

Aus dem Institut für gerichtliche Medizin — der Medizinischen Akademie
in Poznań (Leiter: Doz. Dr. E. CHRÓŚCIELEWSKI)

Größe der Einschußöffnung im Knochen und die Schußweite (bei kleinkalibriger Sportwaffe)

Von

TADEUSZ MARCINKOWSKI

Mit 2 Textabbildungen

(Eingegangen am 14. Januar 1963)

Kann man sehr leicht die Schußrichtung auf Grund der charakteristischen Veränderungen in platten Knochen feststellen, so läßt sich die

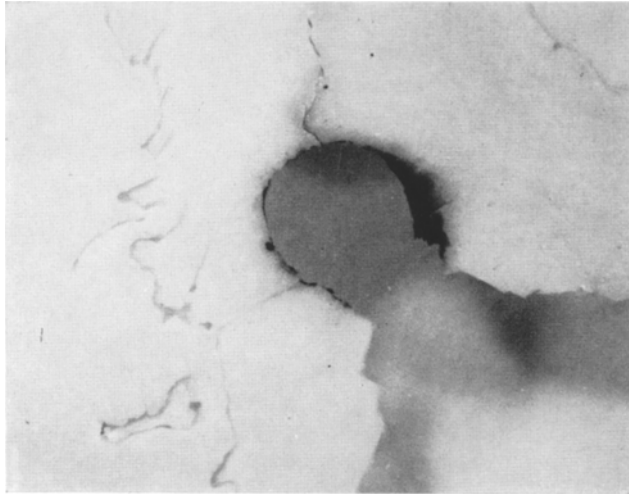


Abb. 1

Entfernung, aus welcher der Schuß abgegeben worden ist, schwer feststellen, insbesondere wenn man nur über Knochenmaterial verfügt, wie das z. B. bei Leichen der Fall ist, die schon erhebliche, nach dem Tode auftretende Veränderungen aufweisen.

Anlässlich eigener experimenteller Versuche betreffs der Wirkung von Schüssen aus kleinkalibrigen Sportwaffen konnte festgestellt werden, daß das Vorhandensein von charakteristischen Veränderungen auf der Oberfläche des Knochens, die selbst nach Maceration des Knochens erhalten bleiben, bei der Feststellung der Schußweite behilflich sein kann. Diese Veränderungen treten als Ränder auf, und zwar:

1. Bräunlicher Rand, welcher bei Schüssen aus unmittelbarer Entfernung entsteht,

2. Rand der Wärmewirkung des Geschosses, welcher bei einer Schußweite von 40—60 cm entsteht.

Der erste wird durch Anbrennen des Knochens hervorgerufen (Abb. 1), der zweite dadurch, daß das Geschöß auf der Oberfläche des Knochens den Stoff hinterläßt, der zur Konservierung des Geschosses dient. Der Rand ist um so deutlicher, je kürzer die Schußweite ist (Abb. 2).

Der erste Rand entsteht nur unter besonderen Umständen, die im einzelnen in einer anderen Abhandlung besprochen worden sind¹²;

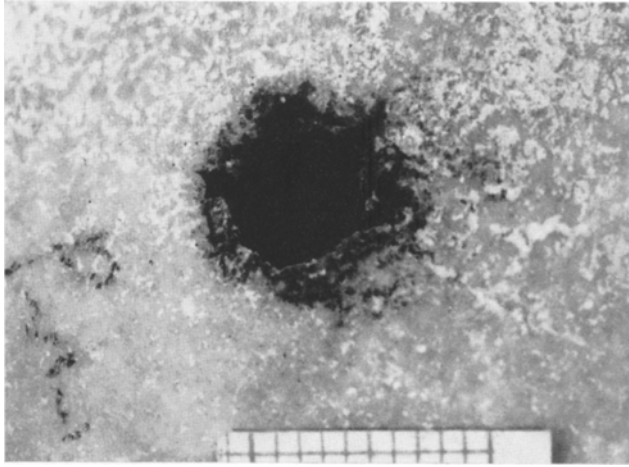


Abb. 2

der zweite jedoch ist in der Regel erkennbar und hat keine geringe diagnostische Bedeutung, wobei man ihn von dem typischen Schmutzrand unterscheiden muß, der bei Schüssen aus weiterer Entfernung entsteht.

Beide Ränder sind Erscheinungen, die nichts mit den von HOFFMANN und HABERDA⁵ bzw. BENASSI^{1,2} beschriebenen Veränderungen Gemeinsames haben, was unter anderem mittels entsprechender Vergleichsproben bewiesen worden ist¹².

Bei der Erwägung, daß auch andere Veränderungen in platten Knochen für die Schätzung der Schußweite tauglich sein können, richteten wir unser Augenmerk auf die Größe der Einschußöffnungen und die Durchschlagskraft des Geschosses.

Material

Als Schußwaffe diente ein kleinkalibriger Sportkarabiner (Kaliber 5,6 mm) mit langen Patronen (long-rifle) mit seitlicher Zündung und rauchlosem Pulver. Man gab Schüsse auf platte Knochen des Kopfes,

des Brustbeins und der Rippen ab, kurz nach der Herausnahme aus der Leiche und auf macerierte, trockene Knochen.

Prüfung der Durchschlagskraft (Perkussionskraft)

Zweifellos haben für das besprochene Problem auch Beobachtungen, welche die Fähigkeit des Geschosses betreffen, bestimmtes Material zu durchschlagen, eine gewisse Bedeutung. Bekanntlich haben scharf zugespitzte Geschosse eine größere Durchschlagskraft als abgerundete und verflachte (natürlich nur dann, wenn sie mit der Spitze und nicht mit der Seite treffen). Außerdem übertreffen Geschosse aus hartem Metall in dieser Hinsicht solche, die aus einem Material von geringerer Widerstandsfähigkeit und Elastizität (Spannkraft) hergestellt sind¹¹.

Im gegebenen Falle verwendeten wir mantellose Bleigeschosse, was in gewisser Hinsicht insofern für die Versuche günstig war, weil man annehmen durfte, daß die Durchschlagskraft des Geschosses infolge des zunehmenden Erkaltes des Geschosses im Laufe des Fluges dank der Erhärtung des Metalls zunimmt. Diese Annahme findet übrigens ihre Begründung in der bekannten Erscheinung, daß die Geschosse bei Schüssen aus einer Entfernung von z. B. 100 m eine größere Durchschlagskraft aufweisen, als bei Schüssen aus einer Entfernung von 10 m. MANCZARSKI führt diesbezüglich die Ansicht BENASSIS an, daß bei Schüssen aus kurzer Entfernung die Anfangsgeschwindigkeit so groß ist, daß die Aufschlagkraft die Widerstandskraft des Geschosses übertrifft¹¹. Unserer Ansicht nach läßt sich der Vorgang eher so erklären, daß die Temperatur des Geschosses im Laufe der Wärmeausstrahlung auf die umgebende Luft sich ändert, da eine eventuelle Erwärmung des Geschosses während des Fluges infolge der Reibung an den Bestandteilen des Luftraumes wohl sehr gering sein dürfte und im größeren Ausmaße nicht dem Sinken seiner Temperatur durch Ausstrahlung entgegenwirken kann. Im Laufe des Erkaltes des Geschosses würde seine Widerstandskraft ansteigen und entgegengesetzt proportional zur Empfänglichkeit für Deformierung (Verunstaltung) sein. Bei mantellosen, verhältnismäßig kleinen Bleigeschossen dürfte dieser Vorgang deutlicher in Erscheinung treten und schon bei verhältnismäßig kleinem Unterschied der Schußweite leichter erkennbar sein, während er bei Geschossen, die mit einem harten Mantel gepanzert und von größerem Umfang sind, erst bei größeren Schwankungen der Schußweite bemerkbar ist.

Im Rahmen unserer Untersuchungen schossen wir auch auf eine dicke Papierschicht aus verschiedenen Entfernungen (wobei man ebenfalls die Schüsse ausnutzte, die man zwecks Beobachtung der unmittelbaren thermischen Wirkung der Schüsse abgab).

Man stellte fest, daß Schüsse aus einer Entfernung von 0,5 cm bis 0,5 m 240—290 Papierblätter, dagegen Schüsse aus einer Entfernung von 0,5—1 m 280—350 Blätter derselben Papiersorte durchschlagen. Bei einer Schußweite von 2—5 m dringen die Geschosse viel tiefer ein (sie durchschlugen nämlich ein ganzes Buch, mit 400 Blättern samt dem Einband, der aus dickem, harten Karton bestand, und drangen noch 0,3—0,8 cm tief in ein Brett ein).

Mittels 85 abgegebener Schüsse konnte die einwandfreie Abhängigkeit der Perkussionsfähigkeit der Geschosse von der Schußweite festgestellt werden, die einen geradezu proportionalen Charakter besitzt. Außerdem verminderte sich bei gleicher Schußweite die Durchschlagskraft von Schüssen aus Schußwaffen, bei denen die Innenwand des Laufes vaselinirt war. Die diesbezüglichen Unterschiede waren im Vergleich zu Schüssen, die man aus Schußwaffen abgab, deren Seelenwand nicht mit Vaseline bedeckt war, zwar nicht allzu groß und betrogen etwa 5—20 Blätter, doch waren sie deutlich erkennbar (die soeben erwähnten Beobachtungen machte man bei einer Schußweite von 0,5 cm bis 1 m).

Die Größe der Einschußöffnungen

Ähnlich wie bei den Feststellungen betreffs der Prüfung der Durchschlagskraft des Geschosses mußte man erwarten, daß je nach der Schußweite ebenfalls der Einfluß der Temperatur in der Größe der Einschußöffnung zum Ausdruck kommt. Jedenfalls bestehen genügende theoretische Prämissen zur Annahme einer solchen Möglichkeit. Denn wenn man in Betracht zieht, daß die Koeffizienten der Wärme-Dehnbarkeit der Metalle (in Bezug auf Linie, Oberfläche und Rauminhalt) im allgemeinen beträchtlich sind, so müssen, wenn man die Tatsache der Wärmeveränderung im Geschoß berücksichtigt, mit dem Sinken der Temperatur des Geschosses gewisse Unterschiede in der Größe der Einschußöffnungen auftreten, und zwar in dem Maße, wie die Schußweite zunimmt. Die Wärmeleistung des Bleies ist zwar schwach und entspricht der Zahl 0,08 — zum Unterschied z. B. zum Kupfer, für welches die entsprechende Zahl 0,9 beträgt. Nichtsdestoweniger wird hier der Vorgang des allmählichen Erkaltes des Geschosses stattfinden, wenn auch vielleicht langsamer als beim Kupfer und seinen Legierungen, die zur Panzerung der Geschosse von Feuerwaffen anderer Art angewandt werden. Da jedoch die Masse des Bleigeschosses in Patronen für kleinkalibrige Sportwaffen kleiner ist als in jenen Patronen, so wird auch das Erkalten des Bleigeschosses nicht allzu langsam verlaufen im Vergleich zu jenen, die übrigens in ihren Bestandteilen vorwiegend Blei enthalten.

Die Größe der Einschußöffnungen in Knochen wurde von verschiedenen Verfassern in Anbetracht der Bedeutung für die Bestimmung

des Geschoßkalibers untersucht. Im allgemeinen sind sich die Verfasser darüber einig, daß Unterschiede zwischen Geschoßkaliber und Länge des Durchmessers der Einschußöffnungen im Knochen bestehen. So z. B. bemerkt BERG³ Unterschiede bis 0,95 mm, was 14 % des Kalibers ausmachte.

KOBIELA, SMOLAGA und TOMASZEWSKI⁹ erzielten anlässlich ihrer Experimente, bei Verwendung von durch die Einschußöffnung belichtetem Photopapier sowie mittels (unmittelbarer) direkter Vermessungen an den Knochen Angaben, die Schwankungen zwischen 0,5 mm in minus bis 1,0 mm in plus aufwiesen.

Da Vermessungen dieser Art für die Genauigkeit von ungeheurer Bedeutung ist, bedienten wir uns — um den Einfluß eines Vermessungsfehlers zu vermindern — folgender Verfahrensweise: Das Bild der Einschußöffnung projizierten wir auf eine Wand, die sich in einer ständigen Entfernung von 5 m befand. Zu diesem Zwecke benutzten wir die Beleuchtungslampe eines Mikrophotographieapparates, sowie einen Kondensor, der aus einer einzelnen flach gewölbten Linse bestand, welche sich immer an derselben Stelle befand (sie wurde nicht auf eine andere Stelle verschoben, genau so wie die Lichtquelle). Auf diese Weise erhielt ich das Bild einer Einschußöffnung, deren Durchmesser ungefähr 25 cm betrug, die also etwa 50mal größer war als der Durchmesser der geprüften Öffnung. Somit betrug der Unterschied von 0,5 mm in dem Ausmaße der geprüften Einschußöffnung — auf dem Bilde 2,5 cm. Diese Methode, welche die Genauigkeit der Vermessung vergrößert, erfordert eine parallele Aufstellung der geprüften Öffnung im Verhältnis zur Bildfläche. Das kann man leichter erreichen, wenn man mittels einer Säge einen Teil des Knochens ausschneidet (im Ausmaße von ungefähr 5×4 cm), zusammen mit der zu prüfenden Öffnung. Außerdem bedienten wir uns der Methode, die der von KOBIELA, SMOLAGA und TOMASZEWSKI angewandten ähnlich war⁸ mit dem Unterschied, daß wir nicht das Papier, sondern den Filmstreifen belichteten und die Vermessungen unter Benutzung eines Lanameters vornahmen. Der Bildrand der Einschußöffnung läßt sich dann leicht in einem bestimmten Punkte unterbringen, z. B. in der Mitte des Gesichtsfeldes — dank der Skala, die auf der Projektionswand eingezeichnet ist. Diese Methode hat selbstverständlich ihre Vorzüge, doch sind wir der Ansicht, daß die erste Methode dann vorteilhafter ist, wenn es sich um größere Genauigkeit der Vermessungen handelt. Wir führten Vermessungen des größten und kleinsten Durchmessers jeder Einschußöffnung aus und berechneten dann ihre durchschnittliche Größe. Wir verfertigten eine Reihe von Aufstellungen und Berechnungen aus dem Bereich zweier geprüfter Serien, die

1. Nah-Schüsse (vom unmittelbaren Ansetzen (Anlegen bis 10 cm),
2. Schüsse aus weiterer Entfernung (von 40 cm bis 2 m) betrafen.

Jede Serie umfaßte zehn geprüfte Öffnungen. Wir kamen zu der Schlußfolgerung, daß es zwecks Durchführung von Vergleichen genügt, sich der Berechnungen zu bedienen, welche die kleinsten Durchmesser der Einschußöffnungen betreffen.

Unsere Untersuchungen basierten dabei auf der theoretischen Annahme, daß bei der Berührung des Bleigeschosses mit der Oberfläche des platten Knochens keine Umstände eintreten, die zu einer Verkleinerung des Durchmessers des Geschosses — im Vergleich zu seiner Größe unmittelbar vorher, führen könnten, sondern daß — infolge einer eventuellen Deformierung des Geschosses während des Durchdringens durch den Knochen — sein Durchmesser im weiteren Abschnitt sich nur im gewissen Maße vergrößern kann. Daher erkannte ich den größten und mittleren Durchmesser als weniger charakteristisch an, obgleich auch sie in beiden Serien Unterschiede aufwiesen. Die erzielten Ergebnisse sind in einer Tabelle zusammengestellt, aus der hervorgeht, daß in der Serie I (Nahschüsse) das Mittel 26 (cm auf dem Bilde) beträgt und der Wert σ (standard deviation of the mean) = $\pm 1,3$. In der Serie II (Schüsse aus weiterer Entfernung) betrug das Mittel 24,7.

Die Summe der Quadrate der Abweichungen vom Mittel = 5,66 und $\sigma = \pm 0,76$.

$$2 \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \text{ in der I. Serie} = \pm 0,82 \text{ und in der II. Serie} = \pm 0,48.$$

Man kann also annehmen, daß die oben angegebenen Unterschiede wesentlich sind.

Um eine weitere experimentelle Begründung für die obige Hypothese von der Verkleinerung der Einschußöffnungen je nach dem Anwachsen der Schußweite zu erhalten, beobachteten wir die Änderungen der Schußkanäle in Paraffin-Blöcken. Experimente mit Schüssen auf Paraffinblöcke hat auch O. JELACIĆ⁶ ausgeführt, sie beobachtete jedoch nur die Abhängigkeit zwischen dem Antreffwinkel und den Ausmaßen der Durchmesser der Einschußöffnungen. Bei den eigenen Versuchen übertraf der Durchmesser der Schußkanäle bei Nahschüssen (0,5 bis 10 cm) betreffs der Größe ganz deutlich die entsprechenden Ausmaße der Kanäle bei Schüssen aus weiterer Entfernung (0,5—2 m), wobei die Unterschiede der Reihe nach 1 mm betragen. Die Vermessungen wurden in der Tiefe des Schußkanals durchgeführt und nicht in der Gegend der Einschußöffnung, welche gewöhnlich die Gestalt eines Kraters hat, und im allgemeinen nicht genug deutliche Abgrenzungen für diese Methode von Vermessungen gewährt. Die Resultate waren in beiden Experimentserien von je fünf Schußkanälen übereinstimmend.

Die obigen Angaben weisen daraufhin, daß unter bestimmten Bedingungen der Durchmesser der Schußkanäle bei Schüssen aus naher

Tabelle. Zusammenstellung der Ergebnisse der Vermessungen der Durchmesser (der kleinsten) der Einschußöffnungsbilder auf Knochen der Schädeldwölbung in ständiger Vergrößerung (etwa 50 mal)

	Serie I (Nah-Schüsse)			Serie II (Schüsse aus weiterer Entfernung)		
	Länge des Durchmessers	Abweichung vom Mittel	Quadrat der Abweichung vom Mittel	Länge des Durchmessers	Abweichung vom Mittel	Quadrat der Abweichung vom Mittel
1	25,2	— 0,8	0,64	24,0	—0,7	0,49
2	26	0	0	23,2	—1,5	2,25
3	24,7	— 1,3	2,89	25,5	+ 0,8	0,64
4	25	— 1,0	1,0	26	+ 1,3	1,69
5	28,2	+ 2,2	4,84	24,6	—0,1	0,01
6	24,5	— 1,5	2,25	24,2	—0,5	0,25
7	27,2	+ 1,2	1,44	24,9	+ 0,2	0,04
8	25,3	— 0,7	0,49	25,1	+ 0,4	0,16
9	26	0	0	24,3	—0,2	0,04
10	28	+ 2,0	4,0	25,0	+ 0,3	0,09
	260,0	10,7	17,55	246,8	6,0	5,66
Mittel	26,0	1,1	1,75	24,7	0,6	0,57
σ	$\pm 1,3$			$\pm 0,76$		
2σ	$\pm 2,6$			$\pm 1,52$		
Anzeiger der Veränderlichkeit	5,0			3,07		
$\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	0,41			0,24		
$2 \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	0,82			0,48		

Entfernung größer sein kann als bei Schüssen aus weiterer Entfernung. Das wäre eine Bestätigung zugunsten der Hypothese von der Verkleinerung des Geschößvolumens mit steigender Schußentfernung.

Die erzielten Resultate weisen darauf hin, daß eine gewisse Korrelation (Wechselbeziehung) zwischen dem Durchmesser der Einschußöffnungen und der Schußweite besteht. Dieses höchst interessante Problem wird Gegenstand weiterer Untersuchungen sein. Die von KUSTANOWICZ⁹ betonte Tatsache, daß Einschußöffnungen, deren Durchmesser größer ist als das Kaliber des Geschosses, für Geschosse von großer Schnelligkeit typisch sind, stimmt mit den Resultaten unserer Beobachtungen völlig überein, da doch die Schnelligkeit des Geschosses, die am Anfang am größten ist¹⁴, nach und nach abnimmt. Der Unterschied zu unserer Auffassung besteht vor allem darin, daß wir das Wesentliche dieser Erscheinung in der veränderlichen, volumetrischen Wärmeausdehnbarkeit des Geschosses sehen.

Es kommt manchmal vor, daß, wenn man die Einschußöffnung im Knochen mit dem gegebenen Geschöß mißt, man dieses nicht durch die

Öffnung durchzwängen kann, so daß es scheint, als ob die Einschußöffnung kleiner ist, als das Kaliber des Geschosses. Erklärung dafür ist, daß an den Rändern der Einschußöffnung des elastischen Knochens Vorsprünge entstehen, die besonders bei starker Vergrößerung gut sichtbar sind. Diese können sich beim Eindringen des Geschosses verbiegen und später wieder zur früheren Lage zurückkehren.

Was nun das Anwachsen (in gewissen Grenzen) der Durchschlagskraft des Geschosses in dem Maße, wie es sich von der Laufmündung entfernt, anbetrifft — eine Erscheinung, die auch deutlich bei den eigenen Versuchen hervortrat — so sind wir der Meinung, daß man sich diese Tatsache entgegen der Ansicht BENASSIS¹¹ mit dem Erkalten des Geschosses und infolgedessen der stufenweisen Vergrößerung seiner Widerstandsfähigkeit gegen Deformierung (Verunstaltung) erklären muß. Der italienische Verfasser versucht dies so zu erklären, daß die Anfangsgeschwindigkeit zu groß ist, so daß die Gewalt (Stärke) des Einschlags die Widerstandskraft des Geschosses übertrifft. Man muß jedoch erwägen, daß zwar die kinetische Energie mit der Schnelligkeit des Geschosses ständig abnimmt¹⁴, doch weisen die Werte — was den Beginn der Flugbahn des Geschosses (den aufsteigenden Ast der Flugbahn) anbetrifft, keine größeren Unterschiede in Grenzen bis 100 m bei Karabinerschüssen auf. Hiermit werden auch die Schwankungen im Bereich der kinetischen Energie des Geschosses, welche in der Formel $\frac{mv^2}{2}$ zum Ausdruck kommt, nicht so bedeutend sein, daß sie große Unterschiede hinsichtlich der Wirkung eines solchen Geschosses verursachen, nämlich:

1. nur ein unbedeutendes Eindringen von Eisenblech aus einer Entfernung von 10 m und
2. Durchschlagen dieses Eisenbleches aus einer Entfernung von 100 m.

Meiner Ansicht nach muß man sich diese Erscheinungen mit den Veränderungen der Wärme des Geschosses selbst im Laufe des Fluges und der damit verbundenen Wirkung in der Metallmasse des Geschosses erklären. Wir sind der Ansicht, daß man sich die Fähigkeit des Geschosses, manche Mikroben zu übertragen, was JOURNEE und PIEDIEUVRE experimentarisch erwiesen⁷, ebenfalls mit dem schnellen Erkalten des Geschosses und damit kurzdauernder Wirkung auf Bakterien von erhöhter Temperatur erklären kann.

Schlußfolgerung

Man darf annehmen, daß Anzeichen bestehen, die darauf hinweisen, daß die Einschußöffnungen bei Schüssen aus naher Entfernung größer sind als bei Schüssen aus weiter Entfernung. Das erfordert jedoch

eine Bestätigung an Hand umfangreicheren Materials unter Anwendung von Schußwaffen verschiedenen Kalibers.

(Die vorliegende Abhandlung ist ein Fragment des Themas, das auf dem IX. Kongreß der tschechoslovakischen Gerichtsärzte in Olomouc am 24.—25. 11. 61 referiert wurde.)

Literatur

- ¹ BENASSI, G.: Di un non comune reperto in un caso di suicidio con arma da fuoco. Arch. Antrop. crim. 44, 240—247 (1924); — Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 5, 209 (1925).
- ² — Per la prioritá di una osservazione (Alone di annerimento interno all'orificio d' ingresso sul tavelato esterne del cranio.) Arch. Antrop. crim. 48, 863—869 (1928); — Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 14, 22 (1950).
- ³ BERG, S.: Zur Frage der Bestimmung des Geschosßkalibers. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 43, 575 (1955).
- ⁴ CHAVIGNY, P.: Etude medico légale critique sur les brulures imputées aux coups de feu. II. Brulures imputees aux Projectiles. Strasbourg med. 89, 601—624 (1929); — Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 16, 89/90 (1931).
- ⁵ HOFFMANN, E.: Lehrbuch der gerichtlichen Medizin (bearb. von A. HABERDA) S. 328. 1927.
- ⁶ JELACIC, O.: Remarques sur la morphologie des orifices d'entree des projectiles dans le corps. Ann. Méd. lég. 50, 369—375 (1960).
- ⁷ JOURNÉE, G.: Piedelievre: Les projectiles, vecteurs de microbes. Ann. Méd. lég. 10, 667—672 (1930).
- ⁸ KOBIELA, J., J. SMOLAGA i M. TOMASZEWSKI: Studia krytyczne i doświadczalne nad rozpoznawaniem użytego narzędzia z wyglądu obrażenia. Rozpoznawanie kalibru użytej broni palnej na podstawie wymiarów otworów wlotowych w kościach płaskich. Arch. Med. Sąd. psych. Sąd. i Kryminal. 7, 43—51 (1955).
- ⁹ KUSTANOWICZ, Z. D.: Temperaturnoje dejstwie blizkiego wystrila patronami s bezdymnym porochom na oblast wchodnego otwierstwa. Woprosy sudobno-med. eksp. 1954, 12—35.
- ¹⁰ KUSTANOWICZ, S.: Badania broni palnej, 1959, S. 243, Warszawa.
- ¹¹ MANCZARSKI, S.: Uszkodzenia postrzalowe, 1938, S. 106 u. a.
- ¹² MARCINKOWSKI, T.: Cechy strzalu z pobliza na powierzchni kości — po wystrazalach z broni sportowej małokalibrowej (oddano do druku w Arch. Med. Sadowej).
- ¹³ — Projevy tepelneho učinu vystrelu ze sportovni malorazky na povrch kosti. Soudni Lekarstvi — Separat Kriminal. Sborniku 8, 118 (1962).
- ¹⁴ SZAPIRO, J.: Balistyka zewnętrzna, 1956, S. 82. Warszawa.

Dr. med. TADEUSZ MARCINKOWSKI,
Poznań 18, ul. Dziewińska 25 (Polen)