

## Untersuchung mechanischer Faktoren bei experimentellen Stichverletzungen

I. GY. FAZEKAS, F. KÓSA, GY. JOBBA, I. BAJNÓCZKY und J. SZENDRÉNYI

Gerichtlich-medizinisches Institut der Universität Szeged (Ungarn)

Eingegangen am 2. November 1971

### *Mechanical Effects of Experimental Stab Wounds*

*Summary.* Using different leather clothes a machine employed in the textile industry was used to determine the force required for penetration. 30 cadavers were used. The force required for penetration ( $P_{\max}$ ) of human skin was 6.85 kp, that for penetration of synthetic leather 11.75 kp, of goat skin 10.66 kp, of "Nubuk"-leather 26.0 kp and of sheepskin 14.33 kp. Features resulting from the shape (edge and point) of the weapon were also determined. Experiments regarding the position of the stabbing instrument in relation to the surface of the body were also carried out. An oblique stab wound requires more force. Various types of knives were used and the force required for penetration was determined in relation to the duration during which the force was applied.

*Zusammenfassung.* Mit Hilfe einer abgewandelten Zerreißmaschine, wie sie in der Textilindustrie gebräuchlich sind, wurde die Größe der zum Durchbohren verschiedener Lederkleidungsstoffe erforderliche Stichkraft ( $P_{\max}$ ) ermittelt. Die Untersuchungen erfolgten an 30 Leichen. Während  $P_{\max}$  bei der bloßen menschlichen Haut 6,85 kp betrug, waren im Falle von Kunstleder 11,75 kp, von Ziegenleder 10,66 kp, von Nubukleder 26,0 kp und von Lammfell 14,33 kp Krafteinwirkung erforderlich. Untersucht wurden ferner die sich bei Stichverletzungen aus der Beschaffenheit der Werkzeuge (aus der Wirkung von Schneide und Spitze) ergebenden Abweichungen. Experimentelle Vergleiche wurden auch betreffs der senkrecht und der tangential zur Körperoberfläche geführten Stiche angestellt, die ergaben, daß bei schräger Messerführung nur größere Krafteinwirkungen durchdringende Stichverletzungen herbeizuführen vermögen. Gegenstand der Untersuchungen waren ferner bei Anwendung unterschiedlicher Messertypen die Größe der Krafteinwirkung in Abhängigkeit von der Einwirkungsdauer.

*Key words:* Stichverletzungen, experimentelle — Stichverletzungen, Krafteinwirkung.

In einer vorangegangenen Arbeit [14] hatten wir Untersuchungen zur Bestimmung der Kraft angestellt, die zum Durchstechen der bloßen Haut und mehrschichtiger Kleidung (Hemdleinen, Anzugstoff und Manteltuch) erforderlich ist. Bei der Untersuchung der experimentellen Stichwunden ergaben sich mehrere Beobachtungen, welche zur genaueren Klärung des Mechanismus der Stichverletzungen beitragen können. Einschlägige Mitteilungen haben wir in der uns zur Verfügung stehenden Literatur [1—13, 15—42] nicht gefunden. In der vorliegenden Mitteilung soll über die Ergebnisse dieser Untersuchungen berichtet werden.



Abb. 1. Instrumente, die zur Durchführung der Untersuchungen benutzt wurden

### Untersuchungsmaterial und Methoden

Die Untersuchungen erfolgten an weiteren 30, im gerichtlich-medizinischen Institut der Universität Szeged obduzierten Leichen. Die Größe der beim Setzen der Stichwunden notwendigen Krafteinwirkung wurde mit einer modifizierten textilindustriellen Zerreißmaschine bestimmt, an deren Druckplatte Messer verschiedenen Typs befestigt werden konnten. In der anderen Versuchsgruppe wurden die verschiedenen Messertypen mit einer auf ein Tablett gegebenen Gewichtsserie beschwert und jene statistische Stichkraft ermittelt ( $P_{\max}$ ), welche ein Durchdringen der untersuchten Schichten zeitigte.

Bei den Untersuchungen fanden zwei Gesichtspunkte Berücksichtigung: einerseits wurden Stichverletzungen mit unterschiedlichen *Messertypen* (Abb. 1) hervorgerufen, um die sich aus der Charakteristik der Spitzen- und Schneidenwirkung ergebenden Unterschiede analysieren zu können, und andererseits die Größe der zum Durchstechen verschiedener Lederkleidungssorten (Kunstleder, Ziegenbox-, Lammfell) erforderlichen Krafteinwirkung ermittelt, um bei der fachärztlichen Gutachtenabgabe im konkreten Falle Standard-Daten zur Verfügung zu haben.

Die mit der Zerreißmaschine vorgenommenen Untersuchungen wurden ergänzt durch Versuche, welche außer der Stichkraft bis zu einem gewissen Grade auch Folgerungen auf den zeitlichen Verlauf des Durch- bzw. Eindringens der Klinge in die Gewebe erlauben. Im Laufe der Untersuchungen mit der Zerreißmaschine läßt sich nämlich die statische Stichkraft ( $P_{\max}$ ) bestimmen, da die Klinge des an der Druckfläche befestigten Messers sich mit einer Geschwindigkeit von 18 cm/min der verletzten Oberfläche näherte. Bei mit messerartigen Werkzeugen vorgenommenen Körperverletzungen aber wird die Kraft des Stiches aus der kinetischen Energie des Instruments bzw. des Stiches  $\left(\frac{mv^2}{2}\right)$  erhalten. Da jedoch in der Regel

die Stiche mit über eine Schneide und Spitze verfügenden, messerartigen Gegenständen hervorgerufen werden, haben wir auch den Faktor der Schneiden- und Spitzenwirkung mitberücksichtigt, welche vom Gesichtspunkte der Kraft des Stiches sicher nicht indifferent ist. Beim Zustandekommen der Stichverletzungen ist auch die Dauer der Einwirkung von Belang. Unseren Befunden zufolge vermag jene Kraft, die prompt, im Moment ihrer Wirkung die Gewebe noch nicht in Richtung der Schneide des Instruments zu trennen imstande ist, nach Ablauf einer längeren Zeit dennoch die Kontinuität der Gewebe zu unterbrechen. Dieser Frage waren die Modellversuche gewidmet, in denen wir die verschiedenen Messertypen (Nr. 3—9 an Abb. 1) mit einer Gewichtsserie beschwerten und das Eindringen der Messer in die bloße Haut bzw. Stoff- und Lederkleidung verfolgten.

Bei den mit der modifizierten Textilien-Zerreißmaschine durchgeführten Stichversuchen wurde von den in Abb. 1 dargestellten Messern das mit Nr. 1 bezeichnete verwendet. Die obere Extremität war derart in die Maschine eingespannt, daß der Unterarm sich in Flexion befand und mit dem Oberarm einen Winkel von 100 bis 110° einschloß. Die Stichverletzung wurde am mittleren Drittel der Beugefläche des Unterarms gesetzt, so daß der Durchstich der Messerklinge zwischen den beiden Unterarmknochen erfolgte.

In den mit verschiedenen Messertypen vorgenommenen vergleichenden Stichversuchen wurden die vertikalen Stiche im mittleren Drittel der vorderen Oberschenkelfläche so geführt, daß die Schneide der Messer in Richtung des Fußrückens zeigte. Bei den schrägen (sagittalen) Stichen wurde die untere Extremität so eingestellt, daß die Messereinstellung dieselbe wie oben blieb, die Stichwunden aber am äußeren Rande der Spannseite des Oberschenkels entstanden und infolge der Konvexität des Oberschenkels der von der Hautoberfläche und der Messerklinge eingeschlossene Winkel etwa 15—20° betrug.

Zur Messung des Schneidenwinkels der benutzten Messer stand uns ein geeignetes Instrument nicht zur Verfügung, so können wir zur Charakterisierung ihrer Schärfe nur angeben, daß diese der Schärfe der auf die übliche Weise instandgehaltenen Seziermesser entsprach. Eine Ausnahme bildete das Taschenmesser Nr. 5.

### Ergebnisse und Besprechung

Die Ergebnisse der mit verschiedenen Messertypen durchgeführten Stichversuche sind in der Funktion der Einwirkungsdauer und der Größenordnung der Einstichkraft ( $P_{\max}$ ) untersucht worden. An der *bloßen menschlichen Haut* bewirkten außer dem Taschenmesser (5) und dem einschneidigen Skalpell (9) die übrigen Messer (Nr. 3, 4, 6, 7, 8) schon bei einer Krafteinwirkung von 2,0 kp binnen 2,0 bis 18,3 sec ein Durchstechen, während bei den Messern Nr. 5 und 9 ein durchschnittlicher Kraftaufwand von 4,75—5,24 kp nötig war, um binnen 2,25 bis 3,75 sec eine Stichwunde zu setzen.

Zum Durchstechen von *einer Lage Leinen* bedurfte es im Falle der gleichen Messertypen einer etwa doppelten Kraftanwendung wie zuvor (Tabelle 1). Bei den Messern Nr. 3, 4, 6, 7 und 8 bewegten sich die durchschnittlichen Werte zwischen 2,13 und 5,87 kp. Auch beim Durchstechen des Leinens fanden sich die höchsten Stichtkraftwerte (Kilopond) bei den Messern Nr. 5 und Nr. 9. Bei Nr. 9 war ein Anstieg auf rund das Zweifache (auf 11,0 kp) und bei Nr. 5 auf ca. das Dreifache zu

Tabelle 1. Untersuchung der durchdringenden Stichkraft bei verschiedenen Kleider- bzw. Anzugstoffen und Ledersorten

Untersuchungsmaterial		Elastischer Widerstand (Kompression) in Zentimeter	Stichkraft ( $P_{\max}$ ) in Kilopond
1.	Menschliche Haut (44 Fälle)	$1,49 \pm 0,21$	$7,50 \pm 4,02$
2.	straffe } Leinen	$1,74 \pm 0,43$	$15,33 \pm 4,96$
3.	(30 Fälle) } Leinen + Kleiderstoff	$1,72 \pm 0,58$	$14,13 \pm 4,96$
4.	} Leinen + Kleiderstoff + Manteltuch	$1,95 \pm 0,51$	$15,20 \pm 3,84$
5.	lockere } Leinen	$1,92 \pm 0,81$	$17,86 \pm 4,13$
6.	(30 Fälle) } Leinen + Kleiderstoff	$1,99 \pm 0,56$	$19,26 \pm 7,79$
7.	} Leinen + Kleiderstoff + Manteltuch	$2,26 \pm 0,61$	$17,66 \pm 6,08$
8.	Kunstleder (14 Fälle)	$2,50 \pm 0,45$	$11,57 \pm 3,83$
9.	Ziegenleder (3 Fälle)	$2,20 \pm 0,36$	$10,66 \pm 2,31$
10.	Wildleder (Velour) (3 Fälle)	$2,93 \pm 0,20$	$26,00 \pm 4,00$
11.	Lammfell (3 Fälle)	$2,23 \pm 0,50$	$14,33 \pm 3,21$

verzeichnen. Dies ist u. E. damit zu erklären, daß von den ausgewählten Messern das Taschenmesser Nr. 5 die stumpfste Spitze und Schneide besaß. Bei den Durchstechversuchen mit Leinen wechselten die mittleren Zeiten der Krafteinwirkung bei den verschiedenen Messertypen zwischen 0,3 und 8,8 sec.

Die Ergebnisse der experimentellen Stichproben waren im Falle der meistgebrauchten Lederkleidungen die folgenden: Versuche wurden an Kunstleder in 11 Fällen und an Ziegen-, Nubukleder und Lammfell in je 3 Fällen vorgenommen. Im Falle der vier verschiedenen Ledersorten bewegte sich der gesamte elastische Widerstand der Gewebe (menschliche Haut, subcutanes Bindegewebe und die getesteten Ledersorten) zwischen 2,23 und 2,93 cm. Im Falle der bloßen menschlichen Haut bewirkten 6,85 kp, im Falle des Kunstleders 11,75 kp, des Ziegenleders 10,66 kp, des Nubuk 26,0 kp und des Lammfells 14,33 kp durchdringende Stichverletzungen.

Ein Vergleich der mit vertikal und tangential angreifenden Messern verursachten Stichverletzungen zeigte, daß bei tangentialer Krafteinwirkung — unabhängig vom Messertyp — größere Energien nötig waren als bei vertikaler. Bei Anwendung eines spitzen Skalpells (Nr. 3) in senkrechter Richtung kam ein Durchstechen nach 18,33 sec bei 1,75 kp und in tangentialer nach 3,66 sec bei 2,91 kp zustande. Im Falle eines *bauchigen Skalpells* (Nr. 4) erfolgte das Durchstechen bei senkrecht geführtem Stich nach 3,25 sec bei einer Krafteinwirkung von 2,0 kp und bei tangential geführtem nach 2,33 sec bei 2,83 kp. Das *Taschenmesser* (5) zeigte bei senkrecht zur Körperoberfläche geführtem Stich nach 3,75 sec bei 4,75 kp und bei tangential geführtem nach 2,0 sec bei 6,8 kp mittlerer Stichkraft ein Durchstechen der Haut. Die Erklärung für die zwischen den senkrecht und tangential zur Körperoberfläche geführten Stichen beobachteten Unterschiede dürfte sein, daß die Spitze der Messerklinge beim senkrechten Auftreffen auf die Haut deren kollagene Fasern in Richtung der Messerschneide binnen kurzer Zeit durchtrennt, während sie beim tangentialen Eindringen die kollagenen Fasern — selbige vor sich

herschiebend — konzentriert. Offensichtlich wird die Wirkung der Schneide nach mehr oder minder langer Zeit den Widerstand der kollagenen Fasern überwinden und die Klinge schließlich in die Gewebe eindringen.

Tabelle 1 enthält die bei verschiedenen Kleidungsschichten und Lederarten bezüglich des elastischen Widerstandes und der Stichkraft erhaltenen Werte. Auf Grund von 44 Fällen [die auf 30 Fälle bezogenen Daten wurden aus einer früheren Mitteilung (Z. Rechtsmedizin, im Druck) übernommen] ergaben sich für die *bloße menschliche Haut* Durchtrennungen zeitigende Stichkraftwerte von  $7,5 \pm 4,02$  kp, für Kleidungstextilien (drei Schichten)  $14,13 \pm 4,96$  bis  $19,26 \pm 7,79$  kp und für verschiedene *Lederkleidungsmateriale* von  $11,57 \pm 3,83$  bis  $26,0 \pm 4,0$  kp.

Nach Durchstechen der einzelnen Textilienschichten und der Haut leisteten das subcutane Bindegewebe und die Muskulatur keinen wesentlichen Widerstand.

*Bemerkung.* Die Einzelergebnisse der Untersuchungen wurden in Tabellen niedergelegt; sie können aber wegen Platzmangels nicht abgedruckt werden. Die Verfasser sind bereit, Photokopien der Tabellen auf Anforderung denen, die sich dafür interessieren, zuzustellen.

### Literatur

1. Bosch, K.: Über den Aussagewert bestimmter Merkmale bei Stichverletzungen. (48. Tag Dtsch. Ges. Rechtsmed. Berlin, 5.—9. 10. 1969.) Beitr. gerichtl. Med. **27**, 220—226 (1970); ref.: Zbl. ges. Rechtsmed. **2**, 263 (1971).
2. Cambs, F. E.: Practical Forensic Medicine, S. 334. London: Medical Publications 1956.
3. Fazekas, I. Gy.: Differenzierung zwischen Mord und Selbstmord bei multipler Stichverletzung an einer aus einem Brunnen geborgenen Leiche. Arch. Kriminol. **132**, 136—140 (1963). Morph. és Ig. Orv. Szle. **4**, 147—150 (1964).
4. Fazekas, I. Gy.: Gerichtlich-medizinische Bewertung der bei einer einzigen Eingangsöffnung entstandenen multiplen Herzstichwunde. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **54**, 235—239 (1963). Morph. és Ig. Orv. Szle. **6**, 225—228 (1966).
5. Fazekas, I. Gy.: Données expérimentales expliquant les piqures multiples du coeur en cas d'une seule ouverture d'entrée au point de vue médico-légal. Ann. Méd. lég. **43**, 478—480 (1963). Morph. és Ig. Orv. Szle. **6**, 124—126 (1966).
6. Fazekas, I. Gy., Kósa, F., Basch, A.: Dehnungsgrad der Haut verschiedener Körperpartien (prozentuelle Verlängerung) im Moment des Zerreißen. Zacchia **42**, 62—83 (1967).
7. Fazekas, I. Gy., Kósa, F., Basch, A., Fazekas, E.: Die beeinflussende Rolle konstitutioneller Faktoren (Körpergewicht) auf die Zerreißeigigkeit der menschlichen Haut. Zacchia **42**, 502—511 (1967).
8. Fazekas, I. Gy., Kósa, F., Basch, A.: Über die Reißfestigkeit der Haut verschiedener Körperregionen. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **64**, 62—92 (1969).
9. Fazekas, I. Gy., Kósa, F., Basch, A.: Über den Einfluß konstitutioneller Faktoren (Körperlänge) auf die Zerreißeigigkeit der menschlichen Haut. Morph. Jb. **113**, 295—302 (1969).
10. Fazekas, I. Gy., Kósa, F., Basch, A.: Die beeinflussende Rolle konstitutioneller Faktoren auf die Zerreißeigigkeit der menschlichen Haut. Morph. igazságü. orv. Szle. (Im Druck.)
11. Fazekas, I. Gy., Kósa, F., Jobba, Gy., Mészáros, E.: Die Druckfestigkeit der menschlichen Leber mit besonderer Hinsicht auf die Verkehrsunfälle. Z. Rechtsmedizin **68**, 207—224 (1971).
12. Fazekas, I. Gy., Kósa, F., Jobba, Gy., Mészáros, E.: Experimentelle Untersuchungen über die Druckfestigkeit der menschlichen Niere. Zacchia **46**, 294—301 (1971).
13. Fazekas, I. Gy., Kósa, F., Jobba, Gy., Mészáros, E.: Beiträge zur Druckfestigkeit der menschlichen Milz bei stumpfen Krafteinwirkungen. Arch. Kriminol. (im Druck).
14. Fazekas, I. Gy., Kósa, F., Bajnóczky, I., Jobba, Gy., Szendrőnyi, J.: Mechanische Untersuchungen der Krafteinwirkung bei durchgehenden Stichverletzungen an menschlicher Haut und verschiedenen Kleiderschichten. Z. Rechtsmedizin (im Druck).

15. Fujiwara, K.: Beiträge zur Kenntnis der mit schneidenden Werkzeugen beigebrachten Stichwunden. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **12**, 65—67 (1928).
16. Gonzales, T. A., Vance, M., Helpern, M., Umberger, Ch. J.: Legal Medicine, S. 335. New York: Appleton-Century-Crofts 1954.
17. Gordon, I., Turner, R., Price, T. W.: Medical Jurisprudence, S. 583, 611. Edinburgh-London: Livingstone Ltd. 1953.
18. Gradwohl, R. B. H.: Legal Medicine, S. 238, 241. St. Louis: Mosby Company 1954.
19. Hansen, G.: Gerichtliche Medizin, S. 93. Leipzig: Thieme 1965.
20. Holzer, F. J.: Erkennung der verletzenden Werkzeuges aus Wunden. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **39**, 35—45 (1948—1949).
21. Kaltenborn, Fr. F.: Nachforschung bei schwerer Körperverletzung. Nord. kriminal tekn. Tidskr. **11**, 64—66 (1941); ref.: Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **35**, 514 (1942).
22. Kerr, D. J. A.: Forensic Medicine, 5. Aufl., S. 77. London: A. and Ch. Black 1954.
23. Klare: Beitrag zur gerichtsärztlichen Beurteilung der Stichverletzungen, mit besonderer Berücksichtigung der Stichspuren an den Kleidern. Vjschr. gerichtl. Med. **3**. Folge **33**, 22—35, 226—240 (1907).
24. Lochte, Th.: Gerichtsärztliche und polizeiärztliche Technik, S. 89, 154. Wiesbaden: Bergmann 1914.
25. Mant, A. K.: Forensic Medicine, S. 66. London: Lloyd-Luke 1960.
26. Meixner, K.: Gerichtsärztliche Erfahrungen über Selbstbeschädigung. Beitr. gerichtl. Med. **3**, 145—212 (1919).
27. Meixner, K.: Die Handlungsfähigkeit Schwerverletzter. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **16**, 139—165 (1931).
28. Merkel, H.: Kritisch-kasuistische Bemerkungen über Messerverletzungen. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **12**, 137—150 (1928).
29. Müller, B.: Gerichtliche Medizin, S. 276. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1953.
30. Ponsold, A.: Lehrbuch der gerichtlichen Medizin, S. 172. Stuttgart: Thieme 1950.
31. Prokop, O.: Forensische Medizin, 2. Aufl., S. 176. Berlin: VEB Verlag Volk und Gesundheit 1966.
32. Ratnevsky, A. N.: Die Rekonstruktion der ursprünglichen Form der Wunden an verfaulten Leichen. Sudebnomed. eksp. (Mosk.) **13**, ref.: Zbl. ges. Rechtsmed. **2**, 174 (1971).
33. Schmidt, G.: Hauttopik und Verletzungsspuren. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **62**, 87—92 (1968).
34. Schollmeyer, W.: Tötung durch Stich in den After. Arch. Kriminol. **135**, 73—76 (1966); ref.: Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **58**, 75 (1966).
35. Schwarzacher, W.: Das geworfene Werkzeug. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **24**, 387—392 (1935).
36. Straßmann, G.: Über Lebensdauer und Handlungsfähigkeit Schwerverletzter. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **24**, 393—400 (1935).
37. Takácsy, L.: Verletzungen durch Stich und Schnitt. Somogyi, E.: Igazságügyi Orvostan (Lehrbuch der gerichtlichen Medizin), S. 163. Budapest: Medicina 1964.
38. Voigt, J.: The killing pencil. Med. Sci. Law **10**, 50 (1970); ref.: Zbl. ges. Rechtsmed. **2**, 263 (1971).
39. Weimann, W.: Über Stichverletzungen des Kopfes. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **10**, 360—371 (1927).
40. Werkgartner, A.: Zur Bestimmung der stumpfen Hiebwerkzeuge aus dem Verletzungsbefunde. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **29**, 260—264 (1938).
41. Werkgartner, A.: In: Neureiter, F., Pietrusky, F., Schütt, E., Handwörterbuch der gerichtlichen Medizin und naturwissenschaftlichen Kriminalistik, S. 726, 848. Berlin: Springer 1940.
42. Weyrich, G.: Zur Diagnose der verletzenden Werkzeuge aus Schädelwunden. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **21**, 380—386 (1933).

Professor Dr. I. Gy. Fazekas  
Kossuth Lajos sugárút 40  
Szeged, Ungarn