroesophageal pocket. *J Formos Med Assoc.* 2008;107:741–4. [https://doi.org/10.1016/S0929-6646\(08\)60120-5](https://doi.org/10.1016/S0929-6646(08)60120-5).
8. Khan MK, Usmani MA, Hanif SA. A case of self amputation of penis by cannabis induced psychosis. *J Forensic Leg Med.* 2012;19:355–7. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2012.02.023>.
9. Attema-de Jonge ME, Portier CB, Franssen EJ. Automutilation after consumption of hallucinogenic mushrooms. *Ned Tijdschr Geneesk.* 2007;151:2869–72.

10. Bramness JG, Rognli EB. Psychosis induced by amphetamines. *Curr Opin Psychiatry*. 2016;29:236–41. <https://doi.org/10.1097/YCO.0000000000000254>.
11. Vale A. Drugs of abuse (amfetamines, BZP, cannabis, cocaine, GHB, LSD). *Medicine*. 2012;40:84–7. <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2011.11.018>.
12. Bergua A, Sperling W, Kühle M. Self-enucleation in drug-related psychosis. *Ophthalmologica*. 2002;216:269–71. <https://doi.org/10.1159/000063852>.
13. Gottlieb P, Gabrielsen G, Kramp P. Psychotic homicides in Copenhagen from 1959 to 1983. *Acta Psychiatr Scand*. 1987;76:285–92. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0447.1987.tb02897.x>.
14. Cvetković D, Živković V, Damjanjuk I, Nikolić S. “The pen is mightier than the sword”—suicidal trans-orbital intracranial penetrating injury from a pencil. *Forensic Sci Med Pathol*. 2018;14:221–4. <https://doi.org/10.1007/s12024-018-9959-9>.
15. Jousset N, Rougé-Maillart C, Turcant A, Guilleux M, Le Bouil A, Tracqui A. Suicide by skull stab wounds: a case of drug-induced psychosis. *Am J Forensic Med Pathol*. 2010;31:378–81. <https://doi.org/10.1097/PAF.0b013e3181f9443c>.
16. Byard RW. Patterned injuries from screwdrivers. *Forensic Sci Med Pathol*. 2022;18:271–4. <https://doi.org/10.1007/s12024-022-00489-y>.
17. Kieser J, Bernal V, Gonzalez P, Birch W, Turmaine M, Ichim I. Analysis of experimental cranial skin wounding from screwdriver trauma. *Int J Legal Med*. 2008;122:179–87. <https://doi.org/10.1007/s00414-007-0187-1>.
18. Tutton MG, Chitnavis B, Stell IM. Screwdriver assaults and intracranial injuries. *Emerg Med J*. 2000;17:225–6. <https://doi.org/10.1136/emj.17.3.225>.
19. Matoušek P, Krejčí T, Misiřová E, Lipina R, Procházka V, Lubojacký J, et al. Internal carotid injury during skull base surgery—case report and a review of the literature. *Brain Sci*. 2022;12:1254. <https://doi.org/10.3390/brainsci12091254>.
20. Velez ET, Vilarroel PR, Figueroa FV, Alvarez SV. Transorbital penetrating intracranial injury, with cavernous sinus involvement. *Neurocirugia Engl Ed*. 2022;33:377–82. <https://doi.org/10.1016/j.neucie.2022.02.003>.
21. Vander JF, Nelson CC. Penetrating orbital injury with cavernous sinus involvement. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 1988;19:328–30. <https://doi.org/10.3928/1542-8877-19880501-07>.
22. Avraham E, Smolikov A, Smolyakov R, Azriel A, Sufaro Y, Kaisman-Elbaz T, et al. Minimally invasive subtemporal intradural approach for penetrating orbitocranial injury by wooden foreign body into the lateral wall of the cavernous sinus. *Front Surg*. 2020;7:533567. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2020.533567>.
23. Dolenc VV. *Anatomy of the cavernous sinus*. Vienna: Springer; 1989.
24. Yasuda A, Campero A, Martins C, Rhoton AL Jr, de Oliveira E, Ribas GC. Microsurgical anatomy and approaches to the cavernous sinus. *Neurosurgery*. 2008;62:SHC1240-63. <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000333790.90972.59>.
25. Harris FS, Rhoton AL. Anatomy of the cavernous sinus: a microsurgical study. *J Neurosurg*. 1976;45:169–80. <https://doi.org/10.3171/jns.1976.45.2.0169>.
26. Nyancho D, Atem FD, Venkatachalam AM, Barnes A, Hill M, Traylor JJ, et al. Anisocoria correlates with injury severity and outcomes after blunt traumatic brain injury. *J Neurosci Nurs*. 2021;53:251–5. <https://doi.org/10.1097/JNN.0000000000000613>.
27. Armenian P, Vo KT, Barr-Walker J, Lynch KL. Fentanyl, fentanyl analogs and novel synthetic opioids: a comprehensive review. *Neuropharmacology*. 2018;134:121–32. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2017.10.016>.
28. Vearrier D, Greenberg MI, Miller SN, Okaneku JT, Haggerty DA. Methamphetamine: history, pathophysiology, adverse health effects, current trends, and hazards associated with the clandestine manufacture of methamphetamine. *Dis Mon*. 2012;58:38–89. <https://doi.org/10.1016/j.disamonth.2011.09.004>.
29. Beck R, Sorge M, Schneider A, Dietz A. Current approaches to epistaxis treatment in primary and secondary care. *Dtsch Arztebl Int*. 2018;115:12. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2018.0012>.
30. Millman B, Giddings NA. Traumatic carotid-cavernous sinus fistula with delayed epistaxis. *Ear Nose Throat J*. 1994;73:408–11. <https://doi.org/10.1177/01455613940730061>.

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Komentář k přiložené publikaci č. 4

DOKOUPIL, Marek, Klara MARECOVA, Matej UVIRA, Marek JOUKAL, Eva MRAZKOVA, Jana CHMELOVA and Petr HANDLOS (corresponding author). Fatal delayed hemopericardium and hemothorax following blunt chest trauma. Forensic Science, Medicine and Pathology. 2019, 15(2), 272–275. ISSN 1556-2891. doi:10.1007/s12024-018-0069-5

IF (2018) = 1,611; Kvartil Q2

Podíl autora na publikaci: Spoluautor, korespondenční autor (30 %). Autor se podílel na forenzní interpretaci případu, korelaci pitevních a histopatologických nálezů a na přípravě a finalizaci rukopisu.

Publikace popisuje případ opožděného hemoperikardu a hemotoraxu po tupém poranění hrudníku s dvoudobou manifestací poranění srdeční stěny. Jedná se o vzácnou komplikaci, která může vzniknout při částečné ruptuře myokardu nebo perikardu, přičemž původní léze je zpočátku klinicky nenápadná. S časovým odstupem může docházet k postupnému krvácení do perikardiální dutiny, rozvoji srdeční tamponády a následné oběhové dekompenzaci s náhlým úmrtím.

Autoři zdůrazňují význam detailního pitevního vyšetření srdečních struktur, včetně posouzení místa a charakteru poranění, rozsahu hemoperikardu a známek vitalizace. Histologické vyšetření poskytuje možnost časového zařazení léze, což napomáhá k potvrzení souvislosti mezi úrazem a smrtí. Doplňující radiologické informace mohou být užitečné pro korelaci anatomických poměrů a mechanismu poranění.

Z forenzního hlediska je zásadní hodnocení příčinné souvislosti mezi primárním úrazem a pozdním úmrtím, zejména tam, kde v mezidobí nedošlo k další traumatické události. Práce připomíná, že absence výrazných klinických projevů nevylučuje vážné intraperikardiální krvácení, a upozorňuje na riziko nesprávné interpretace nálezu jako následku cizího zavinění nebo pochybení v poskytované péči. Kazuistika ilustruje i nutnost adekvátního sledování pacientů po tupých poraněních hrudníku, neboť klinická stabilita v časně fázi nemusí být zárukou příznivého vývoje.

Publikace rozšiřuje znalosti o vzácných opožděných následcích traumatu srdce a přispívá ke správné interpretaci pitevních nálezů v soudně-lékařské praxi. Zdůrazňuje význam kombinace morfologického hodnocení, histopatologie a klinické dokumentace pro objektivní stanovení příčiny smrti a mechanismu úmrtí u dvoudobě se manifestujících poranění.



Fatal delayed hemopericardium and hemothorax following blunt chest trauma

Marek Dokoupil^{1,2} · Klára Marecová³ · Matěj Uvira¹ · Marek Joukal⁴ · Eva Mrázková² · Jana Chmelová⁵ · Petr Handlos¹

Accepted: 29 November 2018 / Published online: 16 January 2019
© Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2019

Abstract

Cardiac injury following blunt chest trauma is common in motor vehicle accidents due to a crush or blast injury. Severe cardiac trauma is associated with a very high mortality. If a cardiac injury develops several weeks after non-penetrating chest trauma, establishing a causal link between the traumatic event and the cardiac injury becomes complicated. This article reports a case of fatal delayed hemopericardium and hemothorax following a motor vehicle accident including blunt chest trauma 34 days prior to death. The cardiac injury was caused by displacement of a sharp irregular fragment of one of the decedents fractured ribs and the primary defect was sealed by blood clots. Subsequent bleeding occurred when the thrombus was displaced. Since the incidence of blunt high-energy chest injuries is relatively high, heart and large vessel injuries must be taken into account and a comprehensive examination needs to be done in order to prevent the delayed development of fatal complications.

Keywords Cardiac injury · Delayed hemopericardium · Delayed hemothorax · Blunt trauma · Stab wound

Introduction

Cardiac injury following blunt-chest trauma is quite common. It occurs in motor vehicle accidents following crush or blast injury [1, 2]. Severe cardiac trauma has a very high degree of mortality, with the majority of victims dying at the scene of the accident or on the way to hospital [3]. If the cardiac injury develops after an interval of several weeks following non-penetrating chest trauma, establishing a causal link between the traumatic event and cardiac injury becomes complicated [4]. This article reports a case of fatal delayed hemopericardium and hemothorax following motor

vehicle accident including blunt chest trauma 34 days prior to death.

Case report

We report the case of a 47-year-old woman pedestrian hit by a reversing car at 6mph. In the emergency ward at the hospital the woman reported chest pain at the left side of the chest, her breathing was slightly weakened, and her blood pressure was 220/120 mmHg with a heart rate of 100 beats per minute. The injury manifested as superficial skin trauma with scarring and bruises on the left part of the head and the right forearm. Imaging methods (X-ray and CT) showed a serial fracture of the 4th - 10th ribs on the left side, with minor pneumothorax, spleen laceration and a subcapsular liver hematoma with a total blood volume of about 500 ml. ECG examination was physiological, with a sinusoidal rhythm of 90/min, PQ 0.12, QRS 0.08, and the ST segment was isoelectric. Laboratory blood tests showed hemoglobin at 94 g/l, leukocytes $16.6 \times 10^9/l$, thrombocytes $316 \times 10^9/l$ and creatinine 50 $\mu\text{mol/l}$; troponin was not tested. Dilacerated spleen was surgically removed and the subcapsular liver hematoma was punctured on the same day. Over the subsequent 13-day hospitalization, the woman

✉ Petr Handlos
petr.handlos@seznam.cz

¹ Department of Forensic Medicine, University Hospital Ostrava, CZ-708 52 Ostrava, Czech Republic

² Department of Epidemiology and Public Health, Faculty of Medicine, Ostrava University, CZ-703 00 Ostrava, Czech Republic

³ Department of Forensic Medicine and Medical Law, University Hospital Olomouc, CZ-779 00 Olomouc, Czech Republic

⁴ Department of Anatomy, Faculty of Medicine, Masaryk University, CZ-625 00 Brno, Czech Republic

⁵ Department of Radiology, Ostrava City Hospital, CZ-728 80 Ostrava, Czech Republic

repeatedly underwent checks, including internal consultations, ECG, X-ray and CT examination. The ECG was repeatedly physiological. However, the control X-ray showed dilation of the cardiac silhouette 2 days after the accident (Fig. 1a). Subsequent CT examination showed a small pleural effusion in the left thoracic cavity with pulmonary parenchymal atelectasis and dense striated patches in the pericardium (Fig. 1b). Because of her good clinical condition, the woman was discharged 13 days after the accident and regular outpatient treatment was given at 3–5 days intervals. During these check-ups, the woman repeatedly complained of pain in the left part of the chest, which the attending physician deemed to be the result of the serial rib fracture. X-ray examination performed 26 days after the injury showed a leftward enlargement of the cardiac silhouette without clear differentiation of the heart and lung parenchyma. The physician suspected pleuritis, and due to the inconclusive outcome of the X-ray he recommended a CT scan, which was not performed as the patient died in the interim.

On the 34th day after the initial trauma, the woman was transported to the emergency department of the hospital by ambulance with signs of hypovolemic shock. The dominant symptoms on admission were breathing difficulties and chest congestion. A pulse was palpable only at the major arteries, and neither blood pressure nor oxygen saturation were measurable. Echocardiographic examination showed a pericardial exudate about 7 mm wide with about 1500 ml of pleural effusion in the left thoracic cavity. A thoracentesis revealed blood in the exudate. During the CT scan the patient developed bradycardia and was given repeated cardiopulmonary resuscitation and circulatory support (blood replacement – 14x PRBCs, 10x frozen plasma, vasopressor medication). After short-term hospitalization at the ICU, the woman died from hemorrhagic shock following profuse bleeding into the left thoracic cavity from an unknown source

(total blood loss into the chest was 4500 ml). The attending physician ordered an autopsy as the source of bleeding was uncertain.

Autopsy revealed 1500 ml of liquid blood in left thoracic cavity. Healing fractures of the 4th - 10th ribs in the left anterior axillary line with dislocation of 5th - 8th ribs fragments into the thoracic cavity were found. Bone fragments were up to 25 mm in length, their edges were rounded with signs of early callus formation (Fig. 2a). Autopsy of the mediastinum revealed a slit-like stab wound of the pericardial sac (8 mm × 6 mm) with raised edges (Fig. 2b). Localization and shape of the defect corresponded to the displacement of a sharp irregular fragment of one of the fractured ribs. The pericardial sac was filled with matured thrombi including pink-gray fibrin fibers as well as semi-liquid blood with fresh clots (Fig. 2b). Once the blood clots were removed, fibers of connective tissue were found at the heart vertex between the pericardial sac and epicardium. The heart configuration was within normal range with a weight of 320 g. The most important finding on the heart was a 7 mm wide slit-shaped defect in the left ventricle that corresponded to the defect of the pericardial sac. This defect had raised edges at the curved margin of the left ventricle and penetrated the cardiac wall to a depth of about 7 mm into the left ventricle (Fig. 2c and d). At the base the myocardium was encrusted with clumps of coagulated blood (Fig. 2d).

All internal organs were pale, with signs of advanced hemorrhagic shock. Preexisting medical conditions including steatofibrosis and 2nd degree atherosclerosis were found, but without significant narrowing of the coronary arteries. Splenectomy and hysterectomy were also noted.

Hematoxylin-eosin-stained sections of the pericardium revealed a fissure with signs of healing along with organized blood clots (Fig. 2e). Histological examination of the tissue around the defect of the left ventricle displayed non-specific granulation and

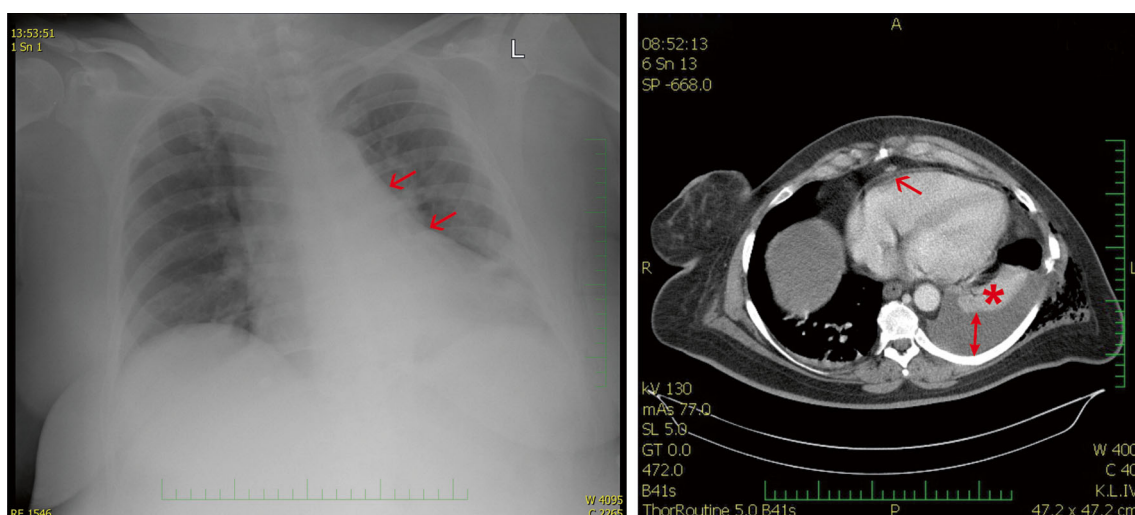
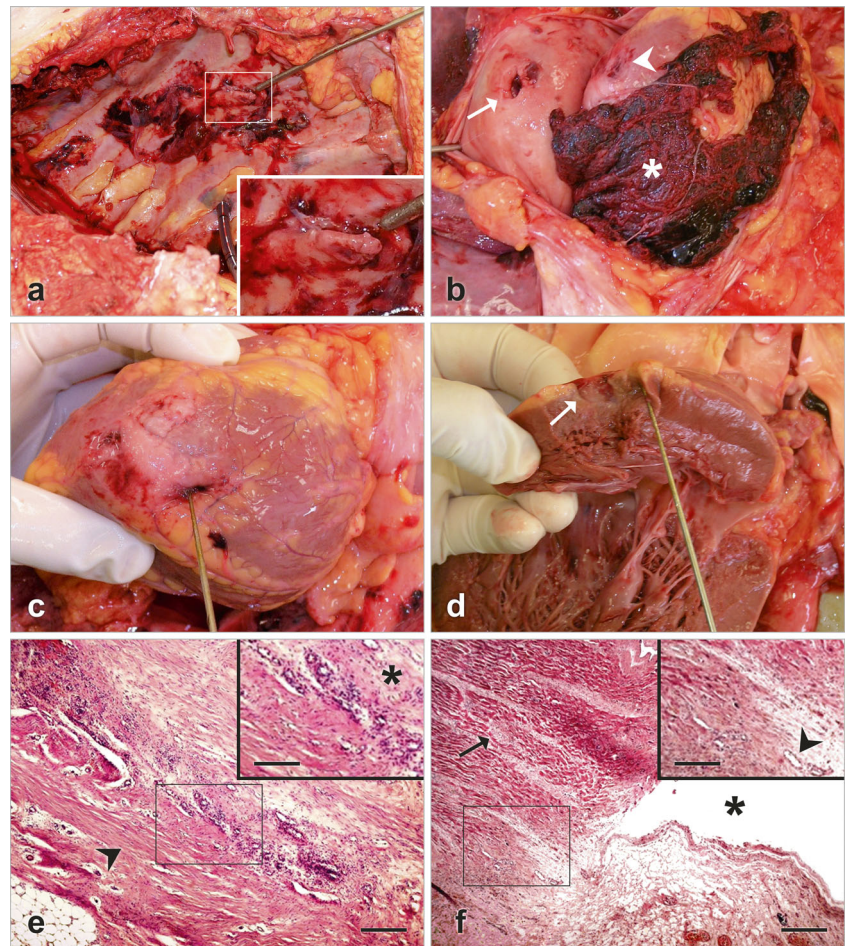


Fig. 1 X-ray revealed dilation of the cardiac silhouette (arrows in **a**) 2 days after injury. Subsequent CT examination 4 days after injury showed a small pleural effusion in the left thoracic cavity (arrows in **b**)

with pulmonary parenchymal atelectasis (asterisk **b**). Moreover, dense striated patches were found in the pericardium (arrow in **b**)

Fig. 2 Bone fragments of the 5th – 8th ribs (25 mm in length) were located in the left anterior axillary line (a). Autopsy of the mediastinum revealed a slit-like puncture with raised edges in the pericardium (arrow in b) and the wall of left ventricle (arrowhead in b). The pericardium was filled with blood clots including pink-gray fibrin fibers (asterisk in b). A slit-shaped defect with raised edges (probe in c) penetrated the cardiac wall to a depth of about 7 mm (arrow d). Hematoxylin-eosin-stained sections of the pericardial defect revealed matured granular tissue with abundant collagen fibers (arrow in e) and thick-walled blood vessels with small groups of inflammatory cells (asterisk in e). Granular tissue (arrowhead in f) and local myofibrosis (arrow in f) were found also in hematoxylin-eosin-stained sections of the myocardium around the defect (asterisk in f). Scale bar (e, f) = 300 μ m; insets = 150 μ m



deposits of myofibrosis. However, there were no signs of coagulation necrosis (Fig. 2f). The immediate cause of death was hemorrhagic shock following left ventricular wall rupture.

Discussion

Cardiac injury following blunt trauma is fairly common in traffic accidents, fall impacts, aggression and during the course of some high-risk sports [5]. We report a case of fatal delayed hemopericardium and hemothorax following a motor vehicle accident including blunt chest trauma 34 days prior to death. The incidence of cardiac injury due to blunt chest trauma varies from 5% to 50% and it usually has a high mortality rate [3, 6]. Pooniya et al. grouped the forces responsible for producing cardiac injury into seven categories: direct, indirect, compressive, decelerative, blast, concussive, and combined forces [4]. Myocardial injury can vary in type and extent, ranging from pericardial impact to contusion or myocardial laceration with coronary injury or valvular damage [7]. Depending on their severity and location, these injuries can give rise to a broad range of clinical symptoms such as angina-like chest pain, progressive dyspnea, arrhythmias, conduction abnormalities, reduction in

cardiac output, cardiogenic shock, etc. [8]. However, many patients with cardiac injury do not present any characteristic symptoms and the first manifestation of the cardiac injury could be fatal [4, 7]. Typically, delayed complications due to blunt cardiac injury present as infarction, pericardial tamponade or traumatic aneurysm with systemic embolization [9, 10]. Cases of delayed cardiac tamponade were described following penetrating chest trauma [11], motorcycle accident or catheterization [12]. One case reported delayed serious cardiac tamponade after blunt chest trauma [13]. Iatrogenic cardiac injury can also result from external cardiac massage during cardiopulmonary resuscitation (CPR) [14]. In our case, we can exclude iatrogenic injury following CPR because the tissue around the defects of both the pericardial sac and the left ventricle displayed signs of healing. The occurrence of post-traumatic reparative changes along the puncture canal in the pericardium and in the heart, as well as the nature of the blood in the pericardial sac (comprising both blood clots with fibrin mesh and the presence of fresh liquid blood), both point to the biphasic character of this heart injury. These findings were supported by the radiologist re-examining the X-ray and the CT images after the autopsy, where cardiac silhouette widening and the presence of dense striated paracardial areas were evaluated as the consequence of blood incursion into the pericardial

sac. Unfortunately, the attending physicians did not recognize the heart injury, probably because of the presence of other serious injuries, as well as the absence of clinical symptoms indicating heart injury. Detection of the highly specific serum creatine kinase isoenzyme (CK-MB) and troponins T and I, could have indicated heart injury [12, 13]. However, these tests were not ordered by the physician.

The absence of clinical symptoms in this case can be explained by the extent and location of the stab wound. The stab wound did not injure any of the valvular, transduction and particularly the vascular structures of the heart. This absence of injury to large vessels likely resulted in gradual bleeding into the pericardial sac with the possibility of tamponade of the stab channel of the heart as indicated by the developing blood clots. It is also reasonable to assume that the blood accumulating in the pericardial sac could spontaneously slowly escape into the left thoracic cavity through the pericardial fissure without developing acute cardiac tamponade.

The cause of the delayed hemopericardium and hemothorax is not completely clear. It is most likely that the accident led to a perforating injury to the left ventricle, which was temporarily sealed with blood clots in the pericardial sac. Reorganization of the blood clots during healing and removal led to the reopening of this perforation causing the fatal bleeding. This mechanism of delayed hemopericardium resulting in cardiac tamponade has been previously described after penetrating chest wounds [11, 15]. An alternative explanation could be the possibility of repeated cardiac trauma by the fractured end(s) of one or more ribs during excursions of the left ventricular wall over the normal course of cardiac function or subsequent blunt force trauma to the chest, accidental or otherwise. In light of our case, due to the relatively high incidence of high-energy blunt-force chest injuries, it is always necessary to consider the possibility of injury to the heart and large vessels. Only an extensive and comprehensive examination of individuals with such injuries can help prevent the delayed development of fatal complications.

Key points

1. A case of delayed hemopericardium and hemothorax following motor vehicle accident is reported.
2. The cardiac injury was caused by intrusion of a sharp irregular fragment of one of the fractured ribs.
3. The primary defect of the left ventricle was sealed by blood clots.
4. Subsequent bleeding occurred when the thrombus was displaced.
5. Death was from hemorrhagic shock from a ruptured left ventricular wall.

Acknowledgements We would like to thank Jana Vachová for skillful technical assistance.

Compliance with ethical standards

Conflict of interest The authors declare that they have no conflict of interest.

Ethical approval All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institutional and national research committee and with the 1964 Helsinki declaration and its later amendments or comparable ethical standards.

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

References

1. Gosavi S, Tyroch AH, Mukherjee D. Cardiac Trauma. *Angiology*. 2016;67:896–901.
2. Dowd MD, Krug S. Pediatric blunt cardiac injury: epidemiology, clinical features, and diagnosis. *J Trauma Acute Care Surg*. 1996;40:61–7.
3. Brathwaite CE, Rodriguez A, Turney SZ, Dunham CM, Cowley R. Blunt traumatic cardiac rupture. A 5-year experience. *Ann Surg*. 1990;212:701–4.
4. Pooniya S, Behera C, Mridha AR, Swain R. Cardiac rupture delayed for a week in an asymptomatic child following blunt trauma. *Med Sci Law*. 2016;56:217–20.
5. Biffl WL, Moore EE. Blunt cardiac injury. In: Karmy-Jones R, Nathens A, Stern EJ, editors. *Thoracic trauma and critical care*. Boston: Springer; 2002. p. 281–8.
6. Holanda MS, Domínguez MJ, López-Espadas F, López M, Díaz-Regañón J, Rodríguez-Borregán JC. Cardiac contusion following blunt chest trauma. *Eur J Emerg Med*. 2006;13:373.
7. Olsovsky MR, Wechsler AS, Topaz O. Cardiac trauma: diagnosis, management, and current therapy. *Angiology*. 1997;48:423–32.
8. Prêtre R, Chilcott M. Blunt trauma to the heart and great vessels. *N Engl J Med*. 1997;336:626–32.
9. Glancy DL, Yarnell P, Roberts WC. Traumatic left ventricular aneurysm: cardiac thrombosis following aneurysmectomy. *Am J Cardiol*. 1967;20:428–33.
10. Van Wijngaarden M, Karmy-Jones R, Talwar M, Simonetti V. Blunt cardiac injury: a 10 year institutional review. *Injury*. 1997;28:51–5.
11. Aaland MO, Sherman RT. Delayed pericardial tamponade in penetrating chest trauma: case report. *J Trauma*. 1991;31:1563–5.
12. Yetter E, Brazg J, Del Valle D, Mulvey L, Dickman E. Delayed cardiac tamponade: a rare but life-threatening complication of catheter ablation. *Am J Emerg Med*. 2017;35:803.e1–3.
13. Solomon D. Delayed cardiac tamponade after blunt chest trauma: case report. *J Trauma*. 1991;31:1322–4.
14. Rudinská LI, Hejna P, Ihnát P, Tomášková H, Smatanová M, Dvořáček I. Intra-thoracic injuries associated with cardiopulmonary resuscitation—frequent and serious. *Resuscitation*. 2016;103:66–70.
15. Pastor BH, Betts RH. Late symptoms due to traumatic hemopericardium. *N Engl J Med*. 1961;265:1139–43.

Komentář k přiložené publikaci č. 5

VÍRA, Matěj; MARECOVÁ, Klára; DOKOUPIL, Marek; DVOŘÁČEK, Igor; HANDLOS, Petr. Fatal deer attack in a rutting season. *Forensic Science, Medicine and Pathology* [online]. 2019, 15(1), 93–96. ISSN 1547-769X, 1556-2891. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12024-018-0048-x>

IF (2018) = 1,611; Kvartil Q2

Podíl autora na publikaci: Spoluautor, korespondenční autor (30 %). Autor se podílel na forenzní interpretaci případu, korelaci morfologických nálezů s mechanismem poranění a na přípravě a finalizaci rukopisu.

Publikace prezentuje případ fatálního útoku samce jelena v období říje. Poranění způsobená parožími mohou mít charakter četných, ostře ohraničených bodných ran s výraznou hloubkou a nepravidelnou orientací, což může při prvotním ohledání imitovat napadení ostrým nástrojem. Autoři popisují přítomnost vícečetných penetrujících poranění hrudníku a dutiny břišní s masivním vnitřním krvácením. Práce zdůrazňuje potřebu důsledného zhodnocení morfologie ran, jejich prostorového uspořádání a korelace s konfigurací paroží konkrétního druhu.

Z forenzního hlediska je významná možnost záměny takových poranění s cizím zaviněním, zejména v situacích bez svědků nebo s neúplnou prvotní dokumentací. Publikace upozorňuje na sezónní behaviorální změny samců jelení zvěře, které jsou provázeny agresivitou, nízkým prahem pro útok a výraznou teritoriální obranou. Pitevní nález včetně trasování bodných kanálů umožňuje odlišit zranění způsobená parohy od poranění vzniklých jinými mechanismy.

Práce přináší praktické informace pro soudně-lékařskou praxi při hodnocení atypických poranění způsobených zvířaty a připomíná význam kombinace vnější prohlídky, pitvy, fotodokumentace a znalosti etologických souvislostí.



Fatal deer attack in a rutting season

Matěj Uvára^{1,2} · Klára Marecová³ · Marek Dokoupil^{1,4} · Igor Dvořáček^{1,5} · Petr Handlos^{1,5}

Accepted: 5 November 2018 / Published online: 27 November 2018
© Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2018

Abstract

Animal inflicted fatal or near fatal injuries are well described in the forensic literature, with the most frequently described cases involving dogs, large cats and bears. To our knowledge, a deer inflicted fatality has not been described in the forensic literature previously. This article reports a case of a 64-year-old male, who was found lying in a pool of blood near an enclosure for stags and hinds at the end of October. There were mechanical defects on his jacket and trousers, which appeared to be torn or penetrated, as well as multiple lacerations and stab wounds in different parts of his body. The type and location of the injuries the man had sustained strongly suggested that another person had been involved in the incident that had led to his death. The cause of death was deemed as external exsanguination due to multiple stab wounds to large vessels. After evaluating all of the information regarding the circumstances around the death, the case was classified as a deer attack related fatality, and the manner of death was determined to be accidental. The man was most probably attacked by one of the deer while he was refilling the animal feeder. A substantial increase in the levels of selected hormones, especially testosterone, during the rutting season explains the increased levels of aggression shown by the deer that led to a fatal outcome for the decedent.

Keywords Deer · Fatal attack · Rutting season · Lacerated wounds · Stab wounds

Introduction

This article reports a case of an animal inflicted fatal injury. Fatal injuries caused by animals are relatively rare, and almost always accidental [1, 2]. Attacks inflicted by domesticated and tamed animals are more frequent than attacks by wild animals [3, 4]. Even though deer live in almost the whole of Europe, central and west Asia, the northern part of Africa (Morocco

and Tunisia), Australia, New Zealand and Argentina [5], attacks by deer are extremely rare.

Case report

The body of a 64-year-old male was found lying in a pool of blood near an enclosure for stags and hinds at the end of October. His clothes were soaked with blood and full of mud stains. There were mechanical defects on his jacket and trousers, which appeared to be torn or penetrated (Fig. 1a), as well as multiple lacerated and stab wounds localized in different parts of his body.

Further investigation revealed that the man was a gamekeeper who was in charge of the enclosure. The man's hat and left boot, as well as a bucket containing animal feed were found near the animal feeder inside the enclosure. Forensic technicians showed that blood traces were present both inside and outside the enclosure, as well as on the gate (Fig. 1b). No weapon capable of inflicting the observed injuries on the decedent was found at the scene. From the very beginning of investigations, the police suspected that

✉ Petr Handlos
petr.handlos@seznam.cz

¹ Department of Forensic Medicine, University Hospital Ostrava, CZ-708 52 Ostrava, Czech Republic

² Department of Pathology, Charles University Hradec Králové, CZ-500 01 Hradec Králové, Czech Republic

³ Department of Forensic Medicine and Medical Law, University Hospital Olomouc, CZ-779 00 Olomouc, Czech Republic

⁴ Department of Epidemiology and Public Health, Faculty of Medicine, Ostrava University, CZ-703 00 Ostrava, Czech Republic

⁵ Department of Intensive Medicine and Forensic Studies, Faculty of Medicine, Ostrava University, CZ-703 00 Ostrava, Czech Republic

Fig. 1 The body of the deceased man lying in a pool of blood. His clothes are soaked with blood and there are a few mechanical defects visible (arrow in 1a). Traces of blood were found inside the enclosure, outside the enclosure (arrow in 1b), and on the gate (arrowhead in 1b)



the injuries could have been inflicted by one of the animals living inside the enclosure.

Even though there were several deer and hinds living in the enclosure (the precise number is not available), there was only one deer with blood stains on its antlers. It was an approximately 8-year-old, 300 kg red deer (*Cervus elephantis*).

External examination of the male decedent (64-year-old, 171 cm, 77 kg) showed well developed rigor mortis in all muscle groups, and pale skin with almost complete absence of post mortem lividity.

External examination also revealed multiple bruising and open wounds such as scratchy abrasions, laceration wounds and stab wounds (Fig. 2a). In the frontal and temporal area of the head, there were three wide lacerated wounds up to 11 cm long and 3 cm wide, which exposed the skull (Fig. 2b). A total of 14 circle shaped stab wounds

to the man's left hand, both thighs, left foot, genitals, abdomen and back were found (Fig. 2c, d). Closer examination of the wounds showed they had atypical margins; they were ragged with a clearly visible ring of bruises and soft tissue contusion around the wounds. All the stab wounds were similar in size; they ranged from 1 cm × 1.5 cm to 3 cm × 1.5 cm. Furthermore, multiple scratchy superficial skin abrasions were found in the proximity of the stab wounds. The stab wounds penetrated the cutis, subcutis and a few of them even penetrated muscles; their depth ranged from 2 cm to 14 cm, with wound tracks in two main directions: cranial (the stab wounds to the genitals, lower and upper extremities) and caudal (the stab wounds to the abdomen and back).

Internal examination showed that none of the wounds had penetrated into the thoracic or abdominal cavities; no internal

Fig. 2 Multiple bruises, scratchy abrasions, laceration wounds and stab wounds (2a). In the frontal and temporal area of the head there were three wide lacerated wounds (2b). Multiple circle shaped stab wounds were found on the man's left hand, both thighs, left foot, genital, abdomen and back (2c, d)



organ injuries was found. The stab wounds to the right thigh and to the genital area caused damage to the great saphenous vein and the external pudendal vein respectively. All organs were pale, the heart chambers were contracted and empty, the kidneys showed signs of hemorrhagic shock.

Moreover, the internal examination also revealed that the man had suffered from vascular atherosclerosis, predominantly affecting coronary arteries; atherosclerotic plaques significantly narrowed their lumens and hypertrophic configuration of the left heart ventricle was noted. No further pre-existing medical conditions were found except for pericardial-epicardial adhesions as a result of coronary artery bypass grafting.

The autopsy was supplemented with laboratory analysis of blood taken from the lower extremity. The samples were tested using gas chromatography with a flame ionization detector (Shimadzu Handles GmbH, Duisburg, Germany) to determine the blood alcohol level, which was 0.00 g/kg. Further complementary toxicological analyses were not medically indicated.

The cause of death was determined as external exsanguination due to multiple stab wounds lacerating the great saphenous and the external pudendal veins.

Discussion

Animal inflicted fatal or near fatal injuries are well described in the forensic literature, with the most frequently described cases involving dogs, large cats and bears [6, 7]. Hornet, bee, or wasp related fatalities are also well documented [8, 9]. Deer inflicted fatalities, however, are unique. A series of non-fatal attacks of white-tailed deer in the Southern Illinois's university campus during the fawning season (May and June) was also described, with victims' wounds including bruises, skin lacerations, and fractures [10]. Also reported are cases of humans being attacked by deer during the rutting season; in such cases the deer were raised by humans from fawns, and released only once they became too big to be a pet. Presumably, these deer had imprinted on humans during a critical period and viewed humans as rivals [11].

Genetic tests suggest that the red deer is probably a species group rather than a single species. Red deer vary in appearance and size. The red deer is one of the biggest deer species group, with length up to 2.5 m, weight up to 500 kg, and shoulder height up to 1.3 m. Male deer (stags) have antlers that are shed at the end of every winter. The antlers size varies according to subspecies and age; older stags have bigger antlers with more tines. Antlers are composed of bone tissue that makes them strong and durable [12] and the antlers of adult deer can weigh up to 13 kg. The huge antlers combined with enormous neck muscle strength represent a powerful weapon used by deer while they are fighting for female deer (hinds) during the rutting

season – usually every autumn. In the rutting season, the deer's behavior changes rapidly: they become territorial and aggressive, and lose their natural shyness [13]. This is when they are most likely to attack other animal species or even humans, especially when they are in bounded areas. When a human is attacked, the victim can be expected, given the characteristics of the antlers, to suffer multiple penetrating stab wounds in multiple locations. In cases of repeated attacks, different stab wound directions can be found. These wounds, especially when located in areas of the body which cannot be reached by the victim themselves (as in the reported case), can suggest that another person may have inflicted them [14]. For this reason, all of the information gained during an investigation and autopsy in cases like the one described in this paper, has to be well considered before the manner of death is determined.

The presence of traces of blood around the gate of the enclosure, as well as the presence of the man's clothing inside the enclosure, and blood on the deer's antlers, together with the characteristics of the wounds on the decedent suggested that the perpetrator was the deer. The fact that the body was found near the enclosure further reinforced this theory. After evaluating all relevant information, the case was deemed to be a deer attack related fatality, and the manner of death was determined to be accidental.

The man was most probably attacked by one of the deer while he was refilling the animal feeder. The location of the man's body outside the enclosure indicates that although he managed to get out of the enclosure and close the gate, the massive blood loss he had suffered did not allow him to call for help. He sustained two major types of wounds: lacerations and stab wounds. The laceration wounds were most likely suffered while the deer attacked the man with its head impacting the victim's head. The stab wound characteristics, especially the appearance of the margin and the depth of the wounds, were strongly indicative of being inflicted by a long stabbing weapon with a blunt spike. Deer antlers are perfectly capable of inflicting such injuries. Interestingly, such injuries are also quite frequent in other contexts, such as corrida games, which has been reported by Byard, who claims that matadors often suffer injuries penetrating limbs, inguinal and perineal regions [15].

Wild animals kept in captivity usually gradually lose their natural shyness and aggressiveness. In the reported case, the animals in the enclosure were used to being in close contact with humans; they had even been fed from the man's hand for a number of years. But the rutting season can trigger natural protective instincts in originally wild animals, even if they have been kept in captivity for a long time. The increased deer aggression as well as overprotective behavior and irritability can be explained by a substantial increase in the levels of selected hormones, especially testosterone, during the rutting season. The high testosterone level combined with lethal

antlers, a steely skull and kicking legs turns otherwise shy and calm deer into a “killing machine”.

The autopsy findings, especially the multiple penetrating stab wounds, which were inflicted in different directions and localized in areas that are not reachable with the decedents own hands, as well as multiple blunt head trauma injuries, were strongly suggestive that another person had been involved in the incident that led to the decedents death. Without all of the additional information gained from the scene investigation and witnesses’ interviews, it would have been highly challenging or nearly impossible for the forensic pathologist to correctly determine the manner of death as accidental [16].

In conclusion, this case highlights the importance of combining autopsy findings with other information from the crime scene for determining the manner of death.

Key points

1. A 64-year-old male was found lying in a pool of blood near a hunting hut with multiple lacerated and stab wounds in different body areas.
2. All the injuries sustained by the decedent indicated strongly that another person had been involved in the incident that had led to his death.
3. The immediate cause of death was exsanguination due to large vessels lacerations.
4. After evaluating all of the information gained during the investigation and the autopsy, it was found that all of the decedents injuries had been inflicted by a deer.
5. Increased deer aggression as well as overprotective behavior and irritability can be explained by an increase in the level of hormones, particularly testosterone, during the rutting season.

Compliance with ethical standards

Conflict of interest The authors declare that they have no conflict of interest.

Ethical approval All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards

of the institutional and national research committee and with the 1964 Helsinki Declaration and its later amendments or comparable ethical standards.

Informed consent Informed consent was obtained from the next of kin.

References

1. Das SK, Chattopadhyay S. Human fatalities from wild elephant attacks—a study of fourteen cases. *J Forensic Legal Med*. 2011;18: 154–7.
2. Mutugi MW, Maingi SG. Disasters in Kenya: a major public health concern. *J Public Health Epidemiol*. 2011;3:38–42.
3. Hejna P, Zátoková L, Šafr M. A fatal elephant attack. *J Forensic Sci*. 2012;57:267–9.
4. Hejna P. A fatal leopard attack. *J Forensic Sci*. 2010;55:832–4.
5. Milner JM, Bonenfant C, Mysterud A, Gaillard JM, Csányi S, Stenseth NC. Temporal and spatial development of red deer harvesting in Europe: biological and cultural factors. *J Appl Ecol*. 2006;43:721–34.
6. Pinckney LE, Kennedy LA. Traumatic deaths from dog attacks in the United States. *Pediatrics*. 1982;69:193–6.
7. Herrero S, Higgins A, Cardoza JE, Hajduk LI, Smith TS. Fatal attacks by American black bear on people: 1900–2009. *J Wildl Manag*. 2011;75:596–603.
8. Langley RL, Morrow WE. Deaths resulting from animal attacks in the United States. *Wilderness Environ Med*. 1997;8:8–16.
9. Langley RL. Animal-related fatalities in the United States—an update. *Wilderness Environ Med*. 2005;16:67–74.
10. Hubbard RD, Nielsen CK. White-tailed deer attacking humans during the fawning season: a unique human–wildlife conflict on a university campus. *Hum-Wildl Confl*. 2009;3:129–35.
11. Conover MR. Impacts of deer on society. In: Hewitt DG, editor. *Biology and management of White-tailed deer*. Boca Raton: CRC Press; 2011. p. 399–408.
12. Mitchell B, McCowan D, Nicholson I. Annual cycles of body weight and condition in Scottish red deer, *Cervus elaphus*. *J Zool*. 1976;180:107–27.
13. Clutton-Brock TH, Guinness FE, Albon SD. *Red deer: behavior and ecology of two sexes*. Chicago: University of Chicago Press; 1982.
14. Ormstad K, Karlsson T, Enkler L, Law B, Rajs J. Patterns in sharp force fatalities—a comprehensive forensic medical study. *J Forensic Sci*. 1986;31:529–42.
15. Byard RW. Causes and mechanisms of death in fatal water buffalo attacks. *J Forensic Sci*. 2017;62:934–6.
16. Bury D, Langlois N, Byard RW. Animal-related fatalities—part I: characteristic autopsy findings and variable causes of death associated with blunt and sharp trauma. *J Forensic Sci*. 2012;57:370–4.

Komentář k přiložené publikaci č. 6

HANDLOS, Petr; HANDLOSOVÁ, Klára; KLABAL, Ondřej; UVÍRA, Matěj. A rare suicide case involving fatal bleeding from varicose veins. *Journal of Forensic Sciences* [online]. 2021, 66(5), 1977–1980. ISSN 0022-1198, 1556-4029. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14765>

IF (2020) = 1.832; Kvartil Q2

Podíl autora na publikaci: První autor (55 %). Autor se podílel na koncepci práce, zpracování kazuistiky, interpretaci nálezů a na sepsání rukopisu.

Publikace popisuje výjimečný případ suicidia na podkladě fatálního zevního krvácení z varikózních žil dolní končetiny. Jde o velmi raritní mechanismus úmrtí, který může vzniknout u osob s pokročilou chronickou žilní insuficiencí, zvýšenou fragilitou kůže a současnou přítomností psychických či sociálních faktorů. Práce upozorňuje, že ztráta krve z varixů může dosáhnout fatálního rozsahu i v relativně krátkém časovém intervalu, zejména pokud není krvácení okamžitě komprimováno.

Z forenzního hlediska je důležitá možnost záměny takového nálezu s cizím zaviněním, zejména při vícečetných oděrkách v okolí rány či přítomnosti prosáknutí krví na různých částech těla. Autoři zdůrazňují význam detailní fotodokumentace, korelace pitevního nálezu s histopatologií a zhodnocení základních vaskulárních patologií. Toxikologické vyšetření má význam při posuzování vlivu alkoholu nebo sedativ na schopnost sebeobrany a reakci na vzniklé krvácení.

Publikace přispívá k diferenciální diagnostice úmrtí spojených s masivní ztrátou krve z měkkých tkání a rozšiřuje povědomí o raritních suicidálních mechanismech. Zdůrazňuje potřebu zohlednění komorbidit, lokalizace léze, hemoragického prostředí a okolností nálezu při určování způsobu smrti v soudně-lékařské praxi.

CASE REPORT

Pathology/Biology

A rare suicide case involving fatal bleeding from varicose veins

Petr Handlos MD, PhD¹ | Klára Handlosová MD¹ | Ondřej Klábal PhD² | Matěj Uvíra MD^{1,3}¹Department of Forensic Medicine, University Hospital Ostrava, Ostrava, Czech Republic²Department of English and American Studies, Faculty of Arts, Palacký University Olomouc, Olomouc, Czech Republic³The Fingerland Department of Pathology, Faculty of Medicine in Hradec Kralove, Charles University, Hradec Kralove, Czech Republic

Correspondence

Matěj Uvíra MD, Department of Forensic Medicine, University Hospital Ostrava, CZ-708 52 Ostrava, Czech Republic.
Email: mateouvira@gmail.com

Funding information

This study was funded by the Ministerstvo Zdravotnictví České Republiky, grant 06/RVO-FNOs/2019.

Abstract

This case report deals with a sharp force suicide case, which may challenge the experience of many forensic pathologists as well as the studies published to date. An overview of the published cases shows that sharp force suicides account only for 1.6%–3% of all suicides and the self-inflicted injuries are usually localized on the body parts easily accessible with one's hand including the neck, thorax, or upper extremities, as well as in locations of major vascular bundles or vital organs. Reported, however, is a case in which the victim relied on the knowledge of her medical condition and used a kitchen knife to incise her varicose veins, which resulted in fatal bleeding. The case is rare on a number of grounds: incision of varicose veins is rarely the method of choice in suicide cases, injuries of peripheral veins are rarely fatal, and so are injuries of isolated veins where no damage to arteries is suffered.

KEYWORDS

autopsy, fatal hemorrhage, forensic pathology, incised wounds, sharp force fatality, suicide, varicose veins

Highlights

- Sharp force suicides account only for 1.6–3% of all suicides.
- Fatal bleeding from the peripheral vascular system is a rare condition.
- Varicose veins have a potential for heavy bleeding.
- Suicide cases rarely involve incised wounds of varicose veins.

1 | INTRODUCTION

Available literature indicates that sharp force suicides account only for 1.6–3% of all suicides [1–3]. Most of the cases involve the use of kitchen knives or razor blades, with the offending weapon usually being found at the death scene [4]. Self-inflicted injuries are usually localized on the body parts easily accessible with one's hand including the neck, thorax, or upper extremities, while lower extremities are targeted only rarely [2,5]. A case presented herein discusses an unusual case of suicide involving the use of a kitchen knife to incise varicose veins in lower extremities.

2 | CASE REPORT

A 75-year-old woman with a known clinical history of permanent atrial fibrillation, hypertension, diabetes mellitus, and chronic venous insufficiency was found unresponsive lying on a bed in a semi-sitting position with her feet touching the floor. Her trousers were rolled up to the knee level, thus exposing her calves. During on-site examination, severe varicose veins with multiple incised wounds were observed on her calves. The bedsheets and the floor were heavily stained with blood, and a blood-stained kitchen knife was found in the proximity of the body (Figure 1). A suicide note had

This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

© 2021 The Authors. *Journal of Forensic Sciences* published by Wiley Periodicals LLC on behalf of American Academy of Forensic Sciences.



FIGURE 1 Severe varicose veins (asterisk) with multiple incised wounds on the inner aspects of the bilateral calves (arrows). The blood-stained kitchen knife in the proximity of the body (arrowhead) [Color figure can be viewed at wileyonlinelibrary.com]

been left in the kitchen. Furthermore, prescription drugs including warfarin (anticoagulant), losartan (antihypertensive), desloratadine (antihistamine), and alprazolam (benzodiazepine) were found at the scene. There was no known history of mental illnesses or suicidal ideations of the deceased.

Forensic autopsy revealed severe varicose veins and multiple diagonally oriented, both superficial and deep, incised wounds on the inner aspects of the bilateral calves. On the right calf, there was one dominant incised wound measuring 6.5 cm in length and 0.2 cm in depth, while on the left calf there were two parallel dominant incised wounds measuring 7 cm in length and 0.2–0.3 cm in depth. Different varicose veins were incised as a result of each of the dominant wounds (Figure 2). Internal examination revealed well-developed signs of hypovolemic shock; the kidneys as well as other organs were pale; the heart was contracted and empty, and the brain showed signs of edema. Furthermore, the autopsy revealed moderate atherosclerosis affecting mainly the aorta and coronary arteries showing 25% narrowing of their diameter; the heart weighted 380 g and the left ventricle was hypertrophic. There were no signs of left ventricle chronic insufficiency. The toxicology blood screening revealed the presence of warfarin (anticoagulant), losartan (antihypertensive), metamizole (analgetic), and alprazolam (benzodiazepine); the concentration of each of these drugs was within the therapeutic range. The cause of death was hypovolemic shock due to multiple incised wounds of bilateral lower extremity varicose veins. The manner of death was suicide.

3 | DISCUSSION

Varicose veins occur when superficial veins of the lower extremities become dilated, elongated, and tortuous [6]. Their prevalence

estimates vary widely by geographic location, especially in developed countries [7]. Varicose veins develop as a result of a connective tissue disorder affecting the veins, which leads to vein dilatation and thus to venous valves insufficiency. The factors that increase the risk of developing varicose veins include advanced age, female sex, sedentary and static work, pregnancy, obesity, hormonal contraception, and smoking [8].

The complications of varicose veins may range from mild complications such as lower extremity edema, skin pigmentation, dermatitis, skin ulcers, or lipodermatosclerosis, to more severe ones like venous ulcers (acute or chronic) or fat necrosis. Fragile walls are also responsible for spontaneous bleeding or trauma-related bleeding [9,10].

Increased hydrostatic blood pressure in lower extremity veins in cases of both spontaneous varicose vein rupture and superficial varicose vein injury can cause severe blood loss, which can rapidly lead to the loss of consciousness and death. The risk factors which may contribute to massive blood loss are not only the increased blood hydrostatic pressure in veins but also alcohol consumption, anticoagulant medications, and pre-existing medical conditions including sclerotic changes of the vessel walls, liver cirrhosis, chronic heart failure, chronic kidney failure, congenital, or acquired coagulopathies [11].

The available studies show that only 0.8–4% of all suicides by sharp force involve incised or stab wounds of peripheral veins [3,4], since what is usually targeted are the major veins on body parts easily accessible with one's hand such as groins, thighs, or ankles [12,13]. In addition, in more than 70% of all such suicide cases multiple superficial incised or stab wounds are also present, as is the case herein. These superficial wounds are also referred to by some authors as tentative or hesitation wounds [1,4,14].

Rare are the cases where isolated veins are incised (with no artery damage) and subsequently lead to fatal bleeding [15]. One such case was published by Rabl et Sigris, who reported a case of a 34-year-old man with fatal bleeding from a small femoral vein lesion with a diameter of 2 mm [15]. Capano et al described a case of fatal bleeding in a drug user who had tried to remove a vascular neofor-mation from the right arm using a pair of scissors [16].

Other published cases involved fatal bleeding from AV fistulas, which serve as a special connection joining a vein and an artery and thus providing an easy access for hemodialysis in patients with chronic kidney failure [17]. Most of the published cases involved people having medical education or patients aware of the complications that their disease might involve. Such cases are also referred to by some authors as medical-knowledge-related or disease-knowledge-related suicides [18,19].

In this case, the external examination revealed multiple superficial incised wounds localized on the calves of the deceased, while other body areas typically wounded in suicide cases were intact. Based on these findings, it is reasonable to assume that the victim was aware of her medical condition and the related risks of heavy bleeding from varicose veins provoked by the wounds. Even though

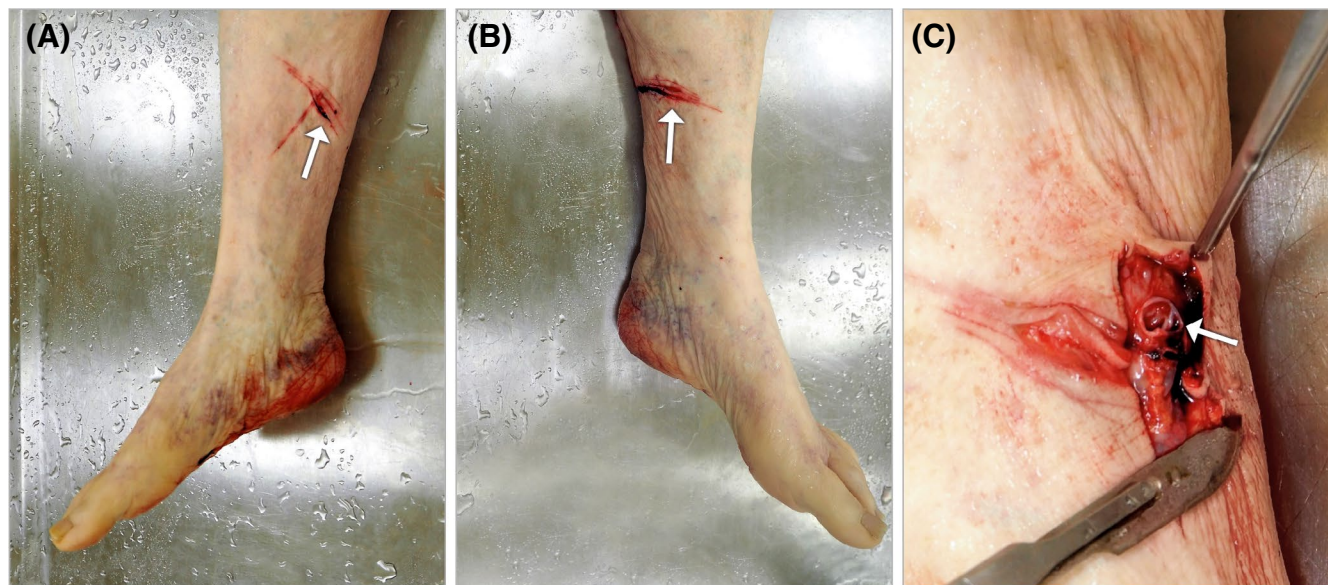


FIGURE 2 Multiple incised wounds localized on the inner aspects of the victim's calves (arrow in A and B). In C, the incised varicose vein on the left calf is visualized (arrow) after autopsy incision and retraction of the overlying skin [Color figure can be viewed at [wileyonlinelibrary.com](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1556-4029.14765)]

there is nothing to suggest that the victim had any advanced knowledge of anatomy, the theory that she was aware of the risk of heavy bleeding is supported by a statement of her daughter, who said that her mother had experienced repeated spontaneous varicose vein bleeding in the past. Another factor that may have contributed to the victim's decision to target varicose veins includes their good visibility, which allowed good visual control of the site while inflicting the injuries. Incising the varicose veins on both lower extremities resulted in massive external hemorrhage. The extent of blood loss was caused not only by increased hydrostatic blood pressure in varicose veins, but also by the long-term use of anticoagulant drugs (warfarin). Further, superficial wounds alone are sufficient to cause such massive hemorrhage, so the pain suffered is not as severe as in the case of wounding deep anatomical structures such as muscles, or nerve-vascular bundles. The reason for committing the suicide was explained in the suicide note where the victim had stated that she was no longer able to take full care of herself and did not want to be a nuisance to her family.

Fatal bleeding from the peripheral vascular system is rarely encountered in forensic medical practice. Such cases involve victims having severe pre-existing medical conditions or being on medication affecting blood coagulation. This is also confirmed by the present case since the victim had been on warfarin medication. Therefore, incising the varicose veins on three sites was sufficient for a rapid development of hemorrhagic shock. In our experience, such a suicide method is extremely unusual; that may be why, to the best of our knowledge, no case involving such a method has been published to date.

REFERENCES

1. Fukube S, Hayashi T, Ishida Y, Kamon H, Kawaguchi M, Kimura A, et al. Retrospective study on suicidal cases by sharp force injuries. *J Forensic Leg Med*. 2008;15:163–7. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2007.08.006>.
2. Vassalini M, Verzeletti A, Ferrari FD. Sharp force injury fatalities: a retrospective study (1982–2012) in Brescia (Italy). *J Forensic Sci*. 2014;59(6):1568–74. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12487>.
3. De-Giorgio F, Lodise M, Quaranta G, Spagnolo AG, d'Aloja E, Pascali VL, et al. Suicidal or homicidal sharp force injuries? A review and critical analysis of the heterogeneity in the forensic literature. *J Forensic Sci*. 2015;60(Suppl 1):S97–107. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12673>.
4. Karger B, Niemeyer J, Brinkmann B. Suicides by sharp force: Typical and atypical features. *Int J Leg Med*. 2000;113:259–62. <https://doi.org/10.1007/s004149900093>.
5. Brunel C, Fermanian C, Durigon M, de la Grandmaison GL. Homicidal and suicidal sharp force fatalities: autopsy parameters in relation to the manner of death. *Forensic Sci Int*. 2010;198:150–4. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.02.017>.
6. Ampanozi G, Preiss U, Hatch GM, Zech WD, Ketterer T, Bolliger S, et al. Fatal lower extremity varicose vein rupture. *Leg Med*. 2011;13:87–90. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2010.11.002>.
7. Beebe-Dimmer JL, Pfeifer JR, Engle JS, Schottenfeld D. The epidemiology of chronic venous insufficiency and varicose veins. *Ann Epidemiol*. 2005;15:175–84. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2004.05.015>.
8. Callam M. Epidemiology of varicose veins. *Br J Surg*. 1994;81:167–73. <https://doi.org/10.1002/bjs.1800810204>.
9. Hejna P. A case of fatal spontaneous varicose vein rupture—an example of incorrect first aid. *J Forensic Sci*. 2009;54(5):1146–8. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2009.01101.x>.
10. Serra R, Ielapi N, Bevacqua E, Rizzuto A, De Caridi G, Massara M, et al. Haemorrhage from varicose veins and varicose ulceration: a systematic review. *Int Wound J*. 2018;15:829–33. <https://doi.org/10.1111/iwj.12934>.
11. Byard RW, Gilbert JD. The incidence and characteristic features of fatal hemorrhage due to ruptured varicose veins: a 10-year autopsy study. *Am J Forensic Med Pathol*. 2007;28:299–302. <https://doi.org/10.1097/PAF.0b013e31814250b3>.
12. Edirisinghe PAS, Busuttill A. Medical suicide – Groin stabbing. *J Clin Forensic Med*. 2006;13:92–5. <https://doi.org/10.1016/j.jcfm.2005.08.008>.

13. Giugliano P, Feola A, La Sala F, Buonomo C, Della PB. A case of suicide by a large number of sharp force injuries. *Med Legal Update*. 2018;18:10–2. <https://doi.org/10.5958/0974-1283.2018.00003.8>.
14. Racette S, Kremer C, Desjarlais A, Sauvageau A. Suicidal and homicidal sharp force injury: a 5-year retrospective comparative study of hesitation marks and defense wounds. *Forensic Sci Med Pathol*. 2008;4(4):221–7. <https://doi.org/10.1007/s12024-008-9046-8>.
15. Rabl W, Sigrist T. Fatal exsanguination from a small venous injury. *Arch Kriminol*. 1992;190:171–5.
16. Capano D, Mercurio I, Costa R, Benvenuti M, Gabbrielli M. Fatal bleeding after lesion of a peripheral vein vessel: case report and literature. *Rom J Leg Med*. 2017;25:266–8. <https://doi.org/10.4323/rjlm.2017.266>.
17. Byard RW, James RA. Forensic issues in cases of fatal hemorrhage from arteriovenous dialysis access sites. *Forensic Sci Med Pathol*. 2007;3:128–32. <https://doi.org/10.1007/s12024-007-0003-8>.
18. Živković V, Cvetković D, Nikolić S. Exsanguination from a puncture wound to arteriovenous fistula as the method of suicide in a chronic kidney disease patient. *Forensic Sci Med Pathol*. 2020;16:352–4. <https://doi.org/10.1007/s12024-019-00151-0>.
19. Milner AJ, Maheen H, Bismark MM, Spittal MJ. Suicide by health professionals: a retrospective mortality study in Australia, 2001–2012. *Med J Aust*. 2016;205(6):260–5. <https://doi.org/10.5694/mja15.01044>.

How to cite this article: Handlos P, Handlosová K, Klabal O, Uvíra M. A rare suicide case involving fatal bleeding from varicose veins. *J Forensic Sci*. 2021;66:2020–2023. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14765>

Komentář k přiložené publikaci č. 7

HANDLOS, Petr, Matej UVIRA, Marek DOKOUPIL and Klara MARECOVA. Axe injury pattern in homicide. Forensic Science Medicine And Pathology [online]. 2019, 15(3), 516–518. ISSN 1556-2891. Available at: doi:10.1007/s12024-019-00112-7

IF (2018) = 1.575; Kvartil Q2

Podíl autora na publikaci: První autor (55 %). Autor se podílel na koncepci práce, zpracování kazuistiky, interpretaci morfologických nálezů a na sepsání rukopisu.

Publikace prezentuje případ usmrcení ostrým nástrojem typu sekery a zaměřuje se na specifické morfologické rysy ran způsobených ostřím a hmotností čepele. Autoři popisují kombinaci sečných, bodnořezných a zhmožděných komponent poranění, které mohou souviset s kinetikou úderu, orientací čepele a stavbou kostní tkáně v místě dopadu. Charakteristické jsou ostré okraje při vstupu ostré části ostří, zatímco opačná část úderu může vytvářet kontuze či liniové fraktury.

Z forenzního hlediska je důležité rozlišení ran způsobených ostřím sekery od ran jinými nástroji a identifikace obranných poranění, která mohou svědčit pro dynamiku útoku a chování oběti. Publikace upozorňuje i na možnost fragmentace kostních struktur a přítomnost expanzivních fisur, jež mohou ovlivnit interpretaci tvaru nástroje. Korelace pitevního nálezu s fotodokumentací a rekonstrukcí rázu nástroje má klíčový význam pro posouzení mechanismu poranění a charakteru útoku.

Práce přináší doplňující informace pro hodnocení poranění způsobených sečnými nástroji ve forenzní praxi a rozšiřuje znalosti o morfologických znacích, které lze využít při interpretaci nálezu a jeho rekonstrukci v kontextu trestně-právních řízení.



Axe injury pattern in homicide

Petr Handlos^{1,2} · Matěj Uvára¹ · Marek Dokoupil^{1,3} · Klára Marecová^{1,4}

Accepted: 19 March 2019 / Published online: 30 April 2019
© Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2019

Abstract

Chop or slash wounds are produced by sharp-edged tools such as an axe, or a machete. This paper presents a case of a violent death of a 57 year-old-man. Autopsy revealed deformation of the right side of the head. A total of 23 slash, stab and cut wounds as well as contused lacerations were identified on the scalp as well as the face and the neck. In addition, superficial abrasions and bruises were identified on the skin. The immediate cause of death was due to extensive brain contusion following fragmentation of the neurocranium. The injuries resulting in the death of the victim were sustained during an assault on the head with an axe, which was used both as a slashing tool and a blunt instrument.

Keywords Forensic medicine · Autopsy · Slash wounds · Homicide · Brain contusion · Axe

Case report

A 57-year-old man was found dead in a house in a pool of blood following an altercation with another person. Several slash, stab and cut wounds were found on the body of the deceased.

According to initial police information, the assailant was a 60-year-old man who had previously been convicted of violent crimes. He later testified that after consuming spirits with the deceased on the evening of the incident, a conflict had broken out, resulting in the death of the other man. Because he had been drunk at the time the conflict he could not recall what gave rise to the assault, nor any further details. An indicative alcohol breath test, using a Dräger 3000 breathalyzer, found an alcohol concentration of 2.55 g/kg (3.14 g/L). During the crime scene inspection a flick-knife with an 8 cm

blade and an axe with a 7.5 cm blade (Fig. 1) were collected; both of which were stained with the blood of the deceased.

External examination found traumatic deformation of the right side of the head. A total of 23 slash, stab and cut wounds as well as contused lacerations were identified on the scalp, face and neck. Superficial abrasions and bruises were identified on the fingers and the dorsal side of the right hand.

The 23 wounds were comprised of eight slash wounds, two cut wounds, two stab wounds and eleven contused lacerations. On the right side of the head and in the area of the right ear lobe, the wounds were grouped into a cluster involving eleven slash wounds and contused lacerations ranging from 2 to 10 cm in length (Fig. 2a, b). Numerous skin abrasions and bruises were identified in the proximity of these wounds. Another cluster involving small contused lacerations and skin abrasions was identified on the left side of the head, namely on the forehead and the eyebrow (Fig. 2c). Superficial contused lacerations, skin abrasions and bruises were also found on the left eyelids. A further small bruise was found on the lower right eyelid. Two cut wounds and two stab wounds were identified on the neck, three of which were located on the right side (Fig. 2d) and one on the left side. Extensive superficial abrasions and bruises were identified on the dorsal part of the right hand (Fig. 3).

Internal examination revealed comminuted fractures of the neurocranium, and a superficial slash wound in the right temporal bone as well as in the adjacent parts of the right parietal and frontal bones. Slit-like defects were found on the outer meninges (dura mater) in the region of the right temporal lobe of the brain. Under the dura mater, there was a small amount

✉ Klára Marecová
marecova.klara@seznam.cz

¹ Department of Forensic Medicine, University Hospital Ostrava, CZ-708 52 Ostrava, Czech Republic

² Department of Intensive Medicine and Forensic Studies, Faculty of Medicine, Ostrava University, CZ-703 00 Ostrava, Czech Republic

³ Department of Epidemiology and Public Health, Faculty of Medicine, Ostrava University, CZ-703 00 Ostrava, Czech Republic

⁴ Department of Forensic Medicine and Medical Law, University Hospital Olomouc, CZ-779 00 Olomouc, Czech Republic



Fig. 1 The axe used by the offender to kill the victim

of liquid and coagulated blood. Severe lacerations were identified in the region of the right temporal lobe, together with a subarachnoid hemorrhage. Two stab wound thrust were identified in the throat. The upper thrust (No. 20) was 5.5 cm long, almost horizontal, and in the right-to-left, and front-to-back directions. The stab penetrated the skin, and pierced the tongue musculature. The lower thrust (No. 21) was 6.5 cm long, in the top-to-bottom, right-to-left, and front-to-back directions. The stab penetrated the skin, and pierced the muscles on the side of the neck, the larynx around the thyroid cartilage, and the soft tissue between the pharynx and the cervical vertebrae. None of the major vessels in the neck were damaged.

Toxicological analysis using gas chromatography of a blood sample taken at autopsy showed 3.60 g/kg of ethanol. The immediate cause of death was due to brain contusions.

Discussion

Sharp force injuries are the consequence of contact with sharp-edged or pointed objects. Sharp-force injuries are

traditionally divided into stab, cut and slash wounds, and are produced as a result of a slashing motion with a sharp-edged tool such as an axe, a machete, or a sword, or a propeller [1–3].

An axe is a hand tool, used primarily for chopping wood or cutting meat. Axes have been used as a weapon in the past. The parts of the axe include a handle and a head. One side of the head is typically sharp and V-shaped and the other is typically thick and blunt. The handle is inserted into an eye and fixed with a metal wedge. When designed for purposes other than cutting wood or meat, the head is often modified in various ways (double-edged Canadian axe, war axe with a spike or bayonet) [4].

Slash wounds produced by an axe are usually deeper than cut wounds and do not vary in depth; they are usually wide and get narrower as they get deeper. The wound edges are smooth, often involving skin abrasions at the upper edge and acute angles. If only part of the axe head contacts the body the wound is usually triangular in shape. Compared to cut wounds, slash wounds usually involve less extensive bleeding due to considerable soft tissue lacerations at the wound site [5, 6]. If the wound is produced by the blunt side of the axe head, lacerations, including contused lacerations, can be seen. Modified axe heads can give rise to a wide range of different injuries [7].

Slash wounds produced by an axe are either straight or curved; if the blade enters the skin at an oblique angle, they may be U-shaped. The extent of injury depends not only on the force of impact, but also on the length of the handle and the weight of the axe head. If a bone is hit, the instrument leaves

Fig. 2 A cluster of slash wounds (arrows in 2a) and contused lacerations (arrow in 2b) on the right side of the head and in the region of the right ear lobe. 2c) A cluster of skin abrasions (asterisk) and contused lacerations (arrows) on the left side of the head, where the head was held against a hard surface. On the right side of the neck there were two stab wounds (arrows in 2d) and one cut wound (arrowhead in 2d)

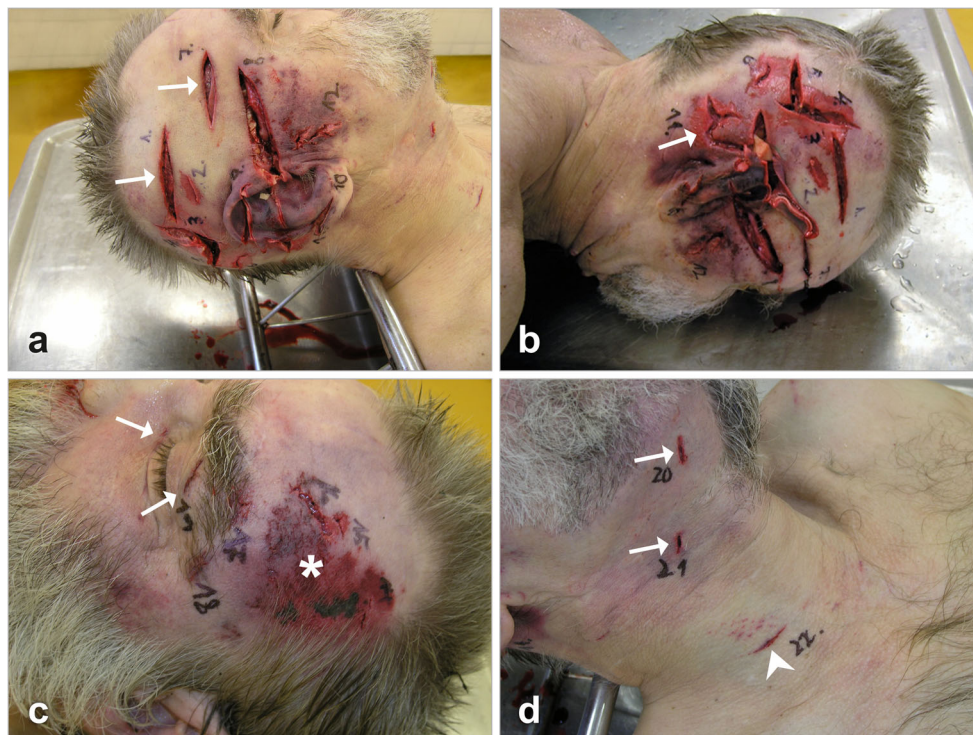




Fig. 3 Skin abrasions and bruises were found on the fingers and the dorsal part of the right hand suggesting attempted self-defense by the victim

an imprint [8, 9]. In cases where the impact site is held against a hard surface, amputation (e.g. involving the fingers) can occur. If the head is hit, comminuted fracture of the skull can be seen. The most common cause of death in slash wounds is brain contusion, or hemorrhagic shock; if the victim survives the attack the cause of death may also be due to infectious complications [10]. If the injuries are fatal, the most common manner of death is homicide, as suicides tend to be less frequent. While accidents are also frequent, they are not usually fatal. [11, 12].

In the presented case, the injuries suffered by the victim were produced through a combination of several mechanisms. The injuries around both eyes are likely due to various types of blows or kicks. The neck of the victim was hit with a flat, pointed cutting tool (a knife). The wounds were consistent with the long axis of the knife. The superficial cut wounds to the neck could be produced either by a sweeping motion of the knife blade, or by dragging the knife along the surface.

The cluster of fatal injuries on the right side of the head was caused by an armed assault with a hand-held instrument (e.g. an axe). The presence of contused lacerations and bruises in this cluster suggests that the head was hit by both the sharp as well as the blunt sides of the axe. The cluster of superficial bruises and skin abrasions located on the opposite side of the head (on the left forehead and the left eyebrow) could be caused by the head being held against a hard surface during the axe assault. Such fixation of the head during the assault significantly affected the extent of the intracranial injuries. Skin abrasions and bruises on the fingers and the dorsal part of the right hand could be defense wounds. The presence of injuries indicative of blows and kicks as well as those produced with a knife and an axe suggests that the assault escalated over time and turned out to be fatal. The injuries sustained by the victim led to his death within a short period of time.

This reported case of a violent death involves a combination of several injury mechanisms. The most relevant

mechanism was head trauma produced with an axe; however, the assailant used the axe not only as slashing instrument but also as a blunt instrument. This resulted in extensive fatal brain contusion.

The police investigation found that the assailant was a repeat offender, who had been previously convicted of violent crimes. Therefore, on trial he was convicted of aggravated murder. He was sentenced to 19 years of imprisonment to be served in a high-security prison.

Compliance with ethical standards

Conflict of interest The authors declare that they have no conflict of interest.

Ethical approval All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institutional and national research committee and with the 1964 Helsinki declaration and its later amendments or comparable ethical standards.

References

1. Spitz WU, Spitz DJ, Fisher RS. Spitz and Fisher's medicolegal investigation of death: guidelines for the application of pathology to crime investigation. In: Springfield: Charles C Thomas; 2006.
2. DiMaio VJ, DiMaio D. Forensic pathology. Boca Raton: CRC press; 2001.
3. Byard RW, Machado A, Woolford L, Boardman W. Symmetry: the key to diagnosing propeller strike injuries in sea mammals. *Forensic Sci Med Pathol.* 2013;9:103–5.
4. Shkrum MJ, Ramsay DA. Forensic pathology of trauma. Totowa. New Jersey: Humana Press; 2007.
5. Rouse D. Patterns of stab wounds: a six year study. *Med Sci Law.* 1994;34:67–71.
6. Pollak S, Saukko PJ. Wounds: sharp injury. In: Jamieson A, Moenssens A, editors. Wiley encyclopedia of forensic science. Chichester: John Wiley & Sons; 2009.
7. Saukko P, Knight B. Knight's forensic pathology. 4th ed. Boca Raton: CRC press; 2015.
8. Humphrey JH, Hutchinson DL. Macroscopic characteristics of hacking trauma. *J Forensic Sci.* 2001;46:228–33.
9. Lal RC. Homicidal axe injury of the head. *Forensic Sci.* 1974;3: 279–81.
10. Prahlow JA. Sharp force injury deaths. In: Prahlow JA. Forensic pathology for police, death investigators, attorneys and forensic scientists. New York: Springer; 2010. p. 379–400.
11. Nikolić S, Živković V. Attempted suicide with an axe: a hanged waiter with multiple healed chop wounds to the crown of the head. *Forensic Sci Med Pathol.* 2013;9:117–21.
12. Leth PM. Intimate partner homicide. *Forensic Sci Med Pathol.* 2009;5:199–203.

Publisher's note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Komentář k přiložené publikaci č. 8

HANDLOS, Petr, Klara MARECOVA, Margita SMATANOVA, Igor DVORACEK and Martin DOBIAS. Fatal Hemorrhage from an Arteriovenous Fistula. Journal Of Forensic Sciences [online]. 2018, 63(5), 1577–1581. ISSN 1556-4029. Available at: doi:10.1111/1556-4029.13730

IF (2017) = 1.522; Kvartil Q2

Podíl autora na publikaci: První autor (50 %). Autor se podílel na koncepci práce, zpracování kazuistiky, interpretaci nálezů a na sepsání rukopisu.

Publikace popisuje případ fatálního zevního krvácení z arteriovenózní píštěle u pacienta s chronickým renálním onemocněním. Arteriovenózní shunt je cévní spojení s vysokým průtokem, a při narušení jeho stěny může dojít k rychlé ztrátě krve i přes relativně malý kožní defekt. Takové poranění může mít na kůži ostré, ostře ohraničené kontury a morfologicky imitovat bodnou ránu, což je důležité pro diferenciální diagnostiku. Autoři upozorňují, že riziko krvácení je zvýšeno při koagulopatii, antikoagulační léčbě, poruše kůže nebo změnách chování.

Z forenzního hlediska je klíčové detailní posouzení tvaru rány, vitality okrajů, přítomnosti krevního prosáknutí a korelace s průběhem píštěle v podkoží. Histologické vyšetření může napomoci rozlišit poranění vzniklé vitalně od posmrtných defektů, a pomáhá stanovit časový rámec léze. Možnost záměny s bodným poraněním může v počáteční fázi vyšetřování vzbudit podezření na cizí zavinění, zejména při absenci svědků nebo neúplné klinické dokumentace.

Publikace upozorňuje i na význam toxikologického vyšetření, jelikož alkohol nebo sedativa mohou snížit schopnost postiženého adekvátně reagovat na vzniklé krvácení. Práce rovněž připomíná, že i lékařsky indikované cévní přístupy představují potenciální zdroj závažné hemoragie.

Publikace rozšiřuje znalosti o méně obvyklých mechanismech fatálních krvácení v oblasti horní končetiny a přispívá ke správné interpretaci pitevních nálezů v soudně-lékařské praxi, zejména tam, kde kožní defekt může morfologicky imitovat poranění ostrým nástrojem.

CASE REPORT

PATHOLOGY/BIOLOGY

Petr Handlos,^{1,2} M.D.; Klára Marecová,³ M.D.; Margita Smatanová,^{1,2} M.D., Ph.D.; Igor Dvořáček,^{1,2} M.D., Ph.D.; and Martin Dobiáš,³ M.D., Ph.D.

Fatal Hemorrhage from an Arteriovenous Fistula

ABSTRACT: In this study, we present two cases of sudden deaths of people with end-stage kidney with arteriovenous fistulas for long-term hemodialysis treatment. This procedure is associated with a number of known complications. While stenosis, thrombosis, and infection are well known, lethal hemorrhage from arteriovenous fistula is much less commonly encountered. Inspection of the bodies at the scene of the death by a medical examiner suggested that the deaths were due to exsanguination. Autopsies revealed visible defects on the front wall of the arteriovenous fistulas. Microscopic examination showed wall necrosis with infiltration of various inflammatory cells. Deaths were due to exsanguination from the ulcerated arteriovenous fistulas in patients with chronic renal failure. Further investigation revealed that complications in the area around the arteriovenous fistulas were known and were being treated until a sudden rupture of the vessels and hemorrhage from the arteriovenous fistulas resulted in the deaths.

KEYWORDS: forensic science, forensic pathology, arteriovenous fistula, chronic renal failure, hemodialysis, sudden death

In 2016, more than 661,000 Americans were diagnosed with kidney failure. Of these, 468,000 individuals were put on dialysis (hemodialysis, peritoneal dialysis) (1). In dialysis patients, an arteriovenous fistula (AVF), an arteriovenous graft, or an indwelling venous catheter should be surgically established in advance. Vascular access sites for hemodialysis are associated with a number of complications including stenosis or obstruction, local sepsis, and bleeding. These complications are usually manageable with medication or surgery, and a fatal development is very rare, even in cases where bleeding occurs. In this study, we report two cases of lethal hemorrhage from arteriovenous fistulas in chronic renal failure.

Case Reports

Case 1

A 65-year-old woman was found by a passerby lying dead on the floor at the door to her apartment. Her clothes were soiled with blood, and the apparent blood splatter on the wall suggested arterial bleeding (Fig. 1a). A survey of the apartment found numerous traces of blood in all the rooms, as well as several pools of blood in the bathroom (Fig. 1b). A minor defect was found in the left arm of the deceased with a palpable subcutaneous varicose vein. Bruising was clearly visible through the

skin around the defect (Fig. 1c). The deceased had tried to stop the bleeding with two cloth compresses, which were lying close to the body, soaked in blood.

From the available medical documentation, the deceased was found to be a patient with irreversible renal failure (chronic glomerulonephritis) and had been continuously receiving hemodialysis since 2012. Hemodialysis was performed using the FX80 instrument; blood flow through the pump was 300 mL/min in all dialyses, and the dialysis solution flow was 500 mL/min. No serious complications were reported during the hemodialysis procedure (when connecting the needle to the AVF), and no bleeding from the injection site was observed. Three weeks before the patient died, a scab had formed at the point where the needle connected to the AVF. When the physician at the dialysis center saw this, the patient was sent to the surgical department. The surgeon did not find any signs of bleeding or inflammation at the site of the scab and recommended inserting the dialysis needle away from the original injection site so that the bruise could heal. The patient was informed of the possibility of bleeding, and two PolyMem hydropolymer bandages were given out, in case of hemorrhage from the wound.

During the autopsy, a circular defect 0.3 cm in diameter with bloodied margins was found on the front of the left arm that communicated directly with the underlying AVF (Fig. 2a). There were numerous bloodied bruises and punctures from several previous injections nearby. Examination of the vasculature of the left upper limb found a brachiocephalic AVF near the defect that had bulged into an aneurysm 1.5 cm wide (Fig. 2b). The autopsy eliminated both stenosis and arteriovenous fistula thrombosis. All the organs examined were pale, and the heart was contracted and empty. The kidneys were tiny, wrinkled, and granulated.

¹Department of Forensic Medicine, University Hospital Ostrava, Ostrava CZ-708 52, Czech Republic.

²Department of Intensive Medicine and Forensic Studies, Ostrava University, Ostrava CZ-703 00, Czech Republic.

³Department of Forensic Medicine and Medical Law, University Hospital Olomouc, Olomouc CZ-779 00, Czech Republic.

Received 9 Nov. 2017; and in revised form 11 Dec. 2017; accepted 12 Dec. 2017.



FIG. 1—On the wall, there is blood splatter suggesting arterial bleeding in case 1 (arrow in a). Pools of blood in the bathroom (b). On the left arm of the deceased, there was a minor defect with bloodied bruising in the vicinity (arrow in c). [Color figure can be viewed at wileyonlinelibrary.com]

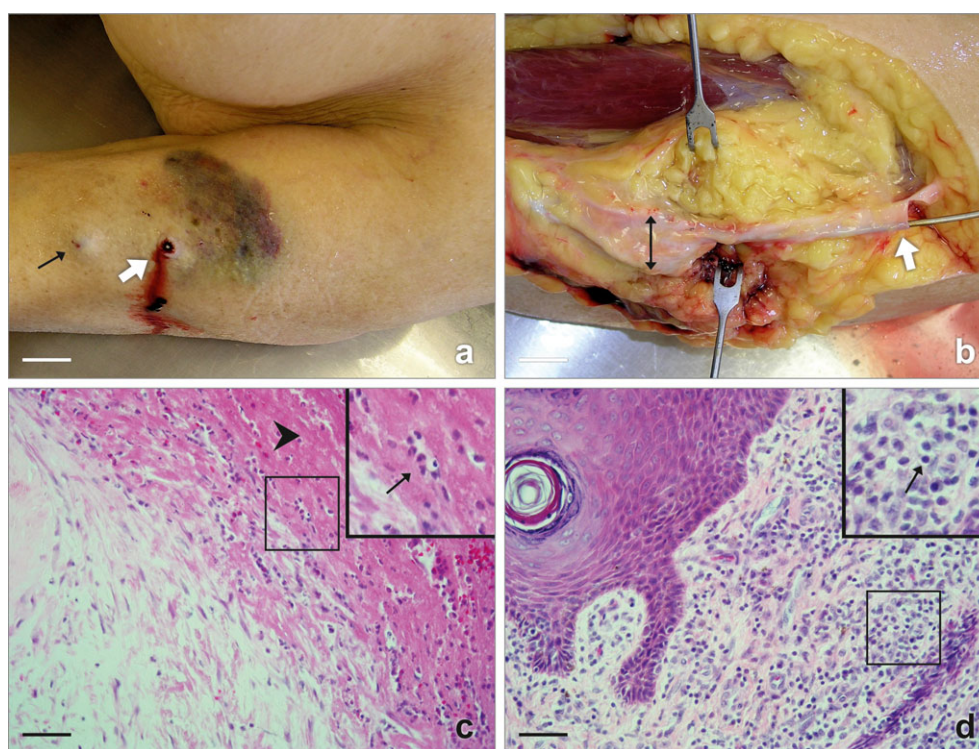


FIG. 2—Autopsy in case 1 revealed a circular defect that communicated directly with the underlying arteriovenous fistula (thick arrow in a) on the front of the left arm; traces of injection (thin arrow in a) were also detected. Dissection of the left arm revealed part of the arteriovenous fistula with a protrusion in the cephalic vein (thick arrow in b); more distally (to the left), aneurysmal bulging can be seen (double arrow in b). Hematoxylin- and eosin-stained sections showed incipient necrosis of the vein wall (arrowhead in c) including signs of neutrophils (arrow in c). A section through the skin showed signs of chronic inflammatory cells (arrow in d). Scale bar: 150 μ m (c, d); insets: 50 μ m (c, d). [Color figure can be viewed at wileyonlinelibrary.com]

Microscopic examination revealed necrosis of the wall of the cephalic vein immediately close to the defect (Fig. 2c) with chronic inflammatory cell infiltration in soft tissues (Fig. 2d). However, inflammatory cellularization was not proven in the

wider area around the defect. The kidneys showed interstitial fibrosis, glomerular obsolescence, and tubular atrophy with chronic inflammatory cell infiltration. No toxicologically relevant substances were found, and the presence of drugs for the dilution

of blood was eliminated. Death was due to exsanguination from an ulcerated arteriovenous fistula in a patient with chronic renal failure.

Case 2

The 91-year-old woman was found dead at home lying in bed in a pool of blood. From the available medical documentation, she was found to be a patient with chronic renal insufficiency. An AVF for long-term hemodialysis treatment had been surgically created 9 days before death. The surgery as well as the follow-up hospitalization was without complications, and the patient was discharged after 3 days. Two days after her release, she had been treated as an outpatient for subcutaneous serum accumulation at the surgical site, but no signs of bleeding were detected. For the next 2 days, the patient was brought in by emergency services to the hospital with surgical wound dehiscence. The AVF was found to be intact during surgical revision and wound restoration, with no apparent wall defect or arteriovenous anastomosis dehiscence. The surgical wound was covered with a dressing, and the patient was sent home. The next morning, she was found dead.

The autopsy revealed dehiscence of the 4×2.2 cm surgical wound in the left elbow area (Fig. 3a). The edges of the wound were slightly tender, lacerated, and with signs of healing at the lower edge of the wound. Blood clots were clinging to the lower angle of the wound, and the soft tissues in the neighborhood were swollen. A radiocephalic AVF was found in the vasculature of the left upper limb, which was sutured onto the artery just after the branch of the brachial artery. The anastomosis of the

AVF showed no dehiscence, and a 0.7×0.3 cm defect was visible on the front wall of the drainage vein (Fig. 3b). The autopsy eliminated both stenosis and AVF thrombosis. All the examined organs were pale, and the heart was contracted and empty. The kidneys were tiny, wrinkled, and granulated.

Microscopic examination revealed wall necrosis with bacterial colonies and infiltration of various inflammatory cells (predominantly neutrophils) in the wall of the cephalic vein (Fig. 3c). The soft tissues in the neighborhood were infiltrated by a variety of inflammatory cells with numerous neutrophils (Fig. 3d). The kidneys showed interstitial fibrosis, glomerular obsolescence, and tubular atrophy along with infiltration of inflammatory cells. Death was due to exsanguination from an ulcerated AVF in a patient with chronic renal failure.

Discussion

The establishment of an AVF for hemodialysis is a routine operation in vascular surgery. AVFs are usually placed on a nondominant limb; distal sites are preferred so as to maintain access to more proximal sites for future surgery. Cannulation of the vein is possible only after maturation and arterialization, that is after 6–8 weeks at a flow of at least 600 mL/min, a vein width of 0.6 cm, and a depth of up to 0.6 cm (2). Compared to arteriovenous grafts or indwelling venous catheters, AVFs yield longer throughput, fewer interventions, and complications, particularly with respect to infection (3). Nevertheless, this is a surgical procedure with numerous complications often requiring subsequent surgical and endovascular interventions.

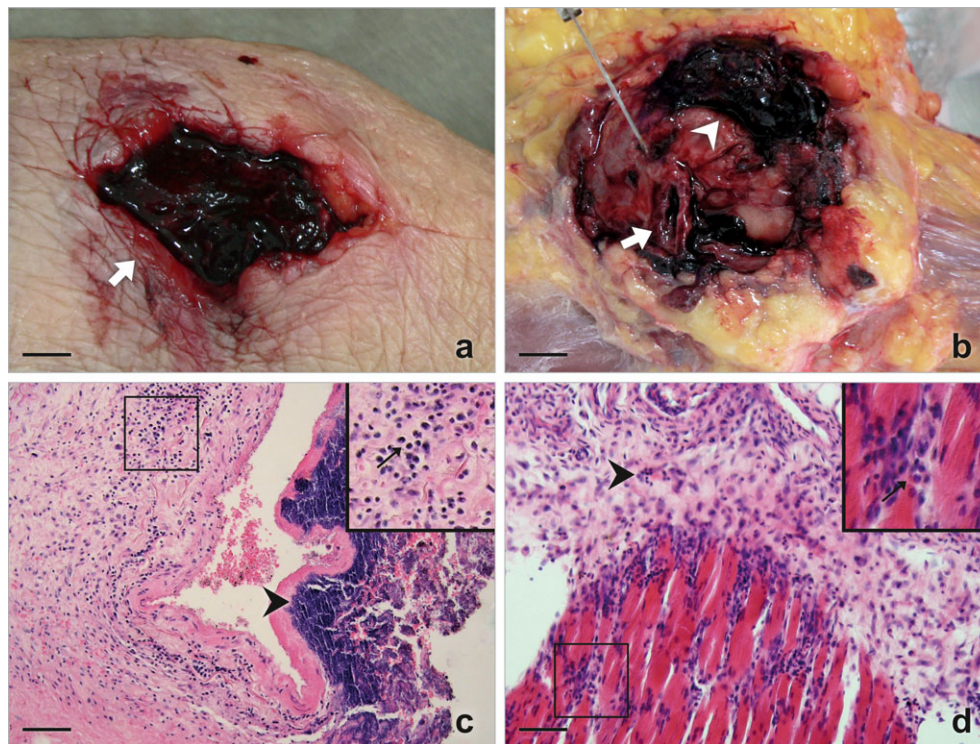


FIG. 3—Left elbow area with partial dehiscence of the surgical wound and blood coagulation in case 2 (arrow in a). Dissection of the left elbow revealed part of the arteriovenous fistula with a visible defect in the cephalic vein (arrow in b) surrounded by blood clots (arrowhead in b). Hematoxylin- and eosin-stained sections showed vascular wall necrosis with bacterial colonies (arrowhead in c) and infiltration of various inflammatory cells [predominantly neutrophils (arrow in c)] in the background. A section through soft tissue showed infiltration of various inflammatory cells (arrow and arrowhead in d)]. Scale bar: 150 μ m (c, d); insets: 50 μ m (c, d). [Color figure can be viewed at wileyonlinelibrary.com]

TABLE 1—Basic arteriovenous fistula complications (NKF-KDOQI).

Early complications	Bleeding and hematoma
Late complications	Bleeding associated with coagulation disorders
	Stenosis and thrombosis
	Infection and local sepsis
	Hyperfunctional arteriovenous fistula, upper limb ischemia, and steal syndrome
	Aneurysm and pseudoaneurysm
	Venous hypertension syndrome
	Seroma
	Neuropathy

When following recommended procedures (NKF-KDOQI), eight basic complications are distinguished associated with the presence of an AVF (Table 1). These can be divided into early and late complications (2). Early complications include the onset of bleeding immediately following the procedure, leading to a hematoma that compresses the vein and may cause AVF rupture. Early bleeding does not require major treatment in most cases (mostly repairing the anastomosis suture or treatment of a subcutaneous bleeding source). On the other hand, late bleeding can be fatal in the home environment (4). Late bleeding in patients with chronic renal failure is typically associated with coagulation disorders due to uremic thrombocytopenia, polypharmacy, or anticoagulant therapy. Bleeding is also associated with stenosis or AVF obstruction due to thrombosis or fibro-intimal hyperplasia leading to increased intraluminal pressure, local sepsis, or repeated trauma and hypertension (4,5).

The frequency of the various complications of AVF is related also to the total duration. The long-lasting presence of AVF leads to fibro-intimal hyperplasia and narrowing of the vein lumen (6,7). Intimal hyperplasia causes turbulent flow, uremic endothelial dysfunction, damage to the vessel wall, etc. In the case of AVF on the forearm, stenoses are most often juxta-anastomotic, and with an upper arm AVF, usually on the draining vein (7,8). Aneurysmal vein enlargement and subsequent thrombosis can often develop under an arteriovenous stenosis in the juxta-anastomotic site (9). Thrombosis then leads to swelling of the limb, decreasing the arteriovenous flow rate, prolonged bleeding during hemodialysis, and the development of collateral vasculature (9). Other causes for the development of an aneurysm or pseudoaneurysm in the AVF include uneven vein penetration by dialysis needles, skin scarring at the site of repeated injections, hyperfunctional AVF, etc. (10). In the case of a hyperfunctional AVF, patients are at risk of upper limb ischemia. The normal flow in the brachial artery is 100–150 mL/min and blood flow in the AVF is between 400 and 2000 mL/min. Increased AVF blood flow can increase the cardiac output per minute by up to 10–30% (11). In the event of a hyperfunctional AVF, blood flow can increase to 1500–4000 mL/min and reaches more than 30% of the cardiac output. Hyperfunctional AVF can lead not only to heart failure but also to the development of steal syndrome in the upper limb, characterized by its ischemia—especially in patients with diabetes and elderly patients with a more proximal AVF location (12). Infection can be a frequent complication in long-term hemodialysis patients. Infections can lead to local sepsis with massive bleeding from the AVF, and may also cause infectious endocarditis affecting mainly the tricuspid and pulmonary valves (13). In addition to the occurrence of multiresistant bacterial strains, long-term immunosuppression in long-term hemodialysis patients and

patients with diabetes also contributes to the development of infection. Most infections can be managed by aggressive antibiotic therapy (9).

With regard to less common complications, venous hypertension syndrome may occur, usually due to the insufficiency of venous valves or obstructions in the central venous system (14). Compartment syndrome of the upper limb can develop if the dialysis needle penetrates the back wall of the vein (15). The formation of a seroma can mimic infectious complications (16).

The cases presented here are both of lethal exsanguinations from the AVF. Both AVFs were in the nondominant left limb and were considerably proximal in location. AVFs in such locations only rarely manifest with serious complications, mainly due to insufficient peripheral vascularization (diabetes mellitus, mediocalcinosis, or postinflammatory changes). When an AVF is made in the upper arm (case 1) with anastomosis to the arteria brachialis, higher blood flow occurs through the vascular connection, which is associated with a risk of massive bleeding upon vessel rupture. AVFs located in the elbow pocket (case 2) are at risk of developing a steal phenomenon (17). Another factor that negatively affected the extent of bleeding in case 1 was aneurysmal bulging of the vein near the defect. The decisive factor in both cases was the development of inflammatory changes in the area of the AVF, which led to deterioration of the vessel wall and fatal bleeding from the fistula. In the first case, inflammatory changes were localized only to the tiny area of the skin where the dialyzer needles were repeatedly introduced. Creation of a scab at this site masked the signs of ongoing inflammation. Damage to and tearing of the crusts then led to lethal exsanguination from the AVF. In the latter case, local sepsis developed at the surgical site, which resulted in partial dehiscence of the surgical wound and necrosis of the vascular wall ending in lethal exsanguination from the AVF.

Both the reported cases initially presented as violent deaths with an external cause, due mainly to severe blood loss and the blood spatter on clothing and all over the area surrounding the bodies. A subsequent detailed examination of both persons, combined with information about their medical condition immediately before the deaths, revealed that the cases were natural deaths of individuals with a specific medical condition (chronic renal failure). In cases such as these, an autopsy is not necessary as they are usually older patients with several comorbidities and a range of mutually potentiating risk factors that ultimately lead to fatality.

References

1. National Institutes of Health. Kidney disease statistics for the United States. Washington, DC: National Institutes of Health, 2016.
2. Saran RNKF-K/DOQI clinical practice guidelines for vascular access: update 2000. *Am J Kidney Dis* 2001;1(Suppl 1):S137–81.
3. Shurraw S, Zimmerman D. Vascular access complications in daily dialysis: a systematic review of the literature. *Minerva Urol Nefrol* 2005;57:151–63.
4. Byard RW, James RA. Forensic issues in cases of fatal hemorrhage from arteriovenous dialysis access sites. *Forensic Sci Med Pathol* 2007;3(2):128–32.
5. Ball LK. Fatal vascular access hemorrhage: reducing the odds. *Nephrol Nurs J* 2013;40(4):297–303; quiz 304.
6. Stolic R. Most important chronic complications of arteriovenous fistulas for hemodialysis. *Med Princ Pract* 2013;22(3):220–8.
7. Dixon BS. Why don't fistulas mature? *Kidney Int* 2006;70(8):1413–22.
8. Asif A, Gadalean FN, Merrill D, Cherla G, Cipleu CD, Epstein DL, et al. Inflow stenosis in arteriovenous fistulas and grafts: a multicenter, prospective study. *Kidney Int* 2005;67(5):1986–92.

9. Salahi H, Fazelzadeh A, Mehdizadeh A, Razmkon A, Malek-Hosseini S-A. Complications of arteriovenous fistula in dialysis patients. *Transplant Proc* 2006;38(5):1261–4.
10. Haimov M, Baez A, Neff M, Slifkin R. Complications of arteriovenous fistulas for hemodialysis. *Arch Surg* 1975;110(6):708–12.
11. Malik J, Tuka V, Tesar V. Local hemodynamics of the vascular access for hemodialysis. *Kidney Blood Press Res* 2009;32(1):59–66.
12. Malik J, Tuka V, Kasalova Z, Chytilova E, Slavikova M, Clagett P, et al. Understanding the dialysis access steal syndrome. A review of the etiologies, diagnosis, prevention and treatment strategies. *J Vasc Access* 2008;9(3):155–66.
13. King LH, Bradley KP, Shires DL, Donohue JP, Glover JL. Bacterial endocarditis in chronic hemodialysis patients: a complication more common than previously suspected. *Surgery* 1971;69(4):554–6.
14. Hall HC, Moudgill N, Kahn M, Burkhart R, Eisenberg J, Rao A, et al. An unusual cause of venous hypertension after dialysis access creation. *Ann Vasc Surg* 2011;25(7):983. e1-983.e4.
15. Dauria DM, Dyk P, Garvin P. Incidence and management of seroma after arteriovenous graft placement. *J Am Coll Surg* 2006;203(4):506–11.
16. Bosanac P, Bilder B, Grunberg R, Banach S, Kintzel J, Stephens H. Post-permanent access neuropathy. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 1977;23(1):162–7.
17. Macsata R, Sidawy A. Hemodialysis access: general considerations. In: Cronenwett J, Johnston KW, editors. *Rutherford's vascular surgery*, 7th edn. London, U.K.: Saunders Elsevier, 2010;1104–13.

Additional information and reprint requests:
 Martin Dobiáš, M.D., Ph.D.
 Department of Forensic Medicine and Medical Law
 University Hospital Olomouc
 CZ-779 00 Olomouc
 Czech Republic
 E-mail: martin.dobias@fnol.cz

Komentář k přiložené publikaci č. 9

DOBIÁŠ, Martin; MARECOVÁ, Klára; VRÁNOVÁ, Kateřina; HANDLOS, Petr. Penile carcinoma – a rare cause of sudden death. *Forensic Science, Medicine and Pathology* [online]. 2019, 15(3), 531–535. ISSN 1547-769X, 1556-2891. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12024-019-00098-2>

IF (2018) = 1.575; Kvartil Q2

Podíl autora na publikaci: Spoluautor, korespondenční autor (25 %). Autor se podílel na forenzní interpretaci případu, korelaci pitevních a histopatologických nálezů a na přípravě a finalizaci rukopisu.

Publikace popisuje případ nálezu muže s hlubokými defekty v oblasti zevního genitálu a třísel, které při prvotní prohlídce zemřelého nasvědčovaly sebepoškození ostrým nástrojem. Teprve následným pitevním a histologickým vyšetřením byla zjištěna pokročilá nádorová infiltrace s erozí cévních struktur vedoucí k fatálnímu krvácení. Spinocelulární karcinom penisu může v pokročilém stadiu způsobovat ulcerace s morfologií snadno zaměnitelnou za traumatické léze.

Z forenzního hlediska je klíčové rozlišení spontánního nádorového rozpadu od cizího zavinění či sebepoškození. Histologie potvrzuje vitalitu okrajů defektu, invazi nádoru a stáří změn. Práce upozorňuje, že destruktivní malignity mohou vést k náhlé hemoragii bez přítomnosti zjevného vnějšího traumatu.

Publikace rozšiřuje znalosti o raritních nádorových příčinách náhlého úmrtí a připomíná nutnost obezřetné interpretace morfologie ran, které mohou imitovat poranění ostrým nástrojem v oblasti se specifickou anatomíí.



Penile carcinoma – a rare cause of sudden death

Martin Dobiáš¹ · Klára Marecová¹ · Kateřina Vránová¹ · Petr Handlos^{2,3}

Accepted: 7 January 2019 / Published online: 22 February 2019
© Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2019

Abstract

Penile carcinoma is an uncommon but potentially mutilating disease with a heterogeneous etiology. We present a case in which a man died due to severe blood loss from an amputated penis. It was initially regarded as a violent death with an external cause. Autopsy found irregular defects with smooth edges in the external genital area and on both sides of the groin, with yellowish-gray callus-like structures and dried blood at the base of where the penis would have been located. Histological examination revealed the presence of squamous cell carcinoma with signs of keratinization. Subsequent investigation, along with information from the autopsy, revealed that the man suffered from penile carcinoma, thus death was attributed to exsanguination from an ulcerated femoral artery in a patient with penile carcinoma.

Keywords Forensic medicine · Autopsy · Penile carcinoma · Mutilation · Exsanguination

Case report

A 66-year-old man was found dead at home in a pool of blood. Upon arrival a doctor found the man naked and covered with dried blood. Inspection of the apartment revealed numerous traces of blood in all of the rooms. External examination of the body in situ revealed that the penis was completely absent. Irregular defects with smooth edges were found in the area of the external genitalia on both inguinal edges, and the area where the base of the penis was located was covered with dried blood. The examining doctors preliminarily cause of death was attributed to bleeding, probably by self-harm with a sharp or pointed cutting tool. However, inspection of the apartment revealed no tool likely to have caused the observed injuries. Moreover, neither the amputated penis nor a suicide note was found.

When questioned, family members described a man who led a normal life, and who did not suffer from any

psychological or other serious ailments. His wife revealed that she had not been intimate with the deceased for several years, and no one in the family had seen him naked over the last 5 years.

Autopsy found a deep defect with smooth margins measuring $8 \times 5 \times 2.5$ cm at the root of the penis. Yellowish-gray callus-like structures with a gray coating, and areas of dried blood were present. Similarly, oval defects were found on both sides of the groin, $6.5 \times 3.5 \times 1.5$ cm on the right and $4.3 \times 2.5 \times 1$ cm on the left (Fig. 1a). The edges of both defects were relatively smooth, with gray-coated callus-like structures and a large amount of loosely coagulated blood on the right side. The margins of the defects did not match each other; their edges were severely hollowed out, with a 3 cm long pus-filled fistula at the bottom. Investigation of the subcutaneous tissue revealed that the callus-like structures at the bottom of the defects were part of a 0.5 cm-thick layer of rigid tissue reaching up into the musculature in the abdominal wall (Fig. 1b). Lymph nodes in their vicinity were enlarged and were permeated by hardened yellow-white lumps. The femoral artery in the right inguinal area located at the base of the defect showed a 0.3 cm opening in its front wall surrounded by heavily bloodied tissue (Fig. 1c). All the organs examined were pale, and the heart was contracted and empty.

Histological examination revealed squamous cell carcinoma with signs of keratinization at the base of all three defects (Fig. 2a). The right femoral artery was surrounded by locally necrotizing squamous cell carcinoma, infiltrated by mixed

✉ Petr Handlos
petr.handlos@seznam.cz

¹ Department of Forensic Medicine and Medical Law, University Hospital Olomouc, CZ-779 00 Olomouc, Czech Republic

² Department of Forensic Medicine, University Hospital Ostrava, CZ-708 52 Ostrava, Czech Republic

³ Department of Intensive Medicine and Forensic Studies, Faculty of Medicine, Ostrava University, CZ-703 00 Ostrava, Czech Republic

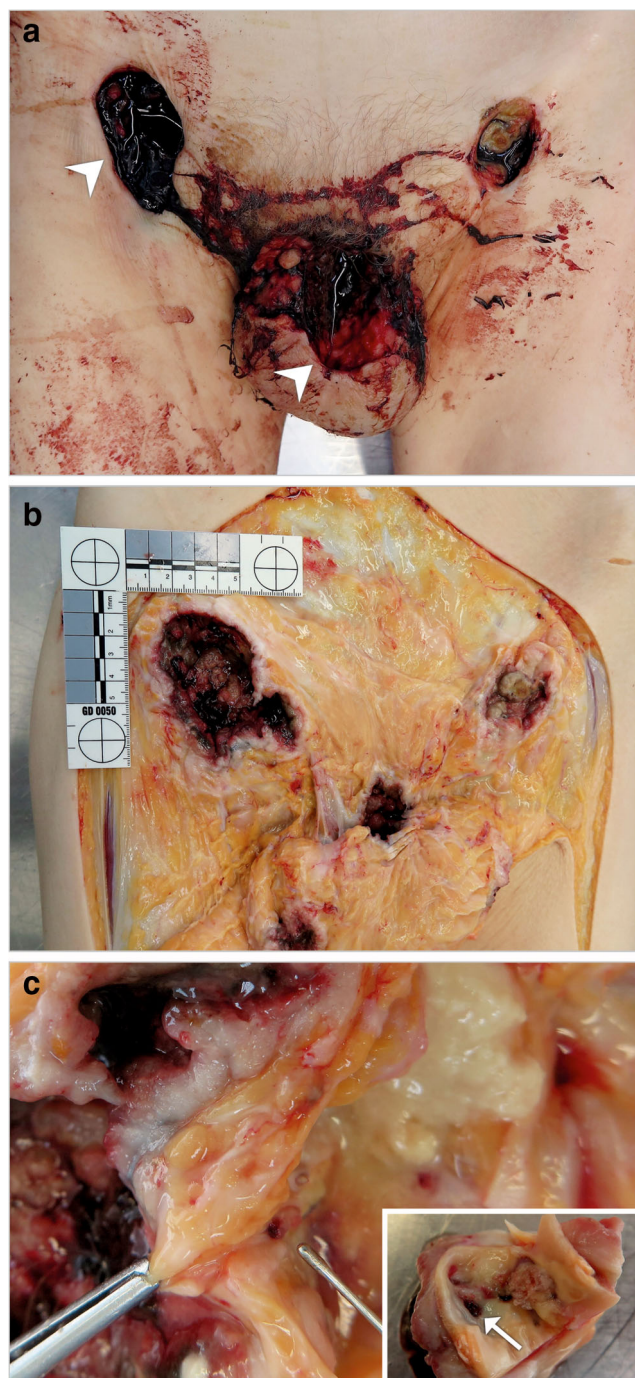


Fig. 1 External examination revealed that the penis was completely absent; irregular defects with smooth edges were found in the area of the external genitalia in both the inguinal margins (arrows in **a**). Gray-coated callus-like structures were found at the bottom of the defect (**b**). The right femoral artery had a 0.3 cm perforation in the front wall surrounded by heavily bloodied tissue (arrow in **c**)

inflammatory cellularization extending into the wall of the artery (Fig. 2b).

Toxicological analysis of a blood sample taken from the vessels of the lower extremity excluded drugs as well as

ethanol. Death was attributed to exsanguination from an ulcerated femoral artery in a patient with penile carcinoma.

Discussion

Penile carcinoma is an invasive epithelial tumor that may arise from either the penile skin or mucosa [1]. It is rare in the United States, Europe, and other industrialized countries. Penile cancer accounts for less than 1 % of all cancers in men in the United States. In contrast, in parts of Africa, Asia, and South America penile cancer accounts for between 10 and 20% of all malignancies in men [2].

Penile carcinoma typically affects older men, and its incidence increases with age [3]. It is a potentially debilitating disease with a heterogeneous etiology. Several risk factors have been identified for its development including phimosis, injury to the penis, smoking, mutations, physical inactivity and inflammations or infections of the penis, especially Human papillomavirus (HPV) infection [4]. About half of all penile tumors were associated with HPV 16–18; occurrence of other genotypes was negligible [5].

Penile cancer is usually located in the glans of the penis, the coronal sulcus, or the foreskin. It is almost exclusively squamous cell carcinoma or related variants; other tumors (e.g. basal cell carcinoma, Kaposi sarcoma, malignant melanoma, urethral carcinoma) are very rare [6]. Squamous cell carcinoma grows slowly, and initially metastasizes to the surface before later metastasizing to deep interstitial and pelvic lymph nodes. Ulceration of the nodes happens in the later stages of malignancy, as along with both fixity and metastasis to the liver, lung and skeleton [7]. In invasive ulcerative penile carcinoma there is often an extensive ulcerative lesion at the root of the penis, which can widen and lead to spontaneous amputation of the organ [8]. When examining a decedent the absence of a penis can lead to the mistaken conclusion that there has been genital mutilation, either as self-harm or due to a hostile attack [9]. In the current case, the body of the deceased did not display any of the typical accidental injuries usually encountered in cases of self-defense, making it unlikely that there had been a hostile attack by another person or persons. Suicide seemed likely as the victim was found naked, with symmetrical smooth-edged defects in the groin area. The doctor at the crime scene therefore mistakenly concluded that the injury was a cut or perhaps a stab wound [10]. The presence of granulated tissue and dried blood at the bottom of the defects was initially explained by attributing it to being caused by repeated injury over a range of several weeks before death.

Only after the examination of a subcutaneous preparation following the autopsy was it possible to identify a pathological and probably cancerous process affecting the external genitalia and the inguinal lymph nodes. Histological analysis

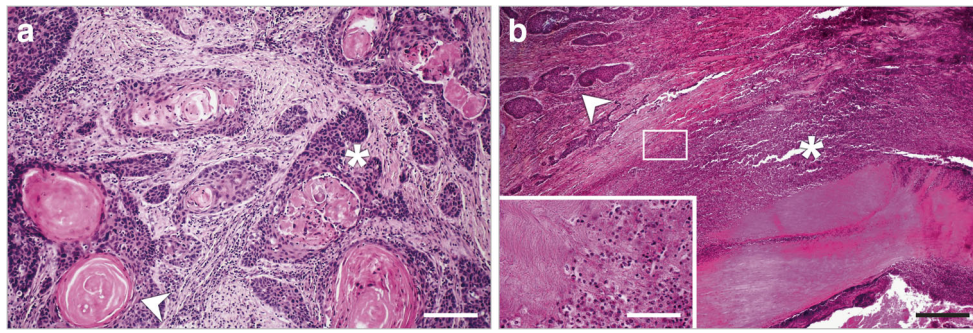


Fig. 2 Hematoxylin-eosin-stained sections of the defects revealed squamous cell carcinoma (asterisk in **a**) with signs of keratinization (arrow in **a**). The wall of right femoral artery was infiltrated by

necrotizing squamous cell carcinoma (arrow in **b**) and mixed inflammatory cellularization (asterisk in **b**). Scale bar (a, b) = 150 μ m; inset = 50 μ m

confirmed the presence of a necrotizing squamous cell carcinoma with signs of keratinization, which had damaged the right femoral artery and resulted in bleeding. Rupture of the underlying femoral vessel is one of the terminal events associated with cases of penile carcinoma [11]. Extensive mutilation of the external genitalia may lead to the mistaken conclusion that the wound was self-inflicted or due to a hostile attack. The current case initially presented as a violent death with an external cause, mainly due to severe blood loss and blood spatter in the vicinity of the body. A subsequent detailed examination, combined with information from the autopsy, revealed that the case was a natural death of a man with a specific medical condition (penile carcinoma), a disease that has the potential to lead to the defects observed in this case in the later stages of malignancy.

Compliance with ethical standards

Conflict of interest The authors declare that they have no conflict of interest.

Ethical approval All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institutional and national research committee and with the 1964 Helsinki declaration and its later amendments or comparable ethical standards.

Publisher's note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

References

1. Micali G, Nasca MR, Innocenzi D, Schwartz RA. Invasive penile carcinoma: A Review. *Dermatol Surg.* 2004;30:311–20.
2. Miralles-Guri C, Bruni L, Cubilla AL, Castellsagué X, Bosch FX, Sanjosé S de. Human papillomavirus prevalence and type distribution in penile carcinoma. *J Clin Pathol.* 2009;62:870–8.
3. Hernandez BY, Barnholtz-Sloan J, German RR, Giuliano A, Goodman MT, King JB, et al. Burden of invasive squamous cell carcinoma of the penis in the United States, 1998–2003. *Cancer.* 2008;113:2883–91.
4. Calmon MF, Tasso Mota M, Vassallo J, Rahal P. Penile carcinoma: risk factors and molecular alterations. *Sci World J.* 2011;11:269–82.
5. Tseng HF, Morgenstern H, Mack T, Peters RK. Risk factors for penile cancer: results of a population-based case-control study in Los Angeles County (United States). *Cancer Causes Control.* 2001;12:267–77.
6. Rao P, Tamboli P. Pathology of penile cancer and its precursor lesions. In: Spiess PE, editor. *Penile Cancer*. New York: Springer; 2013. p. 43–63.
7. Micali G, Innocenzi D, Nasca MR, Musumeci ML, Ferrau F, Greco M. Squamous cell carcinoma of the penis. *J Am Acad Dermatol.* 1996;35:432–51.
8. Mumoli N, Giorgi-Pierfranceschi M, Porta C, Manzionna G, Barberio M. Penile self-amputation. *Intern Emerg Med.* 2018;13: 1133.
9. Byard RW. Implications of genital mutilation at autopsy. *J Forensic Sci.* 2017;62:926–9.
10. Byard RW, Heath KJ, Tsokos M. The symmetry of self mutilation and the chess board pattern. *Forensic Sci Med Pathol.* 2013;9:106–7.
11. Culkun DJ, Beer TM. Advanced penile carcinoma. *J Urol.* 2003;170:359–65.

Komentář k přiložené publikaci č. 10

HANDLOSOVA, Klara, Ondrej KLABAL, Marek DOKOUPIL, Vladimír VOJTEK, Matej UVIRA and Petr HANDLOS. Fatal and Nonfatal Rip Saw Injuries. Journal Of Forensic Sciences [online]. 2020, 65(3), 999–1003. ISSN 1556-4029. Available at: doi:10.1111/1556-4029.14256

IF (2019) = 1.578; Kvartil Q2

Podíl autora na publikaci: Spoluautor, poslední autor (25 %). Autor se podílel na forenzní interpretaci případu, odborné supervizi zpracování kazuistiky a na přípravě a revizi rukopisu.

Publikace popisuje penetrující poranění hrudníku s fatálním průběhem a nefatální poranění končetin způsobená rozmítací pilou v důsledku vysokou rychlostí vymrštěného dřevního fragmentu. Z forenzního hlediska je důležité, že morfologie takových lézí může na první pohled připomínat bodná poranění ostrým nástrojem, zejména probíhají-li podél Langerových linií. Přítomnost kožních oděrek v místě vstupu, nepravidelnost okrajů a drobné dřevní částice však mohou naznačovat skutečný mechanismus vzniku. Pozornost zasluhuje i časový vývoj vzhledu poranění, kdy s odstupem dochází ke změnám, které mohou ovlivnit jeho následnou interpretaci. Správné posouzení vyžaduje spolupráci soudního lékaře, policie a technického odborníka, zejména při hodnocení selhání bezpečnostních prvků stroje a odlišení úrazu od cizího zavinění či sebepoškození. Publikace přispívá ke zpřesnění interpretace penetrujících poranění způsobených vymrštěným materiálem, která jsou v praxi vzácná a mohou být diagnosticky matoucí.



CASE REPORT

PATHOLOGY/BIOLOGY

Klára Handlosová,¹ M.D.; Ondřej Klabal,² M.A.; Marek Dokoupil,^{1,3} M.D.; Vladimír Vojtek,⁴ M.D.; Matěj Uvíra,¹ M.D.; and Petr Handlos,^{1,5} M.D., Ph.D.

Fatal and Nonfatal Rip Saw Injuries*

ABSTRACT: This paper deals with a fatal stab wound suffered by a 29-year-old man and nonfatal injuries of 35-year-old and 67-year-old saw operators. Rip saw is a machine that is specially designed for making a rip cut, a cut made parallel to the direction of the wood grain. Rip-saw-related injuries mostly occur when a person is struck by the cutting material, which usually involves splinters of irregular shape and diameter. When the splinter strikes the body diagonally, the injuries may include abrasions, lacerations, and cut wounds; in situations where the victim is struck directly, the most common injuries are oval- or star-shaped stab wounds with a varying width of abrasions around the wounds. Therefore, such injuries may come across as injuries produced by a knife-like instrument, which is an added difficulty in the interpretation of such injuries.

KEYWORDS: forensic pathology, rip saw, sharp force injuries, stab wounds, homicide, suicide, accidental death

A saw is a tool consisting of a tough blade, wire, or chain with a hard toothed edge. It is used to cut through material, very often wood though sometimes metal or stone (1,2). These days, there are many types of saws that differ not only in their use and source of power used, but also in the variety of injuries that they can produce either if a person gets into direct contact with the saw blade or if struck by the material that is sawed, or chipped parts of the tool (3). This paper deals with injuries suffered when working with a rip saw. The first case involves a fatal stab wound of a 29-year-old man while the second involves nonfatal injuries of 35-year-old and 67-year-old men.

Case Reports

Case 1

The first case involves a fatal injury of 29-year-old man, who was struck by a wood splinter ejected from a rip saw. Immediately after suffering the injury, the victim managed to remove the splinter from his chest, but later collapsed and became unconscious. Despite timely and professional medical attention, he died.

The external examination revealed a stab wound of the chest located to the right of the left nipple. It was slit-like stab wound which was 2.9 cm long and 1.9 cm wide with an uneven and flap-like upper edge, and even lower edge; the angles of the wound were obtuse. There were red-brown skin abrasions around the wound with width of up to 3 cm. To the right of the stab wound, there was yellowish dispersed skin abrasion suffered during resuscitation (Fig. 2a).

The internal examination revealed a wound track that perforated the heart, which caused extensive bleeding into the pericardium and left pleural cavity. The wound track went through the skin, hypodermis, chest muscles, and third rib, perforated the anterior wall of the pericardium, anterior wall of the right ventricle, and intraventricular septum, and then penetrated into the left ventricle and entered pericardium at the junction of the posterior wall of left ventricle and left atrium, and ended in the back mediastinum (Fig. 2b–d). The wound track passed from front to back, right to left, and upward, and was 8 cm deep. The pericardium contained 100 mL of both liquid and clotted blood. The left chest cavity contained 1800 mL of liquid blood. The organs were pale, and the heart was empty and contracted. The brain showed signs of severe edema. Heart perforation was determined to be the immediate cause of death.

Case 2

The second case involves an injury of two workers at a wood processing facility. The 35-year-old man operating the rip saw was struck by an ejected splinter and suffered a 6-cm laceration in the dorsal part of his right hand (Fig. 3a). The second man was struck by the same splinter in his left shin when standing approximately 20 m away from the rip saw. The splinter was 4 m in length and approximately 4 cm in diameter. On medical examination, a wooden splinter was found at the junction of the dorsal and medial part of left shin (Fig. 3b,c). After the splinter had been removed, a slit-like stab wound with a wide abrasion

¹Department of Forensic Medicine, University Hospital Ostrava, CZ-708 52, Ostrava, Czech Republic.

²Department of English and American Studies, Faculty of Arts, Palacký University Olomouc, CZ-779 00, Olomouc, Czech Republic.

³Department of Epidemiology and Public Health, Faculty of Medicine, Ostrava University, CZ-703 00, Ostrava, Czech Republic.

⁴Department of Radiology, University Hospital Ostrava, CZ-708 52, Ostrava, Czech Republic.

⁵Department of Intensive Medicine and Forensic Studies, Faculty of Medicine, Ostrava University, CZ-703 00, Ostrava, Czech Republic.

Corresponding author: Matěj Uvíra, M.D. E-mail: mateouvira@gmail.com

*Funded by Grant 06/RVO-FNOs/2019.

Received 21 Oct. 2019; and in revised form 21 Nov. 2019; accepted 22 Nov. 2019.



FIG. 1—Circular rip saws consist of a roller conveyor, a feeder with metal kickback slats, and different number of blades (a). Injuries suffered by rip saw operators resulting from mechanical deformation and loss of metal kickback slats, followed by an ejection of a wood splinter (arrows in b). [Color figure can be viewed at wileyonlinelibrary.com]

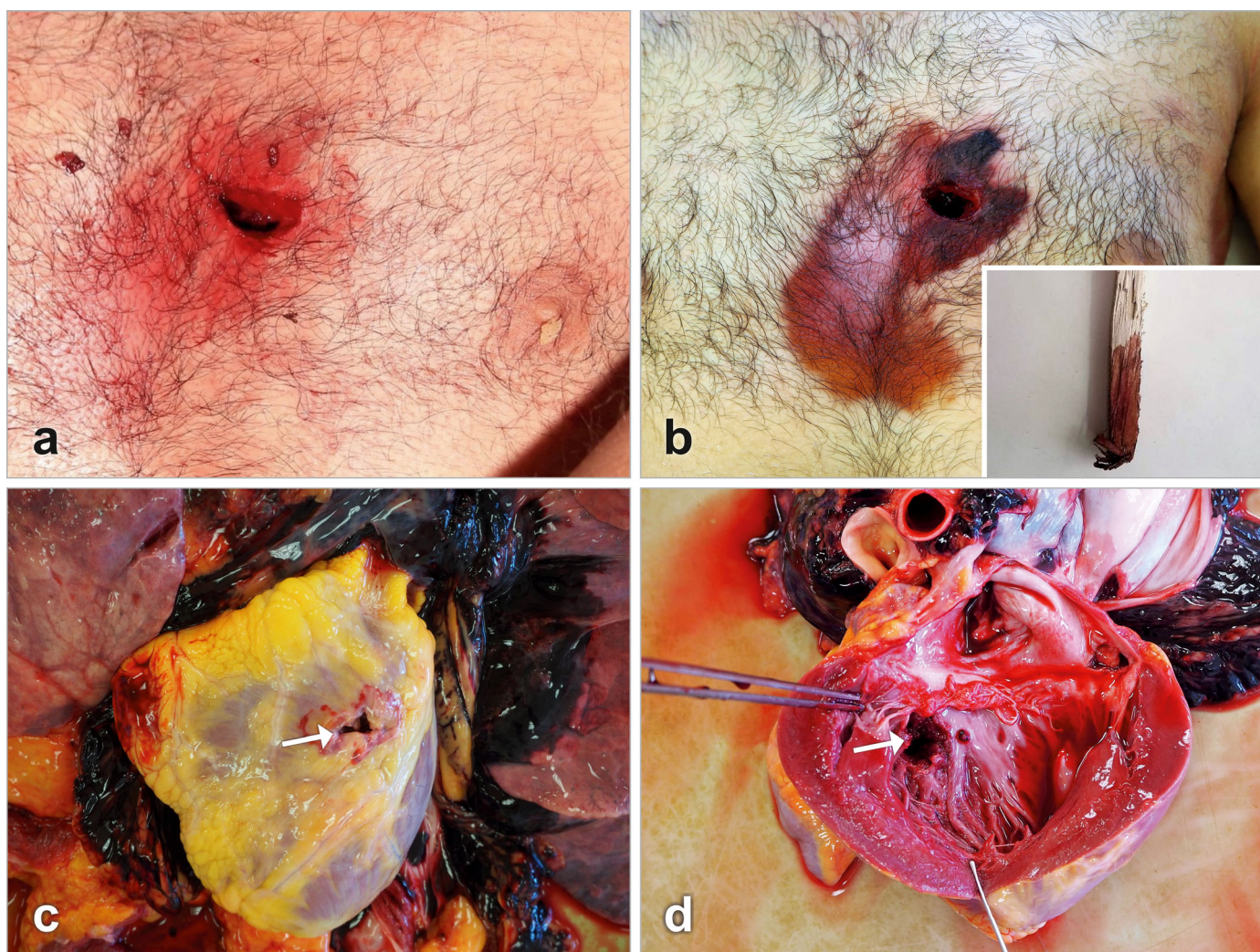


FIG. 2—Stab wound of the chest located to the right of the left nipple; a photograph taken approximately one hour after the death (a). The same stab wound one day later at the time of the autopsy (b) and the wood splinter ejected from a rip saw, which caused the stab wound (inset in b). The wound track of irregular shape perforated the heart (arrows in c, d). [Color figure can be viewed at wileyonlinelibrary.com]

margin was established in the area with a size of 4×2 cm. The wound track perforated the skin, hypodermis, and shin muscles and injured the tibia and fibula. Computer tomography revealed a dislocated comminuted fracture of metaphysis and diaphysis of left tibia and oblique fracture of left fibula diaphysis as well as a small bone fragment. Early arterial phase CT scans only revealed damage to arterial branches supplying blood to crural muscles and revealed no damage to the main arterial trunks. The victim underwent osteosynthesis with 3-month recovery.

Discussion

Most frequent saw injuries encountered in forensic practice are those caused by chain saws and circular saws; injuries caused by other types of saws, including rip saws, are encountered rather rarely (4–6). Whereas chain or circular saws are electrically or gasoline-powered tools used primarily for wood-working operations such as crosscutting or ripping, a rip saw is a machine that is specially designed for making a rip cut, a cut made parallel to the direction of the wood grain. There are three

types of rip saws: frame, circular, and band saws. Circular rip saws consist of a roller conveyor, a feeder with metal kickback slats and different number of blades with adjustable spacing which rotate at $254\text{--}284 \times g$. (Fig. 1a,b).

Suicides constitute the most frequent manner of death in cases involving injuries caused by chain and circular saws (7–9), while accidents are less frequent (10–12) and homicides extremely rare (13); nonfatal injuries are mostly accidental (14). This is in contrast to rip saw injuries, where both fatal and nonfatal injuries are almost always accidental.

Whereas the vast majority of both fatal and nonfatal injuries caused by chain and circular saws are due to direct contact with a saw blade (4), the rip-saw-related injuries mostly occur when a person is struck by the cutting material, which usually involves splinters of irregular shape and diameter. Therefore, such injuries may come across as injuries produced by a knife-like instrument, which is an added difficulty in the interpretation of such injuries (15,16).

A splinter may be ejected from the machine when there is a knot in the sawn wood. Knots are formed by a growing trunk



FIG. 3—The 35-year-old man operating the rip saw was struck by an ejected splinter and suffered a 6-cm laceration in the dorsal part of his right hand (a). The 67-year-old man was struck by the same splinter in his left shin (b). A detailed image of the wooden splinter, whose shape resembles a knife-like instrument. (c). Computer tomography revealed a dislocated comminuted fracture of left tibia and oblique fracture of left fibula (d). [Color figure can be viewed at wileyonlinelibrary.com] JL

which overtakes the branches that grow out from it. Knots disrupt the normal course of tree rings parallel to the longitudinal axis of the tree trunk. When one of the peripheral saw blades comes into contact with a knot, a splinter may be chipped and ejected back against the kickback slats, which are typically located around the saw feeder in front of the saw blades. However, if these slats are damaged or missing, the rip saw operators may be struck by the ejected splinter. It is essential that the kickback slats be maintained properly and checked regularly, and immediately replaced if faulty, as they are the only safety mechanism proper in the current design of rip saws. However, in case they fail, there must be other workplace safety policies in place to prevent the operators from being injured. Therefore, the operators are required not to be standing by the saw feeder when introducing the wood into the rip saw as well as not to saw wood with the presence of knots in peripheral parts.

The factors affecting the extent and nature of the injuries that the operator may suffer include the following: shape, weight and energy of the splinter, the distance between the operator and the rip saw, the clothes worn by the operator, and the body area that is struck. Whether the operator was struck by the splinter directly, or after it bounced off a solid surface, is also a factor affecting the extent of the injury.

When the splinter strikes the body diagonally, the injuries may include abrasions, lacerations, and cut wounds depending on the depth and shape of the wound (Fig. 3a). In situations where the victim is struck directly by the ejected splinter, the most common injuries are oval- or star-shaped stab wounds with a varying width of abrasions.

Wounds where the body surface is struck along Langer's lines are most challenging for wound interpretation. Such wounds may resemble wounds caused by knife-like instruments (Fig. 2a, b). In such cases, the presence of abrasions around the wound may be instrumental in determining the type of tool since abrasions usually appear when a stab wound is produced by blunt objects with a large diameter (17). When a blunt instrument enters the body in a perpendicular direction, the abrasions around the stab wound are mostly circular; on the other hand, when the instrument gets into contact with the skin under an oblique angle, the abrasions at the point of contact are mostly irregular in shape (18). If the body of the deceased is examined shortly after the injury occurred, the abrasions may not be well visible; therefore, it is recommendable that the wound is seen from retrospect after it has dried out (Fig. 2a,b). However infrequently, it must also be borne in mind that when a knife hits the body, abrasions may occur even around the stab wound in cases where the blade of the instrument enters the body and there is a direct contact between the knife handle and the skin. In addition, it is desirable to search for any fragments of the instrument or other particles (e.g., wood cuttings, sawdust) that may be present around the wound, as they may be instrumental in differentiating the type of the instrument.

The wound tracts caused by blunt instrument or objects of irregular shape entering the body cavities may go in different directions (depending on the orientation of the body with respect to the object), and the margins of the wound tract thus remain irregular in shape; if the heart is hit, the shape may also be modified by the orientation and course of muscle fibers (Fig. 2c,d). Fragments of the instrument may also be present in the wound tract (19,20). Comminuted fractures in the wound tract clearly evidence the use of a blunt instrument (Fig. 3d), whereas slit-like wounds or smooth margin of bone fractures are rather indicative of the use of a sharp instrument (21,22).

Parallel to cases involving sharp instruments, the cause of death is bleeding due to damage to vessels and organs. Extensive damage to soft tissue and organs along the wound tract may also contribute to the death (23).

To sum up, both of the cases describe injuries suffered by rip saw operators in accidents resulting from failure of the safety mechanism in conjunction with noncompliance with the workplace safety policies. The fact that some of the metal kickback slats showed signs of mechanical deformation or were missing suggests that the maintenance and checks by a certified technician had not been performed properly, which was later confirmed by police investigation. In addition, the operators were standing in a position with higher risk of being struck by an ejected splinter, which was in violation of the safety policies in place.

As the injuries discussed in this case may come across as injuries produced by a knife-like instrument, their correct interpretation by a forensic pathologist requires cooperation of police as well as engineering experts.

References

- Grellner W, Wilske J. Unusual suicides of young women with tentative cuts and fatal neck injuries by chain saw and circular saw. *Forensic Sci Int* 2009;190(1-3):e9-11.
- Zribi M, Amar WB, Bardaa S, Hammami Z, Maatoug S. Unusual suicide by electric saw: a case report. *Egypt J Forensic Sci* 2015;5(3):126-8.
- Janík M, Straka L, Novomeský F, Krajčovič J, Hejna P. Circular saw-related fatalities: a rare case report, review of the literature, and forensic implications. *Leg Med* 2016;18:52-7.
- Frank M, Lange J, Napp M, Hecht J, Ekkernkamp A, Hinz P. Accidental circular saw hand injuries: trauma mechanisms, injury patterns, and accident insurance. *Forensic Sci Int* 2010;198(1-3):74-8.
- Haynes CD, Webb WA, Fenno CR. Chain saw injuries: review of 330 cases. *J Trauma* 1980;20(9):772-6.
- Reuhl J, Bratzke H. Death caused by a chain saw-homicide, suicide or accident?: a case report with a literature review (with 11 illustrations). *Forensic Sci Int* 1999;105(1):45-59.
- Betz P, Eisenmenger W. Unusual suicides with electric saws. *Forensic Sci Int* 1995;75(2-3):173-9.
- Campman SC, Springer FA, Henrikson DM. The chain saw: an uncommon means of committing suicide. *J Forensic Sci* 2000;45(2):471-3.
- Hejna P. Unusual suicide using a table saw. *Forensic Sci Med Pathol* 2013;9(3):446-8.
- Hejna P, Zátoková L, Šafr M, Straka L. Circular saw-associated fatality mimicking gunshot injury. *J Forensic Sci* 2013;58(Suppl 1):S267-9.
- Koehler SA, Luckasevic TM, Rozin L, Shakir A, Ladham S, Omalu B, et al. Death by chainsaw: fatal kickback injuries to the neck. *J Forensic Sci* 2004;49(2):345-50.
- Sidlo J, Sidlova H. Accidental fatal craniocerebral injury caused by broken chain of sawing tool. *Forensic Sci Int* 2018;289:e15-7.
- Schyma C, Albaloooshi Y, Madea B. Extended suicide by use of a chain saw. *Forensic Sci Int* 2013;228(1-3):e16-9.
- Konstantinovic VS, Puzovic D, Anicic B, Jelovac DB. Epidemiological, clinical, and forensic aspects of chainsaw, circular saw, and grinding saw injuries in the maxillofacial region. *J Craniofac Surg* 2010;21(4):1029-32.
- Schmidt U, Pollak S. Sharp force injuries in clinical forensic medicine—findings in victims and perpetrators. *Forensic Sci Int* 2006;159(2-3):113-8.
- Karlsson T. Homicidal and suicidal sharp force fatalities in Stockholm, Sweden: orientation of entrance wounds in stabs gives information in the classification. *Forensic Sci Int* 1998;93(1):21-32.
- Marecova K, Uvira M, Dokoupil M, Handlos P. Stab wounds of the chest caused by penetration of duralumin rods. *Forensic Sci Med Pathol* 2018;14(4):558-60.
- Rouse D. Patterns of stab wounds: a six year study. *Med Sci Law* 1994;34(1):67-71.
- Jones FD, Woosley RE. Delayed myelopathy secondary to retained intraspinal metallic fragment: case report. *J Neurosurg* 1981;55(6):979-82.

20. Maruya J, Yamamoto K, Wakai M, Kaneko U. Brain abscess following transorbital penetrating injury due to bamboo fragments. *Neurol Med Chir* 2002;42(3):143–6.
21. Spitz WU. Sharp force injury. In: Spitz WU, editor. *Spitz and Fisher's medicolegal investigation of death: guidelines for the application of pathology to crime investigation*, 4th edn. Springfield, IL: Charles C Thomas Publisher, 2006;532–606.
22. DiMaio VJ, DiMaio D. *Forensic pathology*, 2nd edn. Boca Raton, FL: CRC Press, 2001;507–46.
23. Saukko P, Knight B. Fatal pressure on the neck. In: Saukko P, Knight B, editor. *Knight's forensic pathology*, 4th edn. Boca Raton, FL: Taylor & Francis Ltd, 2015;133–66.

Komentář k přiložené publikaci č. 11

HANDLOS, Petr, Marek DOKOUPIL, Marie STANKOVA, Marek JOUKAL, Igor DVORACEK, Matej UVIRA and Margita SMATANOVA. Fluid content in the pleural cavity protects internal structures against heat. Forensic Science Medicine And Pathology [online]. 2016, 12(4), 497–501. ISSN 1556-2891. Available at: doi:10.1007/s12024-016-9814-9

IF (2019) = 1.502; Kvartil Q2

Podíl autora na publikaci: První autor (60 %). Autor se podílel na návrhu a koncepci práce, forenzní interpretaci případu, zpracování kazuistiky a na sepsání rukopisu.

Publikace popisuje případ dvou jedinců s rozsáhlými termickými změnami, kteří byli nalezeni ve shořelé chatě. Právě rozsáhlé termické změny vedly zpočátku k nejasnostem ohledně mechanismu a způsobu smrti. Teprve při pitvě byla zjištěna penetrující bodná poranění hrudníku s poraněním nitrohrudních orgánů. Klíčovým nálezem byl hemotorax, který částečně chránil orgány před termickou destrukcí a umožnil objektivizovat utrpěná zranění. V oblastech bez přítomnosti krve v tělních dutinách došlo naopak k úplné karbonizaci jednotlivých orgánů.

Z forenzního hlediska je zásadní, že termické působení může modifikovat nebo překrýt vstupní poranění a komplikovat rekonstrukci události. Zachování bodných kanálů umožnilo určit směr vedení násilí a jeho intenzitu. Absence sazí v dýchacích cestách podpořila, že k úmrtí došlo před vznikem požáru.

Případ upozorňuje na skutečnost, že přítomnost tekutiny v tělních dutinách může zpomalit termickou destrukci orgánů a zachovat jednotlivé orgány intaktní. Publikace zdůrazňuje potřebu komplexní interpretace nálezu ve spolupráci s kriminalistickými útvary a poukazuje na diagnostická úskalí u těl významně destruovaných ohněm.

CASE REPORT

Fluid content in the pleural cavity protects internal structures against heat

Petr Handlos^{1,2,3} · Marek Dokoupil^{1,2} · Marie Staňková^{1,2} · Marek Joukal³ · Igor Dvořáček^{1,2} · Matěj Uvíra¹ · Margita Smatanová^{1,2}

Accepted: 3 October 2016 / Published online: 25 October 2016
© Springer Science+Business Media New York 2016

Abstract

Purpose In this paper we present a case report of two people who were found dead in a holiday cottage after a fire. The cause of death in these cases was clarified by the presence of blood in the left pleural cavity in both bodies.

Methods An inspection of the bodies at the scene of the fire and subsequent examination by a medical examiner suggested the deaths were accidental.

Results An autopsy showed that the bodies were those of a man and a woman with severe carbonization of the skin, soft tissues, brain, and some organs of the thoracic and abdominal cavities. There were also isolated stab injuries to the chest, as well as injuries to skeletal structures and intrathoracic organs. The accumulated blood in the pleural cavity had protected the internal organs against thermal destruction and preserved the traumatic findings.

Conclusion To the best of our knowledge this is the first description of the protective effect of hemothorax against thermal damage of the intrathoracic organs.

Keywords Carbonization · Stab wounds · Stab channel · Hemothorax · Traumatic-hemorrhagic shock

Introduction

Postmortem burning to hide a homicide accounts for only 9.7 % of all fire-related fatalities. In such cases, the most common cause of death is firearm injury, followed by strangulation and neck injury; stab wounds are reportedly only found in 2 % of cases [1–3]. In this paper we present a unique case report of postmortem burning of two individuals who died from stab wounds. The critical factor that helped reveal the true cause of death in both cases was the hemothorax in the left pleural cavity, which acted to protect the internal organs from burning and allowed stab injuries to be observed.

Case report

On a spring morning in 2012, the District Department of the Police of the Czech Republic received notice of a fire in a holiday cottage (Fig. 1a). The remains of two people were found in the debris, a man and a woman of unknown identity. Subsequently, investigators found the personal documents of a 23-year-old male. The bodies of the deceased were found recumbent on a charred metal bed frame (Fig. 1b). One of the mattresses was leaning against a cast iron solid fuel stove. The cottage door was locked from the inside, and keys were found inside the cottage. Subsequent inspection of the fire site by the fire brigade excluded the presence of burning accelerants. The extent of external charring of the bodies meant that no meaningful external inspection could be made.

The remains of the bodies were transported to the Department of Forensic Medicine. Visual inspection of the bodies was followed by an autopsy carried out according to the technique described by Ghon and Zenker, with removal

✉ Margita Smatanová
margita.smatanova@fno.cz

¹ Forensic Medicine, University Hospital Ostrava,
708 52 Ostrava, Czech Republic

² Department of Intensive Medicine and Forensic Studies,
University of Ostrava, 703 00 Ostrava, Czech Republic

³ Department of Anatomy, Faculty of Medicine, Masaryk
University, 625 00 Brno, Czech Republic



Fig. 1 **a** The burned holiday cottage and **b** the charred body of an unidentified woman on a metal bed frame (*red arrow*)

of organ clusters [4]. The autopsy also included laboratory testing of specimens taken from the deceased persons, including blood, urine, and liver. Blood alcohol concentration was determined by gas chromatography [5]. Urine was analyzed immunochemically for the presence of narcotics and psychotropic substances. A validated method was used to determine the concentration of tetrahydrocannabinol in the blood [6]. Both bodies were subjected to tests to determine blood carboxyhemoglobin concentration using the quotient method [7].

Unknown woman

The body of the unknown woman was found with the remains of burnt clothes; her skin and soft tissue were severely charred. The large joints were flexed, and the body was found in the so-called boxing position (Fig. 2a). Internal inspection established partial carbonization of the brain and organs of the thoracic and abdominal cavities. The right side of the chest had been subjected to fire penetration through the soft tissue of the thoracic cavity, with subsequent carbonization of the right lung (Fig. 2b). The left lung had not been damaged by heat. The left pleural cavity contained 700 ml of liquid and spongy, clotted blood (Fig. 2c). The examiner established the presence of a vital stab wound penetrating the thoracic cavity, with injury to the intrathoracic organs. On the left side of the chest in the region of the upper inner quadrant of the left breast, the examiner found a secondarily altered oval-shaped stab wound in the carbonized muscular tissue, 19 × 18 mm in size and with bloodstained margins. The stab channel that emerged from the stab wound was localized on the left side of the chest, penetrating the skin, subcutaneous tissue, and muscle. The stab channel also partially intersected the inferior margin of the third rib, where there was a noticeable crevice defect 21 mm long. The stab channel further penetrated into the thoracic cavity on the left side. In the thoracic cavity, this channel proceeded through the thermally undamaged superior lobe of

the left lung into the interlobar fissure, where it entered the inferior lobe of the left lung tangentially and ended by impaling the fourth rib in the blade line (Fig. 2d). Thus, the stab channel completely penetrated the thoracic cavity, was 15 cm in length and was judged to have been directed from front to back and slightly upwards. No soot was detected in the airways at autopsy. All body organs showed decreased blood perfusion and signs of traumatic-hemorrhagic shock. The results of the toxicologic examination are shown in Table 1.

Unknown man

Autopsy of the body of the unknown man also showed very extensive skin and soft tissue injuries caused by fire, exposing the bone of the skull, torso, and extremities. There was penetration and opening of the cranial cavity by the fire. The upper extremities were flexed at the elbows, and the lower right extremities were flexed at the knee (Fig. 3a). An internal inspection showed partial carbonization of the brain, right lung, and organs of the abdominal cavity. The left pleural cavity contained 1500 ml of liquid and spongy, clotted blood. A stab wound had penetrated the chest cavity, with injuries to the intrathoracic organs and an obvious vital reaction. On the left side of the chest, near the manubrium sternum, the examiner found a creviced stab wound with smooth edges with an acute internal angle and a doubled external angle. The size of the wound was 22 × 4 mm, and there was blood stained pleura at the corresponding sites (Fig. 3b). A stab channel emerged from the stab wound on the chest under the left clavicle and in a leftward direction. This channel penetrated the first rib and entered the thoracic cavity, involving the superior lobe of the left lung, the pericardial cavity, the trunk of the pulmonary artery, the left atrium, and esophagus. The stab channel ended in the body of the seventh thoracic vertebra (Fig. 3c). The stab channel was 15.5 cm long, and was directed from the front to the back, top-down and slightly toward the midline of

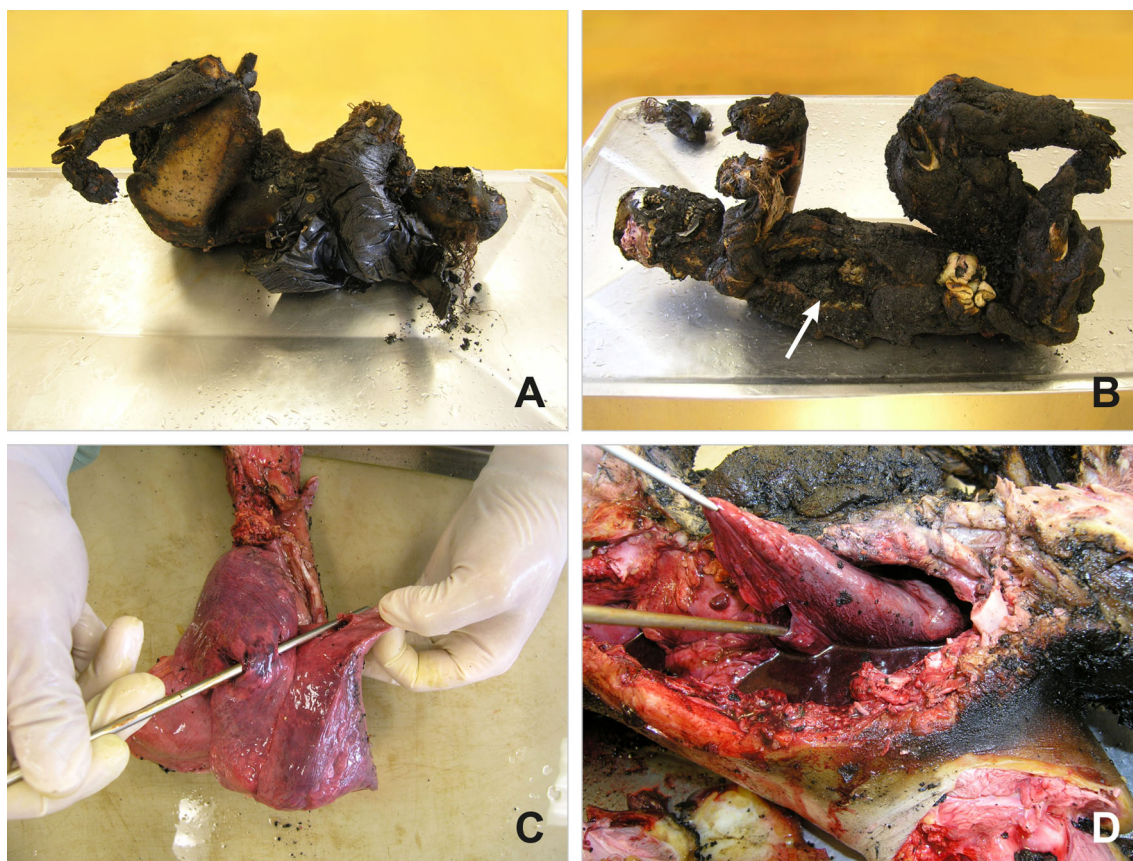


Fig. 2 **a** Residues of charred clothing were found on the body of the unidentified woman, **b** consequences of fire penetration into the soft tissues of the thoracic cavity with right lung carbonization (white

arrow), **c** stab injury to the upper lobe of the left lung with blood in the pleural cavity, **c**, **d** the course of the stab channel is marked by a probe

Table 1 Results of a toxicological examination of the deceased woman and man

Chemical substance	Woman	Man
Alcohol (g/kg)	0.91	0.73
CoHb (%)	14	21
THC	–	9.7 ng/ml
Nicotine, nornicotine	+	+

CoHb carboxyhemoglobin, *THC* tetrahydrocannabinol

the chest. As with the first case, no soot was found in the airways. All body organs showed decreased blood perfusion and signs of traumatic-hemorrhagic shock. The results of the toxicologic examination are shown in Table 1.

Discussion

In both cases, the critical factor that revealed the true cause of death was the hemothorax in the left pleural cavity. Presumably, the accumulated blood protected the internal organs from thermal destruction and preserved the

traumatic findings. This allowed the stab wounds to be characterized accurately and reconstructed, and furthermore preserved the vital reaction. In both cases, the right lung was severely damaged by heat, as it had not been protected by hemothorax. To the best of our knowledge, this is the first description of a hemothorax protecting the intrathoracic organs against thermal damage.

In the case of the young woman, the internal findings suggested an attack by another person using a flat stabbing-cutting tool in the direction of the long axis of the blade. This tool was likely a knife with a blade length of 10 cm [8] or similar. The attack appeared to be fierce, as demonstrated by the injuries to skeletal structures [9]. Based on the site of the stab wound and the direction of the stab channel, a mutual frontal position at the time of the injury appeared likely. Based on the final position of the injured woman, who was found lying supine on a metal bed frame, the attacker appeared to have initiated the decisive attack against the victim while she was lying down, from an upright position or half-upright position behind her head. This was based on the assumption that the tool was held using an ordinary grip (blade directed

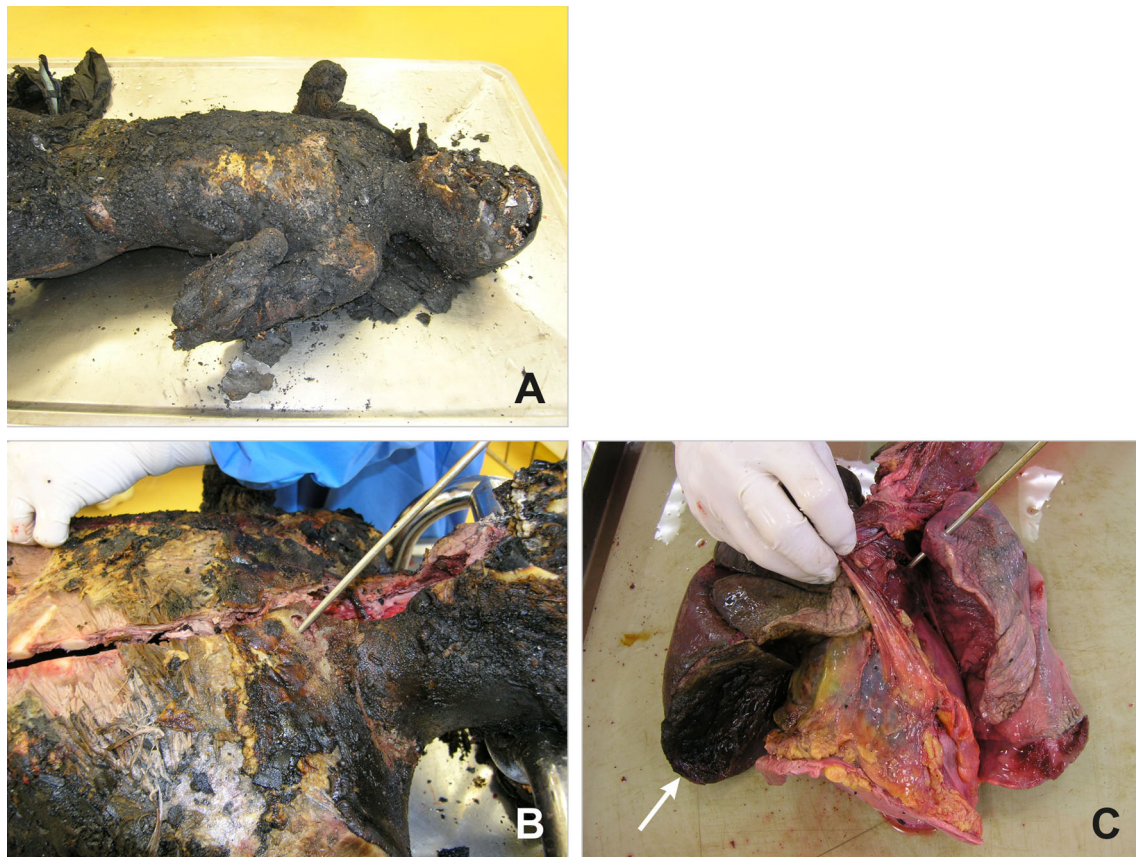


Fig. 3 **a** The charred body of an unidentified man, **b** the probe indicates the stab wound to the left of the manubrium sternum, **c** the probe indicates the stab channel through the upper lobe of the left

lung, pulmonary artery, and left atrium. The right lung, which was not protected by the hemothorax, is partially carbonized (*arrow*)

toward the little finger). Before the autopsy of the unknown man, extended suicide was one of the investigative hypotheses [10, 11].

While the findings in the woman indicated an attack by another person, the findings in the man were not initially entirely clear. The direction of the stab channel in the man could have been caused by self-harm; however, the injuries to skeletal structures suggested that intense force must have been used. The injuries to the pulmonary artery and heart excluded volitional conduct, and the possibility of removing the knife seemed unlikely.

After the autopsy of the two deceased subjects, double homicide appeared to be the most likely scenario. This was also suggested by the absence of soot in the airways of both deceased subjects. The concentrations of carboxyhemoglobin (14 and 21 %) determined in the blood samples were, however, high. This finding could be explained by cigarette smoking and postmortem passive saturation of the blood with carbon monoxide facilitated by extensive carbonization, affecting most organs of the body during burn-through [12, 13].

Further investigation by law enforcement officers established that there had been a third person in the cottage on the evening of the fire, who was subsequently convicted of murdering a 15-year-old girl and a 23-year-old man. The entire building had been set on fire when the perpetrator ignited the curtains upon leaving the cottage.

In conclusion, an absence of blood in the pleural cavity would likely have led to complete carbonization of the intrathoracic organs, which would have greatly complicated or completely precluded identification of the stab injuries. The collection of blood in the thoracic and abdominal cavities preserved the tissues sufficiently to raise the suspicion that the victims may have been subjected to physical violence or attack by another person, as well as noxious thermal injuries.

Key points

1. Two severely charred bodies were found with thoracic stab wounds.

2. Hemothorax had protected the inner organs against thermal destruction in both cases.
3. The protective effect of hemothorax allowed the stab wounds in the chest to be detected.
4. Organs in the pleural cavity not surrounded by hemothorax were destroyed by heat.
5. The absence of soot in the airways showed that the fire occurred after the deaths.

Acknowledgments We would like to thank the Czech police for providing photographic documentation of the crime scene. We also thank Dr. Petr Hejna, Ph.D. and Dr. Ladislava Horáčková, Ph.D. for providing professional advice.

Compliance with ethical standards

Ethical approval All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institutional and national research committee and with the 1964 Helsinki declaration and its later amendments or comparable ethical standards.

Informed consent Informed consent was obtained from next of kin.

References

1. Büyük Y, Koçak U. Fire-related fatalities in Istanbul, Turkey: analysis of 320 forensic autopsy cases. *J Forensic Leg Med*. 2009;16:449–54.
2. Tümer AR, Akçan R, Karacaoğlu E, Balseven-Odabaşı A, Keten A, Kanburoğlu Ç, et al. Postmortem burning of the corpses following homicide. *J Forensic Leg Med*. 2012;19:223–8.
3. Fanton L, Jdeed K, Tilhet-Coartet S, Malicier D. Criminal burning. *Forensic Sci Int*. 2006;158:87–93.
4. Frišhons J, Joukal M. Basics dissection techniques. Seminars. Brno: Masaryk University; 2012.
5. Machata G. Determination of alcohol in blood by gas chromatographic head space analysis. *Clin Chem Newsl*. 1972;4:29–32.
6. Kemp PM, Abukhalaf IK, Manno JE, Manno BR, Alford DD, Abusada GA. Cannabinoids in humans. I. Analysis of Δ^9 -tetrahydrocannabinol and six metabolites in plasma and urine using GC-MS. *J Anal Toxicol*. 1995;19:285–91.
7. Klendshoj NC, Feldstein M, Sprague AL. The spectrophotometric determination of carbon monoxide. *J Biol Chem*. 1950;183:297–303.
8. Spitz WU. Sharp force injury. In: Spitz WU, Spitz DJ editors. *Spitz Fisher's medicolegal investigation of death*. 4th ed. Springfield, IL: Charles C. Thomas; 2006. p. 532–606.
9. Karlsson T. Homicidal and suicidal sharp force fatalities in Stockholm, Sweden. Orientation of entrance wounds in stabs gives information in the classification. *Forensic Sci Int*. 1998;93:21–32.
10. Dettling A, Althaus L, Haffner HT. Criteria for homicide and suicide on victims of extended suicide due to sharp force injury. *Forensic Sci Int*. 2003;134:142–6.
11. Koning ED, Piette MH. A retrospective study of murder–suicide at the Forensic Institute of Ghent University, Belgium: 1935–2010. *Med Sci Law*. 2014;54:88–98.
12. Maeda H, Fukita K, Oritani S, Nagai K, Zhu B-L. Evaluation of post-mortem oxymetry in fire victims. *Forensic Sci Int*. 1996;81:201–9.
13. Pojer R, Whitfield J, Poulos V, Eckhard I, Richmond R, Hensley W. Carboxyhemoglobin, cotinine, and thiocyanate assay compared for distinguishing smokers from non-smokers. *Clin Chem*. 1984;30:1377–80.

Komentář k přiložené publikaci č. 12

MARECOVA, Klara, Matej UVIRA, Marek DOKOUPIL and Petr HANDLOS*(Corresponding Author)*. Stab wounds of the chest caused by penetration of duralumin rods. Forensic Science Medicine And Pathology [online]. 2018, 14(4), 558–560. ISSN 1556-2891. Available at: doi:10.1007/s12024-018-0004-9

IF (2017) = 1.502; Kvartil Q2

Podíl autora na publikaci: Spoluautor (poslední a korespondenční autor, cca 30 %). Autor se podílel na forenzní interpretaci případu, odborné supervizi zpracování kazuistiky a na přípravě a finalizaci rukopisu.

Publikace popisuje případ fatálního penetrujícího poranění hrudníku způsobeného duralovou tyčí po pádu z výšky, při kterém došlo k perforaci hrudní aorty a následnému masivnímu krvácení. Morfologie vstupních ran a přítomnost dalšího povrchového poranění však mohly na první pohled vzbuzovat podezření na útok jinou osobou. Rozhodující byl proto detailní rozbor místa nálezu včetně polohy převrženého žebříku a opěrných duralových tyčí používaných k fixaci rostlin.

Z forenzního hlediska je klíčová nutnost odlišit náhodný úraz od suicidálního nebo homicidního jednání, zejména při vícečetných bodných kanálech. Při interpretaci pomáhá orientace ran, jejich hloubka, absence obranných poranění a toxikologické nálezy. Případ zároveň ukazuje, že bez znalosti okolností může být závěr o způsobu smrti zavádějící, přestože příčina smrti (masivní hemoragie) je jednoznačná.

Publikace zdůrazňuje význam spolupráce soudního lékaře s policií a rekonstrukcí událostí na místě. Přispívá tak ke správné interpretaci vzácných náhodných penetrujících poranění ostrým předmětem mimo pracovní prostředí, která mohou imitovat násilné trestné jednání.



Stab wounds of the chest caused by penetration of duralumin rods

Klára Marecová¹ · Matěj Uvíra² · Marek Dokoupil^{2,3} · Petr Handlos^{2,4}

Accepted: 9 July 2018 / Published online: 3 August 2018
© Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2018

Abstract

Sharp force injuries are uncommon in routine forensic practice. While the majority of these cases are homicides or suicides, a significant minority of accidental deaths means that a careful investigation of the circumstances of the death is necessary. We present the case of a young man who presented with stab and cut injuries due to a duralumin rod embedded in his chest. Examination of the body revealed that death was due to penetration of the thoracic aorta by a duralumin rod. Careful investigation of the circumstances surrounding the death was able to confirm a case of accidental death due to falling from a ladder onto tomato seedlings that were supported by duralumin rods.

Keywords Sharp force injuries · Stab wounds · Homicide · Suicide · Accidental death

Case report

Deaths caused by sharp objects, although uncommon, make up a significant proportion of all deaths (about 1.2%). They are usually homicides or suicides with accidental deaths being very rare [1, 2]. Because of their low frequency and the ambiguity of some of the evidence in these cases, it is very difficult to rule out the involvement of another individual without knowing all the circumstances and facts associated with the death.

The following is a study of an accidental death due to stab wounds in a young man who was found in the garden of his family home. A duralumin bar had pierced the left half of the man's chest. In the immediate vicinity were numerous pools of blood and inverted flower pots with tomato seedlings supported by bent duralumin rods (Fig. 1a). An overturned ladder (arrow in Fig. 1b) lay nearby.

At autopsy there were two stab wounds in the body. On the chest under the nipple was a stab wound with an embedded duralumin rod 3 cm in diameter with scraped off skin on the lower edge (thin arrow in Fig. 2a). On the rear left side under-arm portion of the chest in line with the 8th rib, a second stab wound measuring 1.7 × 1.4 cm (arrowhead in Fig. 2a) was seen. Further, on the right side of the chest near the nipple, there was a 6.5 cm long superficial cut bordered by a striped skin abrasions (Fig. 2b).

Internal inspection revealed two channels penetrating the chest cavity. The channel due to the stab wound under the left nipple penetrated the 4th rib and entered the thoracic cavity, piercing the superior lobe of the left lung, the thoracic aorta, and the left transverse process of the 3rd thoracic vertebra (Fig. 2c, d). The stab channel ended in the muscles of the back. The stab channel was 27 cm long, and was directed from the front to the back, down and slightly towards the midline of the chest. The second channel was due to the stab wound located in the left rear axilla; it entered the 7th intercostal space and penetrated the thoracic cavity ending freely in the left sub-thoracic cavity without injuring any of the thoracic organs. The stab channel was at least 3 cm long and was directed from the front to the back, top-down and slightly towards the midline of the chest. The left lung contained aspirated blood, which was also found in the larger airways. 1200mls of liquid and loosely-clotted blood were detected in the thoracic cavity. All the examined organs were pale, and the heart was contracted and empty. Toxicology tests revealed no relevant drugs or alcohol in the blood of the deceased. The immediate

✉ Petr Handlos
petr.handlos@seznam.cz

¹ Department of Forensic Medicine and Medical Law, University Hospital Olomouc, CZ-779 00 Olomouc, Czech Republic

² Department of Forensic Medicine, University Hospital Ostrava, CZ-708 52 Ostrava, Czech Republic

³ Department of Epidemiology and Public Health, Faculty of Medicine, Ostrava University, CZ-703 00 Ostrava, Czech Republic

⁴ Department of Intensive Medicine and Forensic Studies, Faculty of Medicine, Ostrava University, CZ-703 00 Ostrava, Czech Republic

Fig. 1 A view of the body of a man with a duralumin rod in the left half of the chest and pools of blood in the vicinity (**a**). Nearby was an overturned ladder (arrow in **b**) and tomato seedlings, supported by duralumin rods (**b**)



cause of death was hemorrhage following an accidental stab wound to the thoracic aorta.

Discussion

Deaths caused by sharp objects account for a total of 1.2% of all deaths; 70–80% of these cases are homicides, with suicides making up about 20–30%; accidental deaths are very rare [1, 2]. Deaths are usually due to incised wounds, penetrating or perforating stab wounds, chop wounds, or to a combination [3].

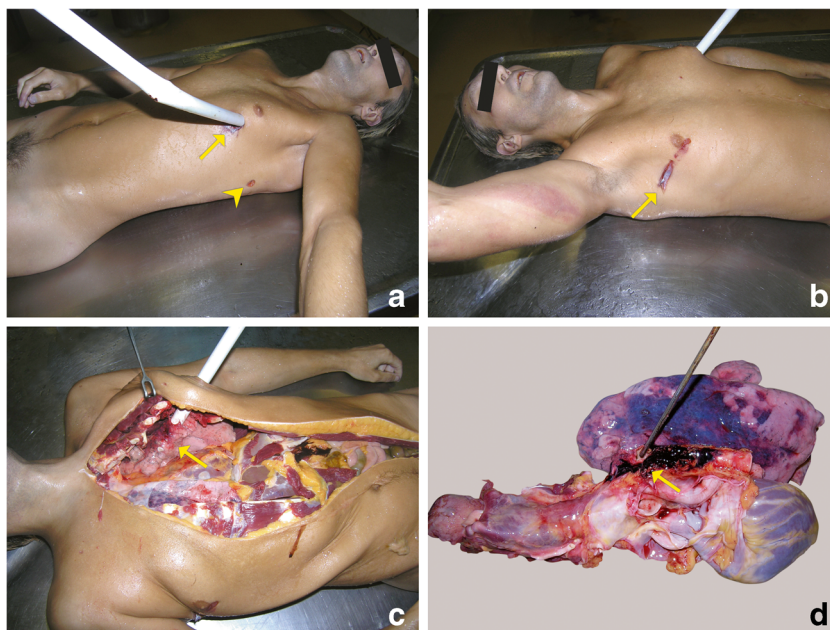
Most accidental deaths due to sharp force injuries result from falling onto splinters of glass or occur in traffic accidents or injuries at work (from machinery) [1, 3]. Accidental stab injuries caused by other sharp/pointed tools (knives, daggers) are very unusual in the literature. Prahlow describes the case of a 64-year-old man found in his workshop with a knife embedded in his eye and brain. The man had been attempting to sharpen the knife when it hit a divot and was propelled

upward into his eye and brain [3]. Hirt and Karger described a fatal cerebral injury from the free-flying blade of a combat knife [4]. In our department, we had the case of a man who pierced his femoral artery when opening a pack of yogurt with a knife.

The number and location of sharp force wounds may vary. In cases of falling onto glass the wounds can be multiple, whereas in cases of traffic or work injuries we usually encounter isolated lesions (wounds). In fatal cases caused by splinters of glass, the wounds are morphologically different and distributed heterogeneously. Many victims in this group show multiple scratches, abrasions and superficial incisions as well as one deeper lethal injury [5].

Determination of the cause of death is usually straightforward - in most cases death follows from exsanguination, brain injury, air embolism or aspiration of blood [6, 7]. On the other hand, determining the manner of death is often complicated. Distinguishing between suicide, homicide, or accidental death requires taking into account the type and number of injuries,

Fig. 2 The left half of the deceased's chest with a duralumin rod (arrow in **a**) and a stab wound located in the axilla in line with the 8th rib (arrowhead in **a**). Detail of the cut on the right side of the chest (arrow in **b**). The tract of the stab wound passed through the upper lobe of the left lung (arrow in **c**). Detailed view of the stab wound (arrow in **d**)



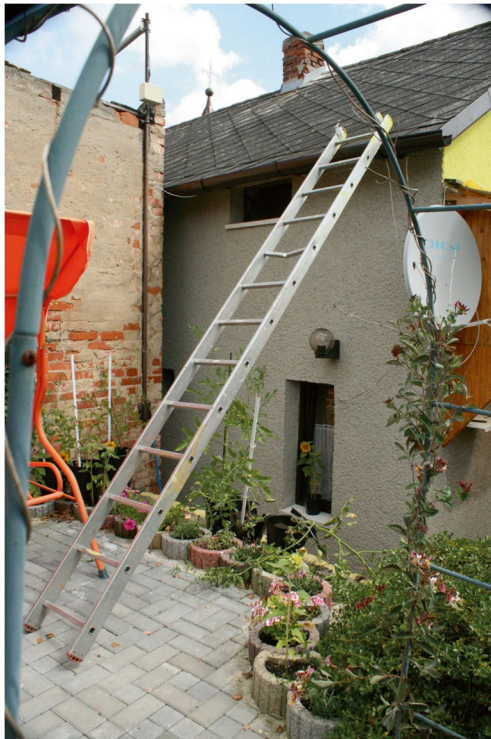


Fig. 3 The probable position of the ladder before death due to falling on duralumin rods supporting tomato seedlings

their anatomical location, investigation of the surroundings, the presence of hesitation marks or defense wounds, the psychiatric history of the deceased, and toxicological analysis, etc. [7–9].

Without knowing all of the above, it may be difficult to arrive at a conclusion of accidental death in cases of sharp force injuries. These deaths can resemble both homicide and suicide due to their ambiguous findings. In the present case, it was initially problematic as we did not have photographs of the site where the body was found. Multiple stab wounds, as well as the presence of a cut wound, could indicate repeated attacks by another individual. Further, the oblique course of the stab channels as well as the absence of injuries on the contours of the body, clearly indicating a fall, also pointed in the same direction [10]. It was only after subsequent investigation that it became clear that the deceased man fell from a ladder while repairing the eaves of the house (Fig. 3). He fell from a height onto tomato seedlings that were supported by metal rods. Two of the rods penetrated the chest and one of them remained embedded there. The cutting wound on the right side of the chest could

be explained by a concurrent laceration due to a sharp object (rod) on the surface of the body.

Accidental deaths caused by sharp objects are rare in routine forensic practice. Without knowing all the circumstances and the facts surrounding the death, it is usually not possible to decide whether another individual was involved. Investigations of such a case must therefore be done as though it was a violent death caused by another individual (murder). Successfully solving these types of deaths therefore requires a close collaboration between law enforcement, forensic physicians and toxicologists.

Compliance with ethical standards

Conflict of interest The authors declare that they have no conflict of interest.

Ethical approval All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institutional and national research committee and with the 1964 Helsinki declaration and its later amendments or comparable ethical standards.

References

1. Vassalini M, Verzeletti A, De Ferrari F. Sharp force injury fatalities: a retrospective study (1982–2012) in Brescia (Italy). *J Forensic Sci*. 2014;59:1568–74.
2. Karger B, Niemeyer J, Brinkmann B. Suicides by sharp force: typical and atypical features. *Int J Legal Med*. 2000;113:259–62.
3. Prahlow JA, Ross KF, Lene WJW, Kirby DB. Accidental sharp force injury fatalities. *Am J Forensic Med Pathol*. 2001;22:358.
4. Hirt M, Karger B. Fatal brain injury caused by the free-flying blade of a knife – case report and evaluation of the unusual weapon. *Int J Legal Med*. 1999;112:313–4.
5. Karger B, Rothschild M, Pfeiffer H. Accidental sharp force fatalities – beware of architectural glass, not knives. *Forensic Sci Int*. 2001;123:135–9.
6. Oparah SS, Mandal AK. Penetrating stab wounds of the chest: experience with 200 consecutive cases. *J Trauma Acute Care Surg*. 1976;16:868–72.
7. Mazzolo GM, Desinan L. Sharp force fatalities: suicide, homicide or accident? A series of 21 cases. *Forensic Sci Int*. 2005;147:S33–5.
8. Schmidt U, Pollak S. Sharp force injuries in clinical forensic medicine—findings in victims and perpetrators. *Forensic Sci Int*. 2006;159:113–8.
9. Burke MP, Baber Y, Cheung Z., et al. *Forensic Sci Med Pathol* 2018; <https://doi.org/10.1007/s12024-018-9982-x>.
10. Karlsson T. Homicidal and suicidal sharp force fatalities in Stockholm, Sweden.: orientation of entrance wounds in stabs gives information in the classification. *Forensic Sci Int*. 1998;93:21–32.

Komentář k přiložené publikaci č. 13

HANDLOS, Petr, Klara HANDLOSOVA and Marek JOUKAL. Exsanguination from arteriovenous fistula: suicide or chronic wound?. Forensic Science Medicine And Pathology [online]. 2020, 16(2), 377–378. ISSN 1556-2891. Available at: doi:10.1007/s12024-019-00190-7

IF (2019) = 1,527; Kvartil Q2

Podíl autora na publikaci: První autor (35 %). Autor se podílel na koncepci sdělení, forenzní interpretaci problematiky a na sepsání rukopisu.

Publikace představuje odbornou reakci na dříve publikovaný případ údajné sebevraždy způsobené drobným defektem arteriovenózní fistule (AVF) u pacienta s chronickým renálním selháním. Autoři na základě vlastních zkušeností upozorňují, že drobný defekt kožního krytu nad fistulí nemusí být vždy bodná rána, ale může jít o spontánně vzniklý defekt oslabené cévní stěny v místě opakované punkce dialyzačními jehlami, případně sekundárně změněné ložisko chronického zánětu, z něhož může dojít k masivnímu krvácení.

Klíčovým přínosem práce je zdůraznění významu histologického vyšetření okolních tkání. Mikroskopické prokázání zánětlivé infiltrace a degenerativních změn cévní stěny může odlišit spontánní rupturu od poranění ostrým nástrojem a tím podpořit správné určení mechanismu smrti. Bez histologického vyšetření může být nález zavádějící a vést k chybnému závěru o cizím zavinění či suicidálním jednání.

Autoři dále poukazují na potřebu komplexní korelace s dalšími nálezy, například defektem oděvu v místě rány nebo přítomností krve na údajném nástroji, což může pomoci vyloučit aktivní poranění. Publikace tak rozšiřuje diagnostický rámec u specifické skupiny pacientů a zdůrazňuje nutnost opatrnosti při interpretaci atypických krvácivých úmrtí.



Exsanguination from arteriovenous fistula: suicide or chronic wound?

Petr Handlos¹ · Klára Handlosová¹ · Marek Joukal²

Accepted: 20 September 2019 / Published online: 22 October 2019
© Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2019

We have read with great interest the article “Exsanguination from a puncture wound to arteriovenous fistula as the method of suicide in a chronic kidney disease patient” where the authors described suicide due to fatal blood loss through a small puncture wound in an arteriovenous fistula (AVF) of the left forearm, inflicted by a small Swiss Army knife [1].

In the past, we have repeatedly had cases of lethal exsanguinations from the AVF in patients with chronic renal failure [2]. In our cases, AVFs were in the non-dominant left limb and were considerably proximal in location. In one case during the autopsy we found a circular defect 0.3 cm in diameter with bloodied margins that communicated directly with the underlying AVF (Fig. 1a). The defect looked like puncture wound and the pathologist found that the preliminarily cause of death was attributed to bleeding, probably by self-harm injury with a sharp or pointed cutting tool. However, histological examination revealed necrosis of the wall of the cephalic vein immediately next to the defect with chronic inflammatory cell infiltration in the soft tissues (Fig. 1b). Inflammatory changes are typically localized to the tiny area of the skin where the dialyzer needles were repeatedly introduced. In the cases when a scab is subsequently created at the site, it could mask the signs of ongoing inflammation. Development of inflammatory changes in the area of the AVF is the decisive factor, which led to deterioration of the vessel wall and fatal bleeding from the fistula [3]. These small defects could mimic the stab wounds. However, in cases

of self-mutilation or suicides there are usually multiple stabs of the skin penetrating to the subcutaneous tissue; on the forearm or carpal region there could be superficial cuts (hesitation marks) [4]. Another important aspect that was not mentioned by authors is whether the stab wound penetrated clothing (then there should be defect on the cuff) or was on the bare skin of the forearm. Also, the authors did not describe whether the knife was stained by blood.

In case of exsanguination from the AVF, we suggest histological examination of the tissue around the defect is performed as this can exclude inflammatory changes and thus support or reject the diagnosis of violent death performed by self-inflicted injury.

Acknowledgements We would like to thank Jana Vachová for skillful technical assistance.

Funding information This study was funded by grant 06/RVO-FNOs/2019.

Compliance with ethical standards

Conflict of interest The authors declare that they have no conflict of interest.

Ethical approval All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institutional and national research committee and with the 1964 Helsinki declaration and its later amendments or comparable ethical standards.

✉ Marek Joukal
mjoukal@med.muni.cz

¹ Department of Forensic Medicine, University Hospital Ostrava, CZ-708 52 Ostrava, Czech Republic

² Department of Anatomy, Faculty of Medicine, Masaryk University, CZ-625 00 Brno, Czech Republic

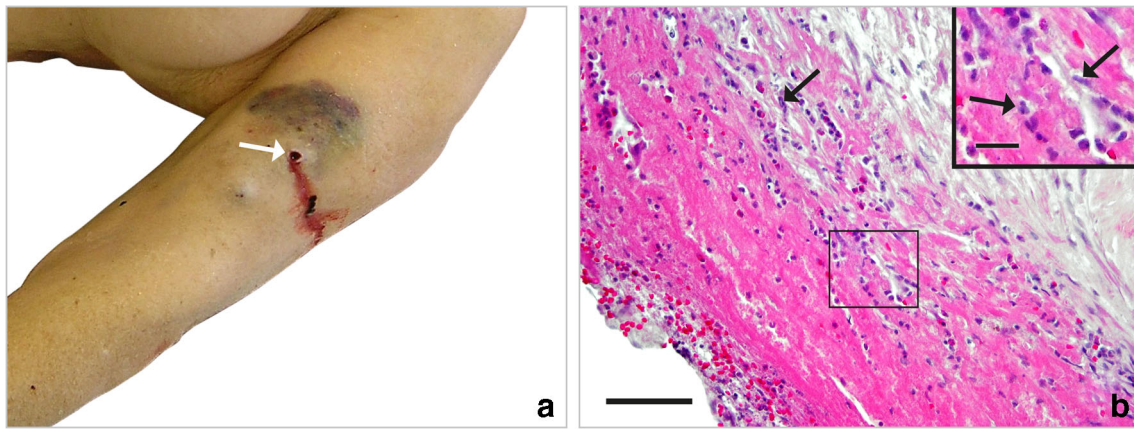


Fig. 1 A circular defect on the front left arm that looked like a puncture wound that communicated directly with the underlying arteriovenous fistula (arrow on **a**). Hematoxylin-eosin stained sections showed incipient

necrosis of the vein wall including inflammatory cells (arrows on **b**). Scale bar: 150 µm; inset: 50 µm

References

1. Živković V, Cvetković D, Nikolić S. Exsanguination from a puncture wound to arteriovenous fistula as the method of suicide in a chronic kidney disease patient. *Forensic Sci Med Pathol*. 2019. <https://doi.org/10.1007/s12024-019-00151-0>.
2. Handlos P, Marecová K, Smatanová M, Dvořáček I, Dobíáš M. Fatal hemorrhage from an arteriovenous fistula. *J Forensic Sci*. 2018;63: 1577–81.
3. Byard RW, James RA. Forensic issues in cases of fatal hemorrhage from arteriovenous dialysis access sites. *Forens Sci Med Pathol*. 2007;3:128–32.
4. Byard RW, Klitte Å, Gilbert JD, James RA. Clinicopathologic features of fatal self-inflicted incised and stab wounds: a 20-year study. *Am J Forensic Med Pathol*. 2002;23:15–8.

Publisher's note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Komentář k přiložené publikaci č. 14

HANDLOS, Petr. *Additional practical considerations in the interpretation of multiple sharp-force injuries*. Legal Medicine. 2026, 80, 102773.

IF (2024) = 1,4; Kvartil Q3

Podíl autora na publikaci: Jediný autor (100 %). Autor formuloval koncepci sdělení, provedl forenzní interpretaci problematiky a sepsal rukopis.

Publikace představuje odbornou reakci na práci zabývající se případy sebevražd s mnohočetnými poraněními způsobenými ostrým nástrojem, které mohou svým morfologickým obrazem imitovat vražedný mechanismus. Autor na základě vlastních soudně lékařských zkušeností upozorňuje na některé praktické aspekty interpretace takových nálezů, které mohou být při forenzním hodnocení klíčové.

Hlavním přínosem práce je zdůraznění skutečnosti, že i v případech s vysokým počtem bodných či řezných ran může být rozhodující pouze jediné poranění zasahující vitální anatomickou strukturu, zatímco ostatní léze mohou představovat opakované neúčinné pokusy předcházející vzniku smrtelného poranění. Autor dále poukazuje na to, že při sebevražedném mechanismu bývají poranění často soustředěna do omezené anatomické oblasti a vykazují relativně jednotnou orientaci, přičemž obranná poranění zpravidla chybějí.

Současně je upozorněno na některé specifické nálezové situace, které mohou být při prvotním hodnocení zavádějící. Příkladem může být hluboko zavedený ostrý nástroj v těle nebo drobná poranění prstů vzniklá při manipulaci se zbraní, která mohou imitovat obranná poranění. V takových případech je nutné hodnotit nález komplexně a v kontextu dalších morfologických i okolnostních údajů.

Přínosem publikace je zejména doplnění praktických interpretačních hledisek při diferenciální diagnostice mezi sebevraždou a vraždou u případů mnohočetných poranění ostrými nástroji. Práce tak rozšiřuje diagnostický rámec soudně lékařského hodnocení těchto případů a upozorňuje na nutnost opatrného posuzování morfologických znaků, které mohou být při izolovaném hodnocení zavádějící.



Letter to Editor



Additional practical considerations in the interpretation of multiple sharp-force injuries

Dear Editor,

I read with great interest the recently published article by Sartori et al. "When suicide mimics homicide: A forensic analysis of three cases involving multiple sharp-force injuries", in which the authors present and discuss cases of suicide associated with multiple sharp-force injuries [1] (Fig. 1).

In this context, it is reasonable to agree that, in such cases, the bodies of deceased individuals may display injury patterns whose characteristics can be consistent either with an assault by another person using a sharp-edged weapon or with self-inflicted trauma [1,2].

In our forensic practice, we have repeatedly encountered cases characterised by a high number of stab wounds (Fig. A). In instances of self-inflicted injury, however, the injury complex is typically confined to specific anatomical regions, with wounds showing a largely uniform distribution and orientation. In addition, defensive injuries are usually absent, as also emphasised by the authors and previously reported in the forensic literature [1,3].

Despite the extensive external injury pattern, autopsy findings in such cases often reveal only a solitary injury to a vital anatomical structure that is, by its nature, rapidly fatal. This observation suggests that the multiplicity of superficial or closely clustered wounds does not necessarily reflect repeated fatal attempts, but rather repeated ineffective actions preceding the infliction of a decisive injury, as described in previous studies on sharp-force suicides [3,4].

Fig. B illustrates a case of male suicide in which a sharp-edged weapon was embedded in the cervical region up to the level of the handle. Although such a finding may, at first glance, suggest homicidal violence, it does not in itself exclude a suicidal manner of death [1,5]. In similar cases, the weapon may be driven into the body using both hands, with one hand stabilising the handle while the other applies additional force to advance the blade deeper into the tissues. During penetration, particularly when resistance from skeletal structures is encountered, slippage of the weapon may occur.

This mechanism may result in minor incised injuries to the fingers or hands, as demonstrated in Fig. D. Such lesions are consistent with



Fig. 1. Fig. A illustrates multiple stab wounds predominantly confined to a limited anatomical region, demonstrating a high number of sharp-force injuries with a relatively uniform distribution and orientation. Fig. B shows a sharp-edged weapon embedded in the cervical region up to the level of the handle in a case of suicide; although such a finding may initially appear suggestive of homicidal violence, it does not in itself exclude a suicidal manner of death. Fig. C depicts an isolated incised wound of the forearm without accompanying superficial incisions or hesitation cuts in the surrounding area, underscoring the need for cautious interpretation of solitary sharp-force lesions. Fig. D demonstrates a minor incised injury of the thumb, consistent with an accidental cut sustained during manipulation of a sharp-edged weapon, likely resulting from slippage during self-inflicted stabbing.

<https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2026.102773>

Received 28 December 2025; Accepted 1 January 2026

Available online 3 January 2026

1344-6223/© 2026 Elsevier B.V. All rights are reserved, including those for text and data mining, AI training, and similar technologies.

accidental cuts sustained during self-inflicted stabbing and should not be misinterpreted as defensive injuries [3,5].

Fig. C demonstrates an incised wound of the forearm that, at first glance, may be considered suggestive of self-inflicted injury. Notably, however, no additional superficial incisions or so-called hesitation cuts are present in the surrounding area, which would more commonly be expected in suicidal sharp-force injuries [2,3]. Consequently, such isolated incised wounds should be interpreted with particular caution and should not be regarded as diagnostic of self-inflicted injury in the absence of further supportive findings [1,2].

Certain limitations must nevertheless be acknowledged when interpreting these observations. Acute intoxication of the decedent may raise uncertainty as to whether the injuries could have been self-inflicted, particularly in cases involving a high number of wounds [2,4]. Conversely, it cannot be excluded that the first inflicted injury was already fatal or rapidly incapacitating, which may account for the absence of defensive injuries without implying third-party involvement [1,4].

During the preparation of this work the author used ChatGPT (OpenAI) in order to assist with language editing, stylistic refinement, and improvement of clarity and structure of the manuscript text. After using this tool, the author reviewed and edited the content as needed and takes full responsibility for the content of the published article.

Ethical approval

All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institutional and national research committee and with the 1964 Helsinki declaration.

Funding

Supported by Ministry of Health, Czech Republic – conceptual development of research organization (FNOs/2023).

Declaration of competing interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

References

- [1] A. Sartori, G. Del Balzo, D. Raniero, When suicide mimics homicide: a forensic analysis of three cases involving multiple sharp-force injuries, *Leg. Med. (Tokyo)* 80 (2026) 102770, <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2025.102770>.
- [2] F. De Giorgio, M. Lodise, G. Quaranta, A.G. Spagnolo, E. d'Aloja, V.L. Pascali, et al., Suicidal or homicidal sharp force injuries? A review and critical analysis of the heterogeneity in the forensic literature, *J. Forensic Sci.* 60 (5) (2015) 1223–1232, <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12673>.
- [3] B. Karger, J. Niemeyer, B. Brinkmann, Suicides by sharp force: typical and atypical features, *Int. J. Legal Med.* 113 (5) (2000) 259–262, <https://doi.org/10.1007/s004149900093>.
- [4] M. Vassalini, A. Verzeletti, F. De Ferrari, Sharp force injury fatalities: a retrospective study (1982–2012), *J. Forensic Sci.* 59 (6) (2014) 1568–1574, <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12487>.
- [5] C. Brunel, C. Fermanian, M. Durigon, G.L. de la Grandmaison, Homicidal and suicidal sharp force fatalities: autopsy parameters in relation to the manner of death, *Forensic Sci. Int.* 198 (1–3) (2010) 150–154, <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.02.017>.

Petr Handlos^{a,b,*} 

^a Department of Forensic Medicine, University Hospital Ostrava 70852 Ostrava, Czech Republic

^b Department of Forensic Medicine, Faculty of Medicine, University of Ostrava 701 03 Ostrava, Czech Republic

* At: Department of Forensic Medicine, University Hospital Ostrava, 70852 Ostrava, Czech Republic.
E-mail address: petr.handlos@fno.cz.