

Tödliche Hirnverletzungen im Boxkampf*

GEORG STRASSMANN und MILTON HELPERN

Office of the Chief Medical Examiner of New York City and the Department
of Forensic Medicine of New York University

Eingegangen am 7. August 1967

Die Gefahren des seit Alters her viel ausgeübten Boxsportes sind bekannt. Die letzte große Zusammenstellung über Gefahren, Todesfälle und Folgeerscheinungen dieses Sportes ist von BERGLEITER und JOKL verfaßt worden (zahlreiche Literaturangaben).

SELLIER und UNTERHARNSCHIEDT haben eingehende Tierversuche über Boxverletzungen durchgeführt, auf deren Ergebnisse verwiesen wird; sie haben vor allen Dingen die physikalischen Kräfte dargelegt, die bei den wiederholten Schlägen auf den Kopf, in das Gesicht und gegen das Kinn beim Boxkampf einwirken. Der Boxsport unterscheidet sich von allen anderen Sportarten dadurch, daß jeder Kämpfer durch diese wiederholten Schläge versucht, den anderen kampfunfähig zu machen und ihm Verletzungen zuzufügen, die ihn verhindern, den Wettkampf fortzusetzen (sog. knockout). Ärztliche Beobachtungen an Berufsboxern haben gezeigt, daß auch nach Unterbrechung des Sportes für viele Jahre später seelische und geistige Veränderungen auftreten, für die verschiedene Ausdrücke im Gebrauch sind; BRANDENBURG und HALLERVORDEN sprechen von einer Dementia pugulistica bei Boxern, MARTLAND von Punshdrunk, CRITCHLEY bringt die Bezeichnung progressive, chronische, traumatische Encephalopathie. Mit einem besonderen Apparat können bei Tierversuchen die Bewegungen des Schädels und des Gehirns, sowie die Unterschiede der Schnelligkeit dieser Bewegungen, sowie ihre Form und Richtung bei Schlägen auf den Kopf direkt beobachtet werden (PUDENZ u. SHELDON). Bei direkter Einwirkung auf den Schädel wird an der entsprechenden Stelle ein Überdruck erzeugt und am entgegengesetzten Teil ein negativer oder Unterdruck (Contre-Coup). SELLIER und UNTERHARNSCHIEDT haben diejenige Beschleunigung gemessen, die notwendig ist, um Hirnerschütterungen und Nervenzellschädigungen zu erzeugen. Einwirkungen von stumpfer Gewalt auf den frei beweglichen Kopf (von DENNY-BROWN Beschleunigungskonkussion genannt) bewirken leichter und schneller Gehirnschäden,

* Vorgetragen auf der 45. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Gerichtliche und Soziale Medizin in Freiburg i. Br. Oktober 1966. Wir danken für die technische Hilfe von Miss RULLON und Dr. FARBER aus dem Institut für physikalische Medizin und Rehabilitation der Universität New York.

als Gewalteinwirkungen auf den fest fixierten Kopf, was von WINDLE u. Mitarb. bei ihren Versuchen bestätigt wurde; die letzteren betonen besonders das frühzeitige Auftreten von den verschiedensten Formen der Nervenzellendegenerationen in Rinde, Stammganglien und anderen Teilen des Gehirns, entfernt von der Stelle der Gewalteinwirkung (Schläge gegen den Kopf bei Tierversuchen).

Auf Grund von Todesfällen, die sich direkt im Boxkampf ereignet haben, und wegen der Dauerschäden am Gehirn bei Berufsboxern ist von ärztlicher Seite ein Verbot des Boxkampfes vorgeschlagen und in manchen Ländern schon durchgeführt worden.

Die Kampfunfähigkeit, das sog. Knockout, nach wiederholten Schlägen auf den Kopf äußert sich in einem Zustand von Hilflosigkeit, Unfähigkeit, sich zu bewegen, und meist vorübergehender Bewußtlosigkeit, von der sich der Boxer in der Regel schnell erholt. Jedoch gibt es Fälle, in denen die Bewußtlosigkeit in den Tod übergeht. Die Zeit zwischen Knockout und Tod ist verschieden. Die Todesursache in den in der Weltliteratur beschriebenen Fällen war meistens eine subdurale Blutung aus einer zerrissenen pialen Vene oder kleinen Arterie, die infolge erhöhten Druckes auf das Gehirn zum Tode führte. Um einen Begriff über die Häufigkeit von Todesfällen im Boxkampf zu geben, möchten wir mitteilen, daß in der Office des Chief Medical Examiners von New York in den Jahren 1918—1950 23 Todesfälle im Boxkampf seziert wurden; 13 Fälle wiesen eine subdurale Blutung auf, die als Todesursache angesprochen wurde.

Daß aber auch andere schwere krankhafte Veränderungen im Gehirn durch die wiederholten Schläge auf den Schädel auftreten und zum Tode führen können, beweisen vier Fälle im Boxkampf, die seit 1951 in der Office in New York beobachtet und untersucht wurden. In allen vier Fällen hatte zwar eine subdurale Blutung stattgefunden, doch war sofort nach der Einlieferung in das Krankenhaus eine beiderseitige Craniotomie durchgeführt und die Blutmasse entfernt worden, so daß dadurch ein erhöhter Druck auf das Gehirn beseitigt wurde, auch war nachher eine besondere Behandlung mit Hypothermie vorgenommen worden; trotzdem trat bei den Verletzten das Bewußtsein niemals wieder ein, sie starben innerhalb von 54 Std bis zu 9 Tagen nach dem „Knock-out“. Es handelte sich um vier junge und gesunde Menschen, 19—25 Jahre alt, drei waren Berufsboxer, einer ein Amateur. Dieser war der einzige, der schon in der zweiten Runde durch einen Schlag gegen das Kinn bewußtlos wurde und rückwärts auf die Matte mit dem Hinterkopf aufschlug. Ein ähnlicher Fall wurde bei einem Berufsboxer nach der 8. Runde beobachtet, der vorher schon viele Schläge auf den Kopf erhalten hatte. Die beiden anderen Berufsboxer wurden erst in der 10. bis 12. Runde des Kampfes bewußtlos, und zwar sanken sie nach den

Schlägen allmählich zu Boden, ohne daß ein heftiger Fall oder direkte Gewalteinwirkung auf das Hinterhaupt erfolgte. In allen vier Fällen waren oberflächliche Kontusionen der Gesichtsgegend vorhanden, aber unbedeutend, sofern sie überhaupt sichtbar waren. Geringe Reste von subduraler Blutung wurden bei der Obduktion gefunden, zweimal auf der linken und zweimal auf der rechten Seite; geringfügig waren auch direkte Rindenquetschungsherde, mitunter fehlten sie auch. Todesursache war eine ausgedehnte Schwellung des Gehirns als Folge sekundärer, meist hämorrhagischer Infarzierungen von großen Hirnabschnitten und entsprechendes Ödem dieser oder benachbarter Partien. Dreimal hatte dieses Ödem zum Prolaps von Gehirngewebe durch die Operationsöffnungen der Dura und des Schädels geführt; einmal war ein solcher Prolaps von Hirngewebe auf den Uncus einer Seite beschränkt; einmal waren die Infarkte anämischer, sonst immer hämorrhagischer Natur. Besonders ausgeprägt waren Blutungen und Erweichungen an der Basis von Stirn, Schläfen, und Hinterhauptslappen beider Seiten, die sich von der Rinde aus in die weiße Substanz ausdehnten; in den Schwanz- und Linsenkernen, den Sehhügeln, im Balken, in den Hirnschenkeln, in der Brücke und manchmal auch im Kleinhirn waren meist gleichfalls Blutungen vorhanden. Ein Boxer mit einer Überlebenszeit von 9 Tagen nach dem k.o. zeigte eine ischemische Nekrose des vorderen Lappens der Hypophyse und eine ausgedehnte Bronchopneumonie mit Abszeßbildung.

Mikroskopisch war das Bild beim Tode nach 54 Std in allen hämorrhagischen Partien ähnlich; auffallend war das frühzeitige Erscheinen von Thromben in Venen und Capillaren der Pia und des Gehirns mit Stase und Austritt ödematöser Flüssigkeit in die perivaskulären Räume und in das Hirngewebe selbst, das viele Lücken aufwies und außer den ausgetretenen unzerstörten Erythrocyten zum Teil deutliche Zerreißen des Gewebes zeigte. In der grauen Substanz hatten die Blutungen und das Ödem zu den verschiedensten Formen von Degenerationen der Nervenzellen geführt, Schrumpfungen oder Schwellungen, Pigmentverlagerungen oder Auflösung des Kernes und der Zellsubstanz bis zum völligen Verschwinden von Zellen. Vereinzelt waren Ablagerungen von Hämosiderin um die Gefäße herum als Zeichen früherer Gehirnverletzungen vorhanden. Solche Nervenzellveränderungen fanden sich auch in den entfernteren Teilen des Gehirns, in denen keine Blutungen vorhanden waren, so in der Medulla oder im Kleinhirn, in dem besonders zahlreiche Purkinje-Zellen verschwunden waren.

Reaktive Gefäß- und Gewebszellproliferationen waren in den hämorrhagischen oder ischemischen Partien nur in denjenigen Fällen zu finden, bei denen die Verletzten 5 oder 9 Tage das Knockout überlebt hatten. Diese Reaktionen bestanden in reichlichen Austritten weißer Blutzell-

elemente, meist von Lymphocyten, im Auftreten zahlreicher Gitterzellen, von Mikroglia und von Gefäßwandadventitia gebildet, welche mit Fett (Myelin) und Hämosiderin gefüllt waren. Die Blutgefäße waren vermehrt, Nervenfasern und Nervenzellen waren verschwunden oder degeneriert. Neben diesen Reaktionen fanden sich stets ausgetretene, unzerstörte Erythrocyten, sowie Flüssigkeitsvacuolen in den Gebieten, die in der Gegend der Infarkte lagen. Die so häufigen sekundären Blutungen in der Brücke und im Stammhirn, die in Verbindung mit spontanen oder traumatischen Gehirnblutungen oder Tumoren über dem Tentorium gefunden werden, fehlten in dem 3. Fall, der anstelle von hämorrhagischen nur ischämische Nekrosen in den Stammganglien, der Brücke und der Medulla aufwies. Akute hämorrhagische Geschwüre im Duodenum waren in dem Fall des Amateurboxers zu finden (Tod nach 54 Std).

Der Verlauf und die Symptome nach dem Knockout und die makroskopischen und mikroskopischen Gehirnveränderungen sind in den folgenden kasuistischen Darstellungen erkennbar. Anschließend möchte ich noch kurz den Fall eines 30 Jahre alten Berufsboxers erwähnen, der 3 Wochen nach dem letzten Knockout mit halbstündiger Bewußtlosigkeit infolge einer sich danach langsam entwickelnden rechtsseitigen Thrombose der A. carotis interna und der mittleren Gehirnschlagader mit nachfolgender Infarzierung der rechten Gehirnhälfte starb. Ob aber ein sicherer Zusammenhang zwischen dieser Thrombose des sonst gesunden Mannes und den Schlägen auf den Kopf vorlag, darin sind wir uns nicht ganz sicher.

Kasuistik

1. 9231/61. 20jähriger Amateurboxer knocked out in zweiter Runde bei Schlag gegen das Kinn. Fiel auf die Matte. Blieb bewußtlos bis zum Tod nach 54 Std. Operation: beiderseitige Craniotomie. Entfernung einer linksseitigen subduralen Blutmasse. Tracheotomie. Befunde: Kontusion der linken Oberlippengegend. Drei operative Löcher im Schädel und Dura. Vorstülpung des Gehirns durch die Löcher der Dura. Überreste eines kleinen subduralen Hämatomes. Gehirngewicht 1450 g. Diffuse hämorrhagische Infarzierung aller Gehirnlappen an der Basis, der basalen Ganglien, des Balkens, der Brücke und Gehirnschenkel. Glottis Ödem, Lungenemphysem, akute hemorrhagische Duodenalgeschwüre. Mikroskopisch ähnliches Bild in allen Abschnitten: Blutungen, diffuse und perivascularäre Ansammlung von ödematöser Flüssigkeit, Vacuolen und unzerstörten roten Blutkörperchen. Thrombosen und Stases in kleineren Blutgefäßen. Degenerationen von Nervenzellen und Verschwinden von Neuronen in diesen Teilen. Hemosiderinansammlung um Gefäße herum von früheren Verletzungen (Abb. 1—4).

2. 4732/60. 19jähriger Berufsboxer, knockout in zehnter Runde nach wiederholten Schlägen auf den Kopf. Sank langsam zu Boden. Bewußtlos bis zum Tod nach 54 Std. Operation: Beiderseitige Craniotomie. Entfernung einer rechtsseitigen subduralen Blutung. Tracheotomie. Oberflächliche Kontusionen am Nasenrücken und unterhalb der Augenlider. Drei operative Löcher im Schädel und der Dura. Überreste der rechtseitigen subduralen Blutung, zerrissene piaie Vene mit antemortem Gerinnsel. Thrombose auch im longitudinalen Sinus. Gehirn geschwollen

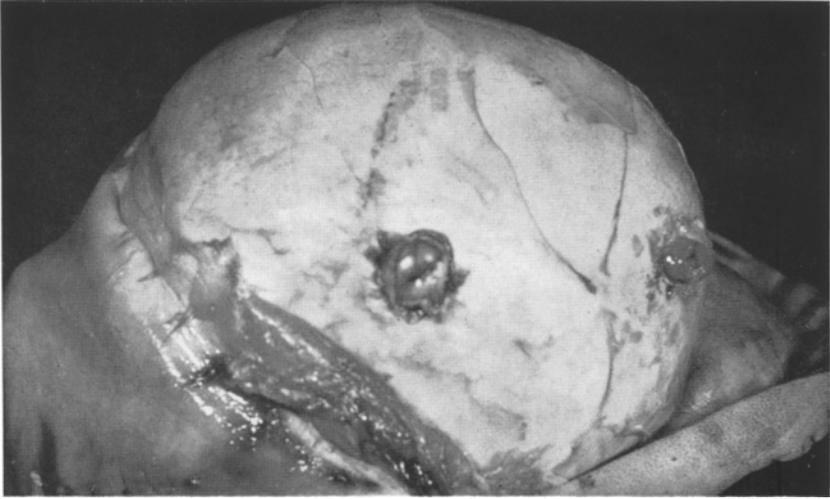


Abb. 1. Fall 1. 20jähriger Boxer stirbt 54 Std nach Knockout in der zweiten Runde; Ausstülpung des Hirngewebes durch die Operationsöffnungen in der Dura infolge Hirnödems



Abb. 2. Fall 1. Akute hämorrhagische Geschwüre im Duodenum

1350 g. Herniation des rechten Uncus. Erweichungen und Blutungen aller Lappen des Gehirns an der Basis, beider Stammganglien und der Brücke. Lungenödem und Emphysem. Subendokardiale Blutaustritte, duodenale Blutungen der Mucosa.

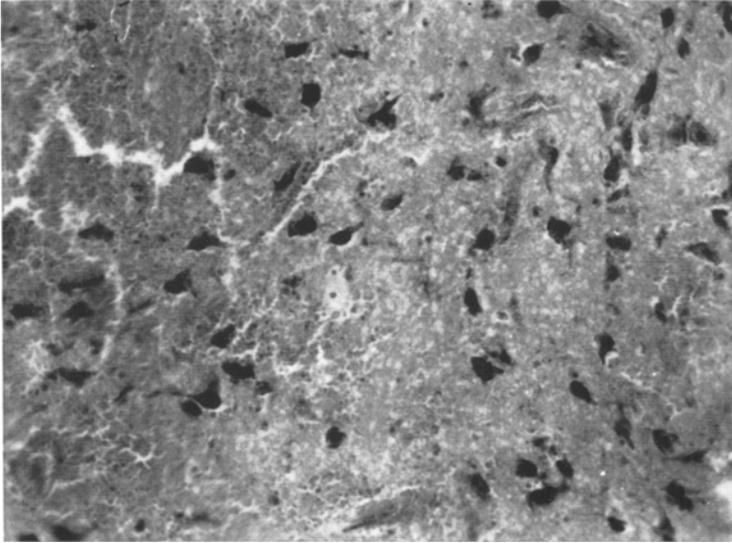


Abb. 3. Fall 1. Sekundäre Brückenblutung, Degeneration der Nervenzellen in diesem Gebiet (Nissl-Färbung)

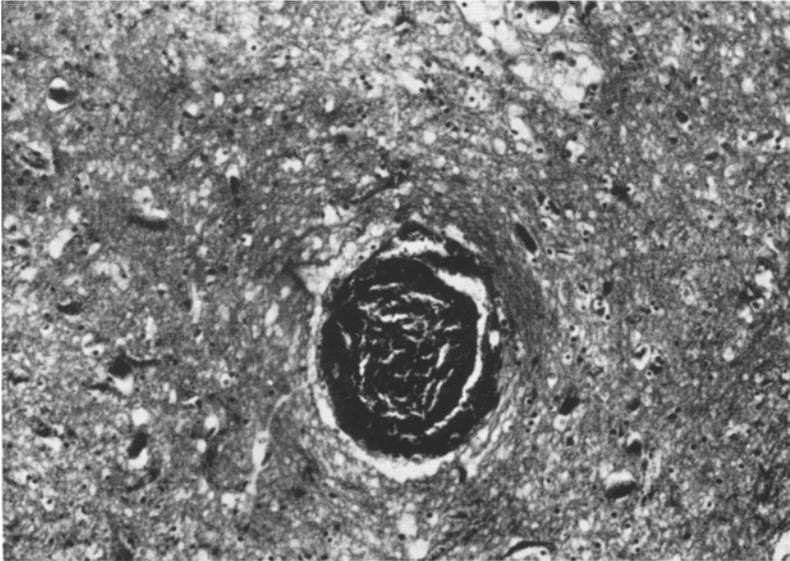


Abb. 4. Fall 1. Frühzeitige Thrombose einer Vene in der Brücke mit Ödem der Nachbarschaft (Myelin-Färbung)

Mikroskopisch ähnliche Befunde wie in Fall 1. In den hämorrhagischen Abschnitten diffuse und perivaskuläre Austritte von Blutkörperchen und ödematöser Flüssigkeit,

Thrombosen in Venen, Degeneration und Verschwinden von Nervenzellen, Bildung von Vacuolen, auch ältere Hämosiderinablagerung um Gefäße herum.

3. 6412/51. 20jähriger Berufsboxer, k.o. in achter Runde nach wiederholten Schlägen auf den Kopf. Fiel rückwärts auf das Hinterhaupt. Bewußtlos bis zum Tod nach 5 Tagen. Operation: Craniotomie, Entfernung einer linksseitigen subduralen Blutmasse. Tracheotomie. Befund: Kontusion der unteren Augenlidergehenden und der Unterlippe. Operationslöcher im Schädel und der Dura, Überreste der subduralen Blutung, zerrissene piale Vene mit Thrombus, Thrombus auch im longitudinalen Sinus. Gewicht des geschwollenen Gehirns 1380 g. Vorstülpung von Gehirngewebe durch die Löcher der Dura, Schwellung beider Schläfenlappen an der Basis mit kleinen Blutungen, ischämische Nekrosen des globus pallidus, mehr an der linken als an der rechten Seite, der Pons und Medulla. Glottisödem, Lungenemphysem und hämorrhagische Infarzierung der Unterlappen. Mikroskopisch: Zelldegenerationen und Schwund in den blassen, ödematösen Teilen des Linsenkerns, der Brücke, Medulla und Schläfenlappens. Perivaskuläre Ansammlungen von ödematöser Flüssigkeit, Lymphocyten, Gitterzellen mit Hemosiderin, Proliferation der Gefäßwandzellen in den betroffenen Abschnitten und im subarachnoidalen Raum.

4. 2999/62. 25jähriger Berufsboxer. Sinkt langsam zu Boden nach k.o. in zwölfter Runde, nach wiederholten Schlägen auf den Kopf. Bleibt bewußtlos bis zum Tod nach 9 Tagen. Operation: Beiderseitige Craniotomie. Entfernung einer rechtsseitigen subduralen Blutmasse, Tracheotomie, Behandlung mit Hypothermie und antibiotischen Mitteln. Befund: Oberflächliche Kontusionen unterhalb beider Augenlider, an linker Backe und rechter Oberlippe. Drei operative Öffnungen im Schädel. Ausstülpung von Gehirngewebe durch die Löcher der Dura an beiden Seiten. Rechtsseitige Überreste von subduraler Blutung. Gewicht des geschwollenen Gehirns 1250 g. Zerrissene piale Vene mit Thrombus rechts. Thromben in anderen pialen Venen und dem longitudinalen Sinus. Kontusion der linken Occipitalrinde. Ausgedehnte hämorrhagische Infarkte aller Gehirnlappen an der Basis, der basalen Ganglien, Sehhügel und Gehirnschenkel. Ausgedehnte bronchopneumonische Herde in allen Lungenlappen mit Absceßformation und fibrinöse Pleuritis. Mikroskopisch: Lungenalveolen gefüllt mit Eiterkörperchen, Fibrin und ödematöser Flüssigkeit. Vorderer Lappen der Hypophyse mit ausgedehnter Nekrose der Zellen, Gefäßfüllung und Blutungen an der Übergangsstelle. In den hämorrhagischen Abschnitten des Gehirns diffuse und perivaskuläre Blutungen, Austritte ödematöser Flüssigkeit mit roten und weißen Blutelementen, besonders Lymphocyten in den perivaskulären Räumen, viele Gitterzellen, gefüllt mit Fett oder Hemosiderin. Thrombosen in pialen und Gehirnvenen. Verschwinden von Nervenzellen in vielen Gehirnabschnitten. Auch der Purkinjezellen des Kleinhirns. Proliferationen von Gefäßen und Gefäßwandzellen. Bildung von Vacuolen und Demyelinationen der weißen Substanz. Starke Lymphocytenansammlung im subarachnoidalen Raum und um piale und cerebrale Venen herum (Abb. 5—10).

Zusätzlich möchte ich noch einen 5. Fall erwähnen, bei dem ein Zusammenhang zwischen Knockout und einer rechtsseitigen Karotisthrombose, die 3 Wochen später zum Tode führte, vielleicht besteht. UNTERHARNSCHIEDT hat in seinen letzten Untersuchungen die Häufigkeit einer Carotisdrosselung und Verschuß nach wiederholten Schlägen auf den Kopf betont. Der 30jährige professionelle Boxer wurde Knockout nach der 10. Runde, bewußtlos für $\frac{1}{2}$ Std, erholte sich aber soweit, daß er von Philadelphia, wo der Boxkampf stattfand, nach New York, wo er wohnte, fahren konnte. Doch entwickelten sich bald Kopfschmerzen, Ohnmachtsanfälle und eine zunehmende linksseitige Körperschwäche, weswegen er ein Krankenhaus aufsuchte. Dort wurde eine Angiographie vorgenommen, die einen Ver-

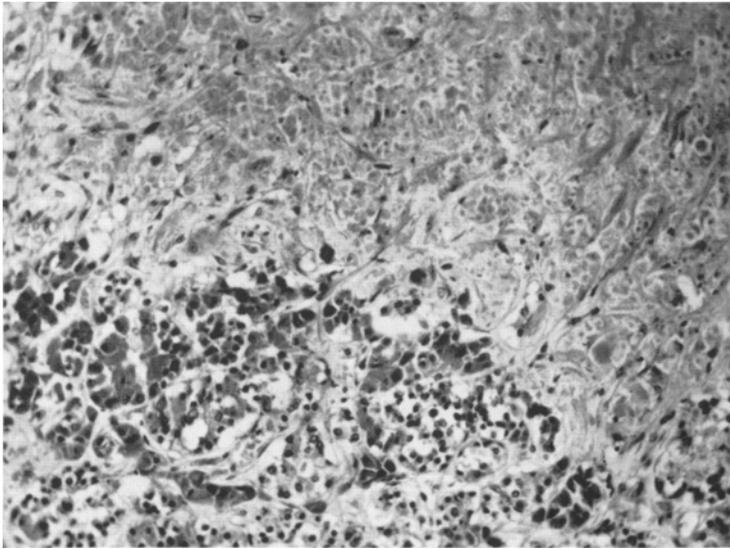


Abb. 5. Fall 4. 25-jähriger Berufsboxer sank nach k.o. in zwölfter Runde zu Boden, starb nach 9-tägiger Bewußtlosigkeit; Hirnödem. Ischämische Nekrose des vorderen Hypophysenlappens durch Druck des Hirnödems

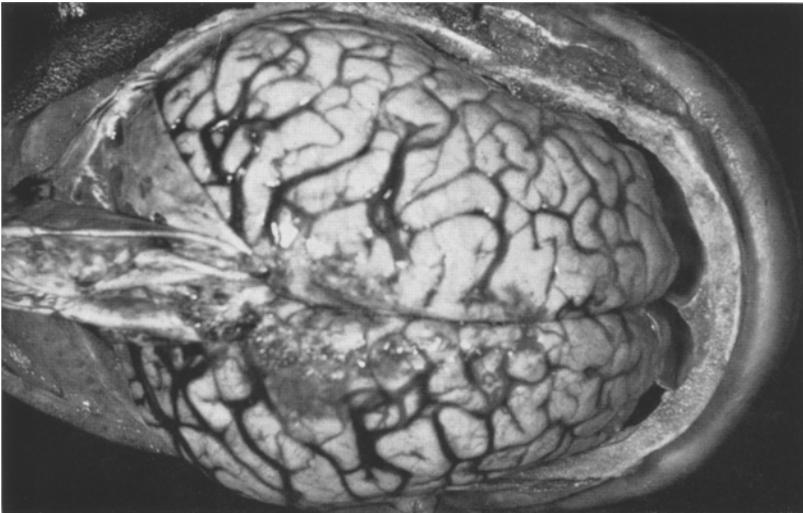


Abb. 6. Fall 4. Oberflächliche Kontusionen der Hirnrinde

schluß der rechtsseitigen Carotis interna zeigte, und eine Craniotomie gemacht wegen des gleichzeitigen Verdachts eines subduralen Hämatoms. Eine Schwellung der rechtsseitigen Gehirnhälfte wurde gefunden und der Patient starb 24 Std

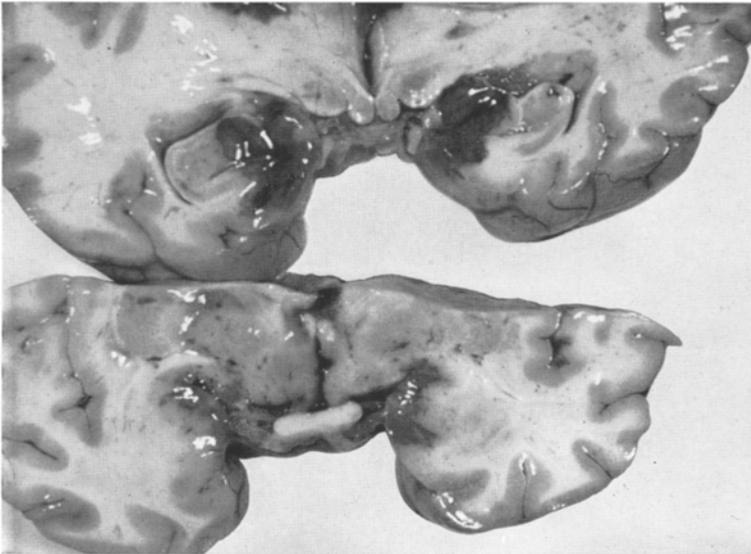


Abb. 7. Fall 4. Symmetrische Blutungsherde an der Basis beider Schläfenlappen

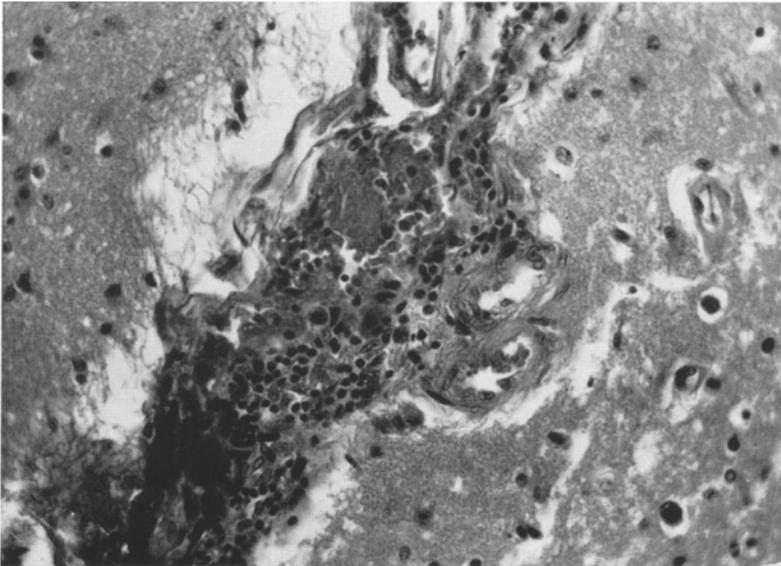


Abb. 8. Fall 4. Subarachnoidaler Raum, starke Zellansammlung, bestehend aus Lymphocyten und Gitterzellen, Ödem in der Umgebung der Gefäße

später im Koma, 3 Wochen nach dem Knockout. Thromben wurden im intrakraniellen Abschnitt der rechten internen Carotis und mittleren Gehirnschlagader

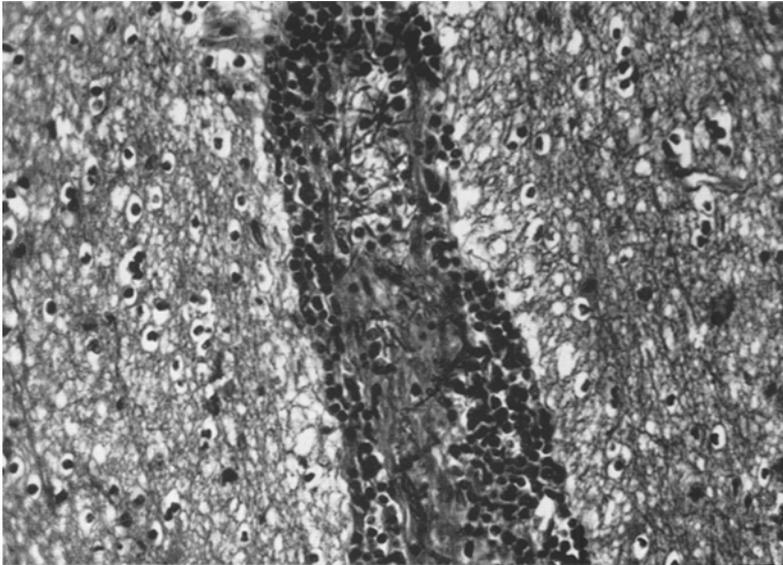


Abb. 9. Fall 4. Große thrombotische Gehirnvenen, umgeben von Lymphocyten und Gitterzellen und Ödem



Abb. 10. Fall 4. Blutungen in beiden Sehhügeln und r. Linsenkern

und eine hämorrhagische Infarzierung der rechten Hemisphäre, besonders der Stammganglien und des Schläfenlappens und sekundäre pontine Blutungen gefunden; die letzteren waren ganz frischer Natur, die Veränderungen in den Stammganglien älter. Ob aber sich eine solche Carotis-Thrombose in einem sonst gesunden Mann mit gesunden Gehirngefäßen nach Schlägen auf den Kopf entwickeln kann, scheint uns nicht ganz geklärt.

Zusammenfassung

Die mitgeteilten vier Todesfälle beweisen, daß nach wiederholten Schlägen auf den Kopf, wie sie im Boxkampf erfolgen, sich schwere, fortschreitend sich verschlimmernde Störungen des Gefäßapparates des Gehirns entwickeln können, die trotz Entfernung der subduralen Blutmasse durch sekundäre Thrombose, Infarkte, Blutungen und Ödem großer Gehirnabschnitte nach 54 Std bis 9 Tagen den Tod herbeiführten.

Summary

4 fatalities in boxing matches are reported, 1 was an amateur, 3 were professional boxers, 19—25 years old healthy men. The amateur died after knock out in the 2. round, the 3 others were k.o. in the 8., 10., 12. round after repeated blows against face and head, they died within 54 hours to 9 days after the k.o. In all 4 cases a subdural hemorrhage had been removed by craniotomy to relieve the increased intracranial pressure. Yet an irreversible disturbance of the cerebral circulation developed. It lead to early veinous thromboses, stases, cerebral edema with herniation of braintissue through the holes of dura and skull made by the craniotomy. Another consequences were extensive hemorrhagic infarctions of all lobes on the base of the brain, the basal ganglia, thalami, brainstem in 3 cases, of ischemic necroses of these areas in 1 case. At autopsy contusions of the face and cerebral cortex and remnants of the subdural bleeding were insignificant. The boxer who survived the knockout for 9 days showed also a pressure necrosis of the anterior part of the hypophysis gland and a severe bronchopneumonia. Most cases reported in the litterature and 13 out of 23 cases of boxing fatalities autopsied from 1918—1950 by the Office of the Chief Medical Examiner of New York City died from a subdural hemorrhage consequent to a torn pial vessel. In contrast to it in the 4 cases described the impairment of the cerebral circulation was the most important factor produced by the blows on the head, not relieved by the craniotomy and the removal of the subdural hemorrhage.

Literatur

BERGLEITER, R., u. E. JOKL: Hirnschädigungen durch Boxsport. Zbl. Neurochir. 16, 1, 28—44 (1956) (mit zahlreichen Literaturangaben).

- BERNER, O.: Über kleine, aber tödlich verlaufende traumatische Hirnblutungen. Virchows Arch. path. Anat. **277**, 386 (1930).
- BRANDENBURG, W., u. J. HALLERVORDEN: Dementia pugilistica mit anatomischem Befund. Virchows Arch. path. Anat. **325**, 680—709 (1954).
- BRESLAUER-SCHUECK, F.: Physiologische Betrachtungen zur Lehre von der Gehirnerschütterung. Bruns' Beitr. klin. Chir. **121**, 590 (1921).
- CARR, J., and K. MOODY: Boxers hemorrhage. Calif. West. Med. **51**, 227 (1939).
- CARROLL, E.: Punch drunk. Amer. J. med. Sci. **191** 706 (1936).
- CASSASA, C.: Multiple traumatic cerebral hemorrhages. Proc. N.Y. path. Soc. **24**, 101 (1924).
- CREUTZ, W.: Tödliche Verletzungen bei Sportwettkämpfen. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **15**, 433 (1930).
- CRITCHLEY, M.: Medical aspects of boxing. Brit. med. J. **1957 I**, 357.
- DENNY-BROWN, D.: Cerebral concussion. Physiol. Rev. **25**, 296 (1945).
- , and W. RUSSELL: Experimental cerebral concussion. Brain **64**, 93 (1941).
- DIXON, K.: Mechanism of cerebral concussion. Lancet **1940 II**, 360.
- DOGGART, J.: In: A. BASS et al. (editors), Medical aspect of boxing. New York: Pergamon Press 1965.
- ECK, H.: Über die Bedeutung der Duret-Bernerschen Blutungen bei der Gehirnerschütterung. Beitr. path. Anat. **104**, 390 (1940).
- FEIGIN, J., and N. POPOFF: Neuropathological observations in cerebral edema. J. Neuropath. exp. Neurol. **12**, 500 (1962); — Arch. Neurol. **6**, 151 (1962).
- FRAENCKEL, P.: Tod im Boxkampf. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **1**, 481 (1922).
- FREYTAG, E.: Autopsy findings in head injuries from blunt forces. Arch. Path. **75**, 402 (1963).
- GONZALES, T.: Fatal injuries in competitive sports. J. Amer. med. Ass. **146**, 1506 (1951).
- M. HELPERN, and B. VANCE: Legal medicine and toxicology, p. 331. New York: Appleton Century Crofts 1954.
- HOLBOURN, A.: Mechanics of headinjuries. Lancet **1943 II**, 145, 438.
- JOKL, E.: Medical aspects of boxing. Lancet **1941 II**, 169, 438.
- Fatal cerebral injury in boxers. Lancet **1947 I**, 133.
- Punchdrunkeness. Brit. med. J. **1950 I**, 132, 2.
- Brain injuries to boxers. Trans. Amer. neurol. Ass. **5**, 125 (1956).
- Death of a boxer. Lancet **1958 II**, 422.
- KAPLAN, H., and J. BROWDER: Observations on the clinical and brainwave pattern of professional boxers. J. Amer. med. Ass. **156**, 1138 (1954).
- KOCH, W., u. W. FILEHNE: Über die Commotio cerebri. Langenbecks klin. Chir. **17**, 190 (1874).
- KOHLRAUSCH, W.: Boxunfälle mit tödlichem Ausgang. Langenbecks Arch. klin. Chir. **118**, 902 (1921).
- KOLISKO, A.: Gehirnruptur. Beitr. gerichtl. Med. **1**, 17 (1911).
- KRAULAND, W.: Hirnschäden durch stumpfe Gewalt. Dtsch. Z. Nervenheilk. **163**, 265 (1950).
- Über die Quellen des akuten und chronischen subduralen Hämatoms. Stuttgart: Georg Thieme 1961 (mit zahlreichen Literaturangaben).
- LINDENBERG, R., and E. FREYTAG: The mechanism of cerebral contusions. Arch. Path. **69**, 440 (1960).
- MARTLAND, H.: Punch drunk. J. Amer. med. Ass. **91**, 1109 (1928).
- , and C. BELING: Traumatic cerebral hemorrhages. Arch. Neurol. Psychiat. **22**, 1001 (1929).

- MAWSLEY, C.: Neurological disease in boxers. *Lancet* **1963 II**, 795.
- MÜLLER, N.: Das subdurale Hämatom als Todesursache nach Boxkampf. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **44**, 763 (1956).
- MUSKAT, D.: The problem of death in boxers from cerebral injury. *Med. Proc. S. Afr.* **2**, 472 (1956).
- NEUBUERGER, C.: Über zentrale traumatische Hirnerweichung und verwandte Prozesse. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **14**, 583 (1930).
- D. SINTRON, and J. DENST: Cerebral atrophy associated with boxing. *Arch. Neurol. Psychiat.* **81**, 403 (1959).
- PAMPUS, F., u. N. MÜLLER: Über einen Todesfall nach Boxkampf. *Dtsch. Z. Nervenheilk.* **174**, 177 (1956).
- PARKER, H.: Traumatic encephalopathy (Punch drunk). *J. Neurol. Psychiat.* **15**, 20 (1934).
- PETERS, G.: Über gedeckte Gehirnverletzungen. *Zbl. ges. Neurol. Psychiat.* **8**, 172 (1943).
- PUDENZ, R., and C. SHELDON: Lucite calvarium, cranial trauma and brain movements. *J. Neurosurg.* **1**, 67 (1944; **3**, 487 (1946).
- REUTER, F.: Über zentrale traumatische Hirnblutungen. *Dtsch. Z. Chir.* **207**, 92 (1927).
- RICKER, G.: Über hemorrhagische Infarcierung. *Beitr. path. Anat.* **50**, 579 (1911).
- Entstehung der pathologisch-anatomischen Befunde nach Hirnerschütterung. *Virchows Arch. path. Anat.* **226**, 180 (1919).
- ROGES, L.: Concussion and compression. *Brit. med. J.* **1938 I**, 743
- ROMINO, J.: Boxing and intracranial injuries W. Virginia med. J. **45**, 19 (1949).
- SCHALLER, W., K. TAMAKI, and H. NEWMAN: Nature and significance of multiple petechial hemorrhages associated with trauma of the brain. *Arch. Neurol. Psychiat. (Chir.)* **37**, 1048 (1937).
- SCHWEINKER, J.: Cerebral swelling. *J. Neurosurg.* **4**, 255 (1947).
- SCHWARZACHER, W.: Über traumatische Markblutungen des Gehirns. *Jb. Psychiat. Neurol.* **43**, 113 (1924).
- SELLIER, K.: Zur Physik des Schädeltraumas. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **51**, 550 (1960).
- , u. F. UNTERHARNSCHIEDT: Mechanik und Pathomorphologie der Hirnschäden nach stumpfer Gewalteinwirkung auf den Schädel. *Hefte Unfallheilk.* **76**, 1—119 (1963) (mit zahlreichen Literaturangaben).
- SPILLANE, J.: Five boxers. *Brit. med. J.* **1962 II**, 205.
- STRASSMANN, G.: Über Kopfverletzungen durch stumpfe Gewalt. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **16**, 327 (1931).
- SYMONDS, C.: Concussion and its sequelae. *Lancet* **1962 I**, 1.
- UNTERHARNSCHIEDT, F. (mit K. SELLIER): Mechanik und Pathomorphologie der Hirnschäden nach stumpfer Gewalteinwirkung auf den Schädel; die gedeckten Schäden des Gehirns. *Monogr. Grenzgeb. Neurol. Psychiat.* Bd. 103 (1963).
- Experimentelle Untersuchungen über gedeckte Schäden des Gehirns nach einmaliger und wiederholter stumpfer Gewalteinwirkung auf den Schädel. *Fortschr. Med.* **80**, 369 (1962) (mit zahlreichen Literaturangaben).
- WALKER, A. KOLLBOS, and J. CASE: The physiologic basis of concussion. *J. Neurosurg.* **1**, 103 (1944).
- WEIMANN, W.: Zum Tod im Boxkampf. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **16**, 341 (1931).
- WERKGÄRTNER, A.: Subdurale Blutungen aus verborgener Quelle. *Beitr. gerichtl. Med.* **5**, 191 (1922).

- WINDLE, W.: Experimental studies on concussion. *Advanc. Military Med.* **1**, 168 (1948).
- , and C. FOX: Experimental structure alterations after concussion. *Surg. Gynec. obstet.* **79**, 561 (1944).
- R. GROAT, and H. MAGOUN: Functional and structural changes in the central nervous system during and after experimental concussion. *Trans. Amer. neurol. Ass. S.* 177 (1944).
- WOJAHN, H.: Traumatische Hirnstammschädigungen. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **54**, 49 (1963).
- WOLFF, K.: Todesfälle im Boxkampf. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **12**, 392 (1928).
- Boxsport und Boxverletzungen. *Dtsch. Z. Chir.* **208**, 379 (1928).
- ZUELCH, K.: Hirnödem, Hirnschwellung, Hirndruck. *Zbl. Neurochir.* **11**, 350 (1951); **12**, 174 (1952).

Prof. Dr. G. STRASSMANN
7 Pelham Ter.,
Arlington Mass., USA

Prof. M. HELPERN
Chief Medical Examiner
520 First Avenue
New York, 10016