3/06 zlom 21.7.2006 10:46 Stránka 164
proLékaře.cz | 16.11.2026

Použití skenovací elektronové mikroskopie při detekci povýstřelových částic

Havel J.[1], Vajtr D.[2], Starý V.[3], Vrána J.[3], Zelenka K.[1], Adámek T.[4]

[1] Policie České republiky, Odbor kriminalistické techniky a expertiz, Praha
[2] Oddělení soudního lékařství Nemocnice Sokolov s.r.o.
[3] ČVUT, Ústav mechaniky, Praha
[4] Ústav soudního lékařství 3. LF UK a FNKV

Souhrn

Skenovací elektronová mikroskopie rozšiřuje možnosti vyšetření okolí střelného poranění v soudním lékařství, je další pomocnou metodou k rozlišení místa vstřelu a výstřelu, doplňující morfologická metoda pro posouzení vzdálenosti střelby v soudním lékařství, umožňuje detekovat povýstřelové částice na rukou střelce a zajištěné vzorky dokumentovat a uchovávat. Průkaz povýstřelových částic poskytuje řadu informací o složení střely a zápalky náboje. Autoři demonstrují možnosti detekce povýstřelových zplodin na experimentálních nástřelech do kruponu v různých situacích (v místnosti a ve volném prostoru) a při použití různých zbraní (pistole ČZ vz. 75 a samopalu vz. 58) a praktické aplikace.

Klíčová slova: skenovací elektronová mikroskopie – průkaz povýstřelových částic – experimentální nástřely

Summary

Using of Scanning Electron Microscopy for Detection of Gunshot Residue

Scanning electron microscope improves the possibility of investigation of surroundings near of gunshot wounds in forensic medicine, it is the next subsequent method for differentiating of area of entrance and exit wound, supplemental method for determination of firing distance, permit of detection (GSR) on the hand of shooter and ensured describing of samples and their stored. Detection of GSR provides many information about composition of bullet and primer. Authors are demonstrating the possibility of detection of GSR on experimental shooting to the krupon (pigs' skin) in different situation (such as in a room and in outside area) and using of different weapon (hand gun CZ No.75 and machine gun No.58).

Key words: scanning electron microscope – detection of the gunshot residues – experimental shooting to the krupon (pigs skin)

Soud Lék., 51, 2006, No. 3, p. 42–46

Úvod

V současné době jsou pro detekci povýstřelových částic používány otiskové metody a snímání GSR na adhezivní terčíky zejména z oděvních součástek. Z biologických tkání se povýstřelové zplodiny snímají otiskovými metodami a to pouze v místech, která nejsou větší měrou znečištěná krví a tkáněmi. Autoři Havel, Zelenka použili metodiku stěru povýstřelových částic do butanolu pro metodu Energodisperzní roentgenové fluorescenční spektrometrie (1-3). V naší práci jsme tuto metodu aplikovali pro skenovací elektronovou mikroskopii (SEM) vzorků z biologického materiálu (kruponu a kosti). Použitím této metody je možné snížit nežádoucí množství vedlejšího biologického balastu na pozadí zkoumaného vzorku. Současně jsme chtěli ověřit možnosti této metody, tzn. její specifitu – za předpokladu, že nedochází k degradaci částic butanolem a jaká je výpovědní hodnota spekter a tvaru částic souvisejících se střelbou. Senzitivitu metody jsme ověřili na experimentálních nástřelech do prasečí kůže - kruponu v různých situacích. Specifitu prezentují spektra detekovaných kovů, které jsou typickou součástí jednotlivých komponent střely. Podrobnější klasifikace (4, 5) používá rozdělení jednotných střel na poloplášťované, celoplášťované, ex-

3/06 zlom 21.7.2006 10:46 Stránka 165
proLékaře.cz | 16.11.2026

panzní s otevřenou dutou špičkou, dále speciální lovecké střely s mosaznou kuklou, překrývající expanzní dutinu apod. a na neopláštované střely olověné. Pláště střel jsou tenkostěnné měděné, tombakové a mědiniklové. Pláště z hlubokotažné oceli jsou plátované tombakem nebo mědiniklem. Olověné střely jsou legované antimonem. Spektra kovů a morfologický obraz umožní prokázat kovy pocházející ze zápalky, která obsahuje jako hlavní komponenty trinitroresorcinát olova (TNR), z 55 %, ve 25 % dusičnan barnatý a 10 % sirníku antimonitého. Některé zápalky, např. X Lead Free, obsahují Mn a K a neobsahují olovo a barium, zápalky Hirtenberger Lead Free obsahují Sr. Zápalky Geco Sintox převážně Ti a Zn (6).

Materiál a metodika

Metodika

Celkem byly provedeny nástřely a) v místnosti na 15, 200 a 300 cm z pistole b) v nekrytém prostoru na 150, 200, 250 cm z pistole a 300 a 500 cm ze samopalu a byl vyšetřen vzorek z okolí vstřelu u sebevraždy střelnou zbraní. Z kruhové plochy 22 cm^2 byly provedeny stěry do vatového tampónu s n-butanolem. Tyto byly sonifikovány 3x15 minut do n-butanolu cca 5 ml a přiodpařeny v Petriho misce. Na případu sebevraždy průstřelem hlavy se známkami přiložení zbraně jsme si ověřili možnost odběru povýstřelových částic z lemu očazení a vtrysklých povýstřelových zrnek na zevní desce kosti spánkové (obr. 1).

Principy a použití skenovací elektronové mikroanalýzy v SEM

Řádkovací elektronový mikroskop (7, 8, 9) umožňuje pozorovat povrch materiálů pomocí produktů interakce urychlených elektronů s materiálem. Jedním z produktů této interakce je i rentgenové záření (RTG). Toto záření vzniká při nepružných interakcích primárních elektronů s atomy materiálu. Vlnové délky příp. energie jednotlivých spektrálních čar charakteristického záření odpovídají energiím vazebních elektronů a jsou proto charakteristické pro jednotlivé prvky.



Obr. 1. Lem očazení a vtrysklých prachových zrnek na zevní desce kosti spánkové

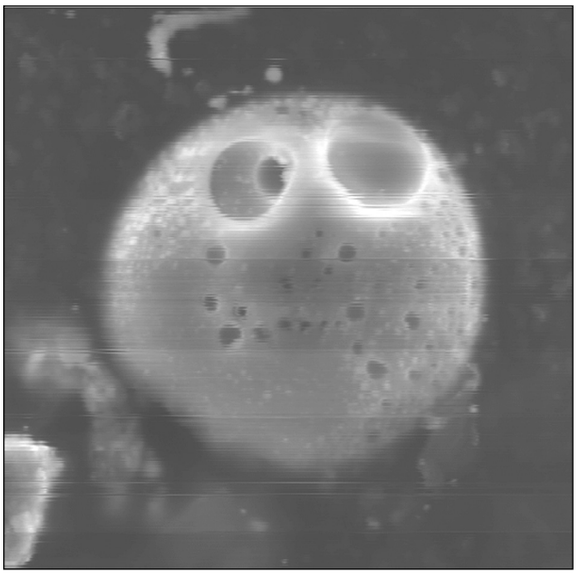
Použité zbraně

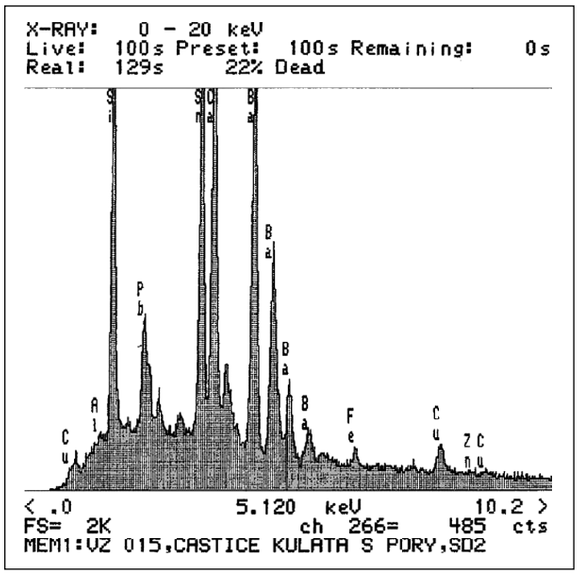
Samonabíjecí pistole zn. ČZ model 75, ráže 9 mm Luger. Střelivo: pistolový kulový náboj 9 mm Luger, výrobce Sellier Bellot, v sestavě mosazná nábojnice osazená mosaznou zápalkou typu Boxer, laborovaná celoplášťovou ogivální střelou s ocelovým tombakem plátovaným pláštěm s povrchovou úpravou niklováním a olověným jádrem. Samopal vz. 58, ráže 7,62 x 39, střela: ocelové jádro, olověná košilka a ocelový tombakem plátovaný plášť, nábojnice: ocelová, oboustranně lakovaná, zápalka: Berdan se dvěma zátravkami.

Výsledky

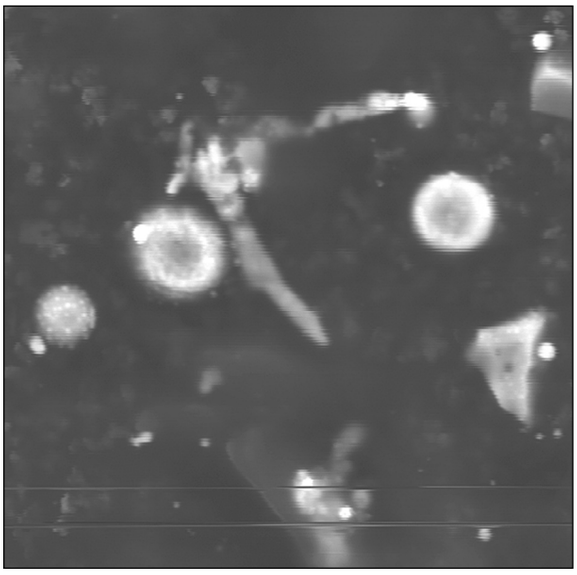
Nástřely v místnosti (pistole ČZ vz. 75) byly provedeny na vzdálenosti 15 cm, 200 cm a 300 cm. Ve vzorcích byly nalezeny sférické globoidní částice s póry průměru 1–15 um i fragmentované částice primerů (obr. 2 a 3), mající spektra kovů: Si – Pb – Cl – Sn – Ca – I –Ba – Fe a pocházející pravděpodobně ze zápalkových primerů, kalíšku zápalky a prachové složce. Částice se spektrem Cu-Zn jsou pravděpodobně fragmenty tombakového pláště (obr. 4 a 5). Ojediněle nacházíme částice s kovy Al-Si-K-Fe a četnější částice biologického materiálu se spektry Na – Cl velikosti 1-5 um. Při nástřelech ve venkovním prostoru (pistole ČZ vz. 75), byly ve vzorcích na 150 cm, 200 cm a 250 cm nalezeny částice se spektry kovů Pb – Sn –Ba. Spektra Cu a Zn svědčí pro plášťované střelivo. Sn obvykle pochází z cínového kalíšku zápalky náboje. Spektra Si z křemičitých vláken, která slouží k iniciaci zápalky (obr. 6 a 7). Při nástřelech ve venkovním prostoru s použitím samopalu vz. 58 (střelba jednotlivými ranami) byly ve vzorcích na 300 cm a 500 cm nalezeny částice se spektry kovů Cu – Sb – Zn (obr. 8). Pro vojenskou munici svědčí nález antimonu Sb. V případech, kdy se morfologicky neprokáže typický tvar zápalkového primeru, nelze identifikovat, zda kovy Pb a Sb pocházejí ze zápalky nebo jádra střely apod. Stěr z místa vstřelu (pistole, ráže 9 mm) u případu sebevraždy průstřelem hlavy s přiložením zbraně: z lemu očazení a vtrysklých povýstřelových zrnek na zevní desce kosti spánkové lze prokázat částice se spektry Pb a Ba (obr. 9).

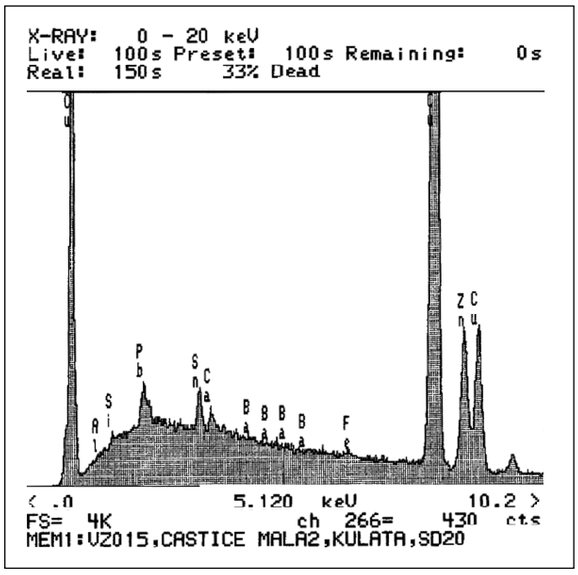
3/06 zlom 21.7.2006 10:46 Stránka 166
proLékaře.cz | 16.11.2026





Obr. 2 a 3. Nespálené částice zápalkových primerů





Obr. 4 a 5. Částice tombakového pláště, na povrchu kondenzované kovy zápalky s nízkými čarami kovů Pb – Sn – Ba

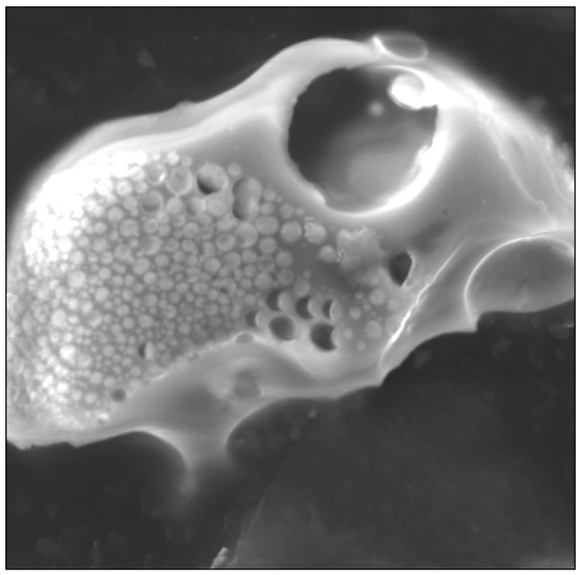
Diskuse

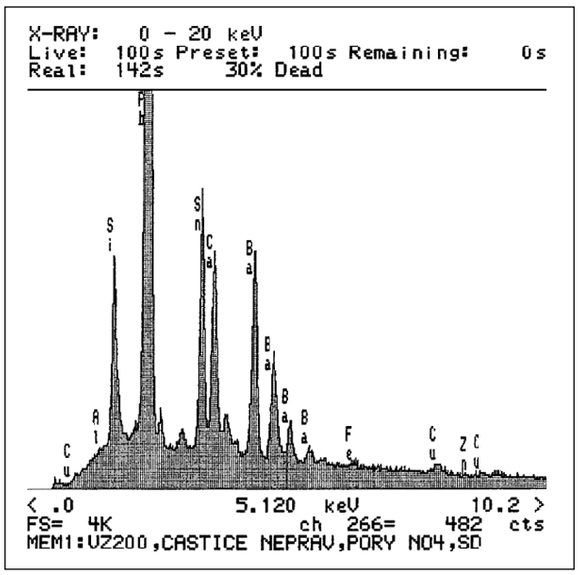
Metoda skenovací elektronové mikroskopie může pomocí morfologického obrazu stanovovaných kovů identifikovat, zda jde o kovy povýstřelových reziduí. Využití skenovací elektronové mikroskopie (SEM) publikovala řada autorů. Detekcí povýstřelových zplodin na rukou střelce se zabývali již Andraško, 1977, Kage a Kudo, 2001 a Zeichner, 2001. Sledováním částic na povrchu projektilu s využitím SEM, které mapuje dráhu projektilu různými materiály např. dveře vozidla, dřevem, sklem, sádrou nebo biologickou tkání publikovali Karger (10), Di Maio (11). Zápalkovými primery a jejich morfologií a spektry se zabývali autoři L. Niewohner a H.W. Wenz (6). Autoři pomocí skenovací elektronové mikroskopie sledovali zápalkové primery v nejčastěji používaných nábojích pro pistolové ráže 9 mm.

Závěr

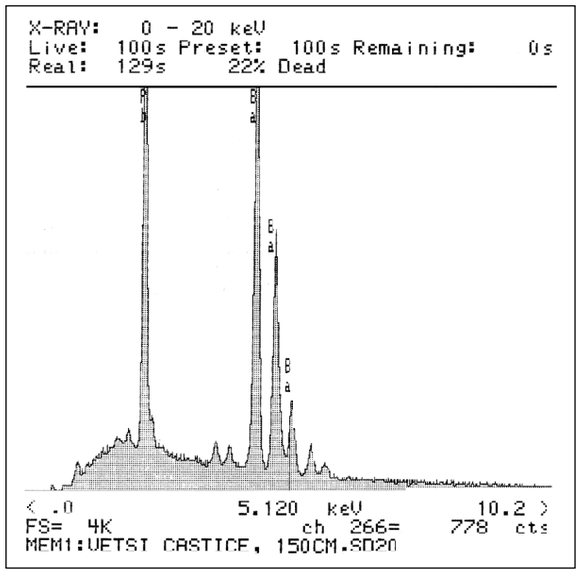
Skenovací elektronová mikroskopie může pomocí morfologického obrazu stanovovaných kovů přispět k identifikaci, zda se jedná o kovy po vý-

3/06 zlom 21.7.2006 10:46 Stránka 167
proLékaře.cz | 16.11.2026

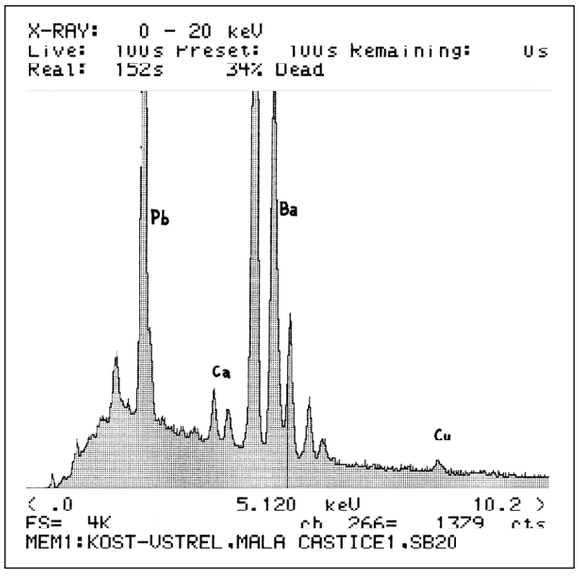




Obr. 6. a 7. Částice primeru s patrnými póry, spektra kovů Pb – Sn



Obr. 8. Částice se spektry Cu – Sb – Zn



Obr. 9. Spektrum Pb a Ba

střelových částic. V soudním lékařství pak podle nálezu zápalkových primerů lze potvrdit místo vstřelu, případně identifikovat povýstřelové částice na ruce střelce u sebevraždy střelnou zbraní.

Literatura

1. **Havel, J., Zelenka, K.:** Energodispersní roentgenová fluorescenční spektrometrie – forenzní metoda nekrochemické expertizy detekce kovů střel při střelných poraněních. Soud. Lék., 2003, 2, s. 22–27. – 2. **Havel, J.:** Energodispersní roentgenová fluorescenční spektrometrie – forenzní metoda nekrochemické expertizy k určení vstřelů a výstřelů při střelných poraněních. Sou. Lék., 2003, 3, s. 42–44. – 3. **Havel, J.:** Energodisperzní roentgenová fluorescenční spektrometrie – forenzní metoda nekrochemické expertizy k určení vstřelů a výstřelů při střelných poraněních. Soud. Lék., 2003, 4, s. 57–60. – 4. **Caras, I.:** Střelivo do ručních palných zbraní. Praha 1995, s. 45–48. – 5. **Kříbek, J.:** Střelné zbraně, I. část. Nakladatelství PC- DIR, Brno, 1995, s. 72–78. – 6. **Niewohner, L., Wenz, H.W.:** Applications of focused ion beam systems in gunshot residue investigation. J Forensic Sci., 1999, Jan. 44(1),105–109. – 7. **Hulínský, V., Jurek, K.:** Zkoumání látek elektronovým paprskem. SNTL, Praha 1982, s. 51–56. – 8. **Sharmová, Sulovský:** Zkušenosti s využíváním mikroanalytického kompletu SEM-EDX-WDX, MEGA 1990, č. 1, s. 12–14. – 9. **Furbacher, I.:** Lexikon technických materiálů. Verlag Dashofer, Praha 1998, s. 126–127. – 10.

3/06 zlom 21.7.2006 10:46 Stránka 168
proLékaře.cz | 16.11.2026

Karger et al.: Trajectory reconstruction from trace evidence on spent bullets. I. Deposits from intermediate targets. Int J Legal Med. 2001 Aug;115(1), s. 16–22. – 11. **Vincent, J.M. Di Maio:** Gunshot Wounds: Practical Aspects of Firearms, Ballistics, and Forensic Techniques. January 1985, ISBN: 0444009280, s. 135–139.

Ing. Jaroslav Havel
Policie České republiky
Správa hl. m. Prahy,
Kongresová 2,
140 21 Praha 4
e-mail: jhavel@seznam.cz

DIAGNOSTIKA A LÉČBA MNOHOČETNÉHO MYELOMU

Supplementum č. 2 časopisu Trasnfuze a hematologie dnes

Doporučení vypracované Českou myelomovou skupinou a experty Slovenské republiky pro diagnostiku a léčbu mnohočetného myelomu.

Proces formování názorů na optimální léčbu jakékoliv nemoci má svůj historický vývoj. Zpočátku bylo léčení považováno dominantně za umění *(ars medici)* a v umění, jak známo, existují sice určité směry, ale žádná přísná pravidla. Od počátku minulého století se názory na léčbu odvíjely od mínění vedoucích osobností oboru, které se zakládalo na jejich zkušenosti. Koncem minulého století, v době prudkého rozvoje informačních technologií, se mění i způsob formování názorů na optimální léčbu. Z takzvané *opinion based medicine* vzniká *evidence based medicine*. Počítačové zpracování dat umožnilo rychlé vyhodnocení výsledků klinických studií, prováděných na souborech o tak velkém počtu jedinců, aby rozdíly ve výsledcích nemohly být způsobeny individuální variabilitou. *Evidence based medicine* rozděluje sílu důkazu do kategorií a dle nich odvozuje také úroveň doporučení. Takto roztříděné veškeré dostupné informace jsou pak základem tvorby názorů na to, co lze považovat za optimální a co ne.
Výše uvedené doporučení zcela respektuje tyto principy. Ve stručnosti uvádí přehled studií, které řeší dílčí otázky související s léčbou a z nich dle principů uvedených v tabulce formuluje konkrétní doporučení pro praxi jak řešit tu či onu situaci u pacienta.
Čtenář zde nalezne návod, jak dospět k diagnóze u osob s hraničními nálezy, je zde definováno kdy je vhodné začít léčbu a jakou léčbu pro které pacienty považovat za optimální. Léčba zhoubných chorob však není prosta vedlejších účinků, a proto obsahuje text návod, jak se těmto nežádoucím účinkům vyhnout, nebo jak je zmírnit, jaké léky přidat s cílem profylaxe nežádoucí účinků k základní protinádorové léčbě. Hodně prostoru je zde věnováno zkušenostem s novými léky, thalidomidem a bortezomibem.
Doporučení pro léčbu mnohočetného myelomu svojí formou odpovídá obdobným textům, tvořených Americkou onkologickou společností, případně evropskými hematoonkologickými společnostmi. Obsáhlostí a precizností argumentace se liší od některých doporučení zveřejněných v ČR, nicméně preciznost, věcnost a zdůvodnění každého dílčího doporučení dle výše uvedeného principu bude čím dále tím více důležité, neboť jednotlivé léčebné alternativy mají i svoje finanční rozměry, které se v případě nových léků ze skupiny *targetid therapy* pohybují v rozmezí 5 000 000 až 1 000 000 Kč na jednu léčebnou kůru pro pacienta. Vzhledem k ekonomickému dopadu těchto doporučení existují v USA i Německu instituce, ověřující správnost, aby tak zamezily zveřejnění doporučení zvýhodňující zájmy některé farmaceutické firmy. V ČR a SR tuto kontrolní roli převzaly výbory Slovenské a České hematologické společnosti.

Rok vydání 2005. Pro předplatitele časopisu Transfuze a hematologie dnes je supplementum zdarma. Ostatní zájemci si jej mohou objednat za cenu běžného čísla, tj. 60 Kč (85 Sk) na adrese:

Nakladatelské a tiskové středisko ČLS JEP, Sokolská 31, 120 26 Praha 2, fax: 224 266 226, e-mail: nts@cls.cz