

## Verformung des Mittelhirns im Horizontalschnitt\* \*\*

Shigetaro Kamiyama und Yasushi Kimura

Institut für Rechtsmedizin der Universität Chiba (Japan)

Eingegangen am 16. September 1972

### *Deformity of the Midbrain in the Horizontal Section due to Cranio-Cerebral-Injury*

*Summary.* In order to clarify the deformity of the midbrain in the horizontal section due to epi- and subdural hemorrhage, measurement and statistic analysis were performed, in relation to the localization of the hemorrhage, the grade of the temporal hernia, the grade of the secondary bleeding in the midbrain, and the survival time.

The midbrain of 30 brains with epi- or/and subdural hemorrhage and 15 controlbrains, which were carefully fixed in 10% formalin solution, was cut horizontally in the height of the beginning parts of nerves oculomotorii, and the diameters were measured (longitudinal length:  $29.86 \pm 2.70$  mm in the haematom-group and  $25.65 \pm 1.35$  mm in the control-group; transversal length:  $26.63 \pm 2.72$  mm in the haematom-group and  $27.60 \pm 1.46$  mm in the control-group; midbrainratio (longitudinal/transversal length):  $1.14 \pm 0.18$  in the haematom-group and  $0.93 \pm 0.05$  in the control-group; dimensions (longitudinal  $\times$  transversal length):  $793.59 \pm 102.15$  mm<sup>2</sup> in the haematom-group and  $707.64 \pm 60.17$  mm<sup>2</sup> in the control-group).

Not only the extension of the longitudinal length, but also the increase of the midbrainratio and of the dimensions were in the case of the haematom-group statistic significant in contrast to the control-group.

The deformity of the midbrain is more influenced by the localization of the haematom and the grade of the temporal hernia than by the grade of the secondary bleeding in the midbrain and the survival time.

The measurements of the midbrain could be of use not only as macroscopic characteristics of cerebral compression, but also useful for informations of microscopic studies.

*Zusammenfassung.* Messungen und statistische Untersuchungen wurden durchgeführt, um die Mittelhirnverformung im horizontalen Schnitt bei epi- und subduralem Hämatom im Zusammenhang mit der Lokalisationsstelle des Hämatomes, der Stärke der temporalen Hernien und der Überlebenszeit sowie der Stärke der sekundären Blutung im Mittelhirn festzustellen.

Das Mittelhirn von 30 Gehirnen mit Hämatom und 15 Kontrollhirnen, die nach der Entnahme in 10%iger Formalin-Lösung fixiert worden sind, wurden in Höhe der Anfangsstelle der Nervi oculomotorii horizontal durchgeschnitten und dann die Durchmesser gemessen (Längsdurchmesser:  $29,86 \pm 2,70$  mm bei der Hämatomgruppe und  $25,65 \pm 1,35$  mm bei der Kontrollgruppe; Querdurchmesser:  $26,63 \pm 2,72$  mm bei Hämatomgruppe und  $27,60 \pm 1,46$  mm bei Kontrollhirngruppe; Mittelhirnverhältnis (Längs-/Querdurchmesser):  $1,14 \pm 0,18$  bei der Hämatomgruppe und  $0,93 \pm 0,05$  bei der Kontrollhirngruppe; Flächenraum (Längs-  $\times$  Querdurchmesser):  $793,59 \pm 102,15$  mm<sup>2</sup> bei der Hämatomgruppe und  $707,64 \pm 60,17$  mm<sup>2</sup> bei der Kontrollhirngruppe).

Statistisch signifikante Feststellungen waren bei der Hämatomgruppe sowohl die Verlängerung des Längsdurchmessers als auch die Vergrößerung des Mittelhirnverhältnisses und des Flächenraumes.

\* Herrn Professor B. Mueller zum 75. Geburtstag gewidmet.

\*\* Vorgetragen auf der 56. Tagung der Japanischen Gesellschaft für Rechtsmedizin, Kyoto, April 1972.

Die Mittelhirnverformung im horizontalen Schnitt ist mehr durch die Lokalisationsstelle des Hämatomes und die Stärke der temporalen Hernien beeinflusst worden als durch die Stärke sekundärer Blutungen im Mittelhirn und die Überlebenszeit.

Die Meßergebnisse am Mittelhirn können sich als wesentliche makroskopische Merkmale bei Hirndruck verwenden lassen. Weiterhin können diese auch Hinweise für weitere mikroskopische Untersuchungen geben.

*Key words:* Epi- und subdurales Hämatom, Mittelhirnverformung — Mittelhirnverformung, Messungen und statistische Untersuchungen.

Bei der hochgradigen Raumbeugung in der Schädelhöhle findet im Gehirn eine starke Achsen- und Seitenmassenverschiebung statt, deren Auswirkung an der Oberfläche des Gehirns als Hirnhernien oder hernienartige Vorwölbungen an bestimmten Stellen beobachtet werden können (Meyer, 1920; Vincent *et al.*, 1936; Hiller, 1940; Schwarz u. Rosner, 1941; Scheinker, 1945; Ecker, 1948; Azambuja *et al.*, 1956; Johnson u. Yates, 1956; Zülch, 1959; Müller, 1963; Sato u. Inui, 1965; Shimoura, 1967; Tatsuno, 1968; Schewe u. Adebahr, 1970).

Die Bedeutung der Falx, des Tentoriumschlitzes und des Foramen magnum betonte Meyer (1920) für die Entstehung der Hirnhernien. Über die Wichtigkeit des Tentoriumschlitzes bei Schädel-Hirn-Trauma schrieb Lindenberg (1966). Spatz u. Stroescu (1934) wiesen auf die topischen Beziehungen der Hirnhernien zu den Zisternen hin. Die Störung des intrakraniellen Druckes legte Zülch (1959) ausführlich dar. Die Volumenvermehrung im supratentoriellen Raum führt zum Massenausgleich durch den Tentoriumschlitz; einerseits in der Mittellinie durch axiale Verschiebung des ganzen Hirnstammes und andererseits in transversaler Richtung durch Einpressung von Teilen des Temporallappens in den Tentoriumschlitz. Drei oder vier Stärkestufen von Temporalhernien im Gebiet der Cisterna basalis im weiteren Sinn sind voneinander unterschieden worden; z. B. nach Azambuja *et al.* (1936) anterior, posterior und vollkommene Hernie; aber der Maßstab für den Unterschied ist noch nicht zu vereinheitlichen.

Vincent *et al.* (1936) nahmen an, daß das Mittelhirn in der Höhe des Tentoriumschlitzes durch eine hochgradige Temporalhernie beim Raumbeugungsprozeß gepreßt und ab und zu stranguliert werden kann.

Zülch (1959) zeigte eine hochgradige Verformung und basale Verschiebung des Mittelhirns bei Hirntumor durch eine Hernie im Gebiet der Cisterna ambiens und der Cisterna Vena Galeni. Über die Verformung des Mittelhirns bei Schädel-Hirn-Trauma berichteten Sato u. Inui (1965), Kamiyama (1966) sowie Schewe u. Adebahr (1970); die starke Verformung, die Verengung des interpedunculären Raumes, der verstrichenen Sulci laterales und der abgeplatteten Gehirnschenkel wurden gezeigt.

Howell (1956, 1961) beschrieb die Hirnstammkompression mit der Knickung bei Raumbeugungsprozessen ohne seitliche Verschiebung und wies auf die Verkürzung der Länge vom Tectum auf dem sagittalen Mittelschnitt des Gehirns an Hand der Meßergebnisse hin. Shimoura (1967) hat ebenso die Länge von Pons und Tectum im sagittalen Mittelschnitt des mit Vorsicht in 10%iger Formalin-Lösung fixierten Gehirns abgemessen und gezeigt, daß eine signifikante Differenz der Durchschnittswerte von dem Verhältnis der longitudinalen Länge zur ventrodorsalen Länge des Pons zwischen der traumatischen und der nichttraumatischen Hirngruppe statistisch gesichert werden kann.

Die durch Hirndruck bedingten Sekundärschäden am Gehirn bei Schädeltrauma wurden von Schewe u. Adebahr (1970) übersichtlich beschrieben (Lindenberg, 1961; Wojahn, 1963; Tatsuno, 1968; Tamaska, 1968; Mizoi u. Tatsuno, 1969).

Diese Studie hatte zum Ziel, die durch epi- oder subdurales Hämatom bedingte Verformung des Mittelhirns im horizontalen Abschnitt an Hand der gemessenen Durchmesser statistisch festzustellen.

### Material und Untersuchungsmethode

Aus dem eigenen Obduktionsgut wurden 30 Gehirne mit ausgedehntem epi- und/oder subduralem Hämatom herausgenommen, in denen es nach stumpfer Gewalteinwirkung auf den Kopf durch Hirndruck zum Tod gekommen war; 10 epi-, 17 subdurale Hämatome und 3 gemischte Formen; Lokalisation des Hämatoms: 26 seitlich gelegene, 3 an dem Vorderpol und 1 an dem Hinterpol gelegene; bei 6 Fällen wurde die Operation durchgeführt. Diese stammen von Menschen männlichen Geschlechts, die im Alter von 12 bis 55 Jahren standen (Durchschnittsalter: 37,3), davon waren 17 mit Schädelfraktur und 18 mit sekundärer Blutung im Mittelhirn kombiniert. Die Überlebenszeiten betragen zwischen 3 Std und 16 Tagen. Ausgeschlossen wurden: Fälle mit Zermalmung des Gehirns, Fälle mit kurzer Überlebensdauer und Fälle mit mehr als 24 Std Postmortemzeit. Das Material wurde auf gedeckte Schädel-Hirn-Traumata beschränkt. Unberücksichtigt blieben: Lokalisation und Ausbreitung der Primärschäden am Gehirn und Gewalteinwirkung gegen die anderen Körperteile außer Kopf. Zur Kontrolle wurden 15 Gehirne ohne Schädel-Hirn-Trauma verwendet (14 männliche und 1 weibliches; 5—76 Jahre alt, Durchschnittsalter 37,3; Überlebensdauer: von Sekundentod bis zu 6 Std).

Ein dicker Faden wurde unter der Hirnbasisarterie hindurchgezogen, darauf wurde das Gehirn mit Vorsicht in 10%ige Formalin-Lösung gehängt. Nach Fixierung wurde das Mittelhirn in Höhe der Anfangsstelle der Nervi oculomotorii horizontal durchgeschnitten und der Längs- und Querdurchmesser mit einer Schublehre (Genauigkeit:  $\frac{1}{20}$  mm) gemessen. Ein Verhältnis des Längs- zum Querdurchmesser wurde berechnet und als „Mittelhirnverhältnis“ bezeichnet.

Die statistische Analyse (*t*-Test) wurde an den Messungs- und Berechnungsergebnissen im kritischen Wert von 5% durchgeführt: im Zusammenhang mit der Lokalisationsstelle des Hämatomes, der Überlebenszeit, der Stärke der sekundären Blutung im Mittelhirn sowie der Stärke der temporalen Hernien. Wenn eine hohe Differenz der Standardabweichung der Hämatom- und Kontrollhirngruppe vorhanden war, wurde die Welch-Aspinsche Methode angewendet. Für die Messungen wurde eine Schublehre (Genauigkeit  $\frac{1}{20}$  mm) verwendet.

### Ergebnisse

Die Raumbengung in der Schädelhöhle durch ein epi- oder subdurales Hämatom gibt dem Hirnstamm eine Kompressionseinwirkung, deren Richtung abhängt vom Sitz des Hämatoms. Aus Abb. 1 und 2 ist eine Übersicht der Kompressionseinwirkung des Hämatoms gegen das Mittelhirn ersichtlich; bei seitlich gelegenen Hämatom wird das Mittelhirn direkt durch die temporale Hernie nach der Gegenseite komprimiert, dagegen bei dem in der Vorderpolgegend gelegenen Hämatom von vorn nach hinten.

In Abb. 3 und 4 ist der Vergleich des Längs- und Querdurchmessers im horizontalen Mittelhirnabschnitt zwischen der Hämatom- und Kontrollhirngruppe dargestellt. Die folgenden Zahlen zeigen die Durchschnittswerte der beiden Durchmesser bei der Hämatomgruppe, die in Klammern angegebenen Zahlen die der Kontrollhirngruppe:

Mittlerer Längsdurchmesser:  $29,86 \pm 2,70$  mm ( $25,65 \pm 1,35$  mm)

Mittlerer Querdurchmesser:  $26,63 \pm 2,72$  mm ( $27,60 \pm 1,46$  mm).



Abb. 1. 40jähriger Mann, Kopf zu Kopf-Kontusion, subdurales Hämatom links, Überlebenszeit: 15 Tage. Verformung des Mittelhirns durch mittelstarke temporale Hernie links mit sekundärer Mittelhirnblutung und mit Verschuß des Aquaeductus cerebri wurde beobachtet.  
Mittelhirnverhältnis (Längs-/Querdurchmesser):  $32,80/29,95 \text{ mm} = 1,09$

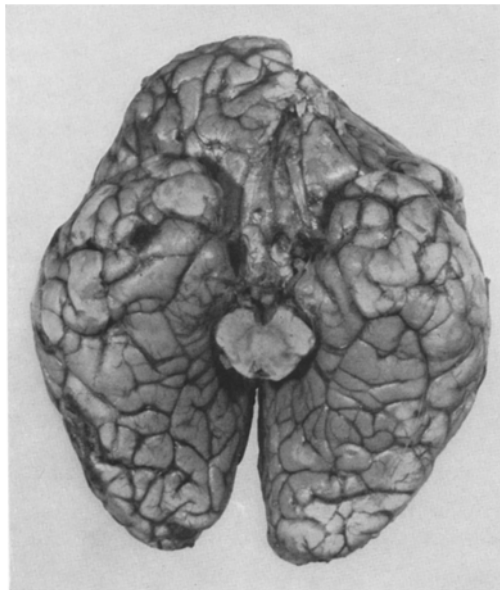


Abb. 2. 24jähriger Mann, Kontusion gegen linke Stirn, ausgedehnte Eindellung durch epidurales Hämatom am linken Vorderpol. Überlebenszeit:  $50\frac{1}{3}$  Std. Verformung des Mittelhirns durch temporale Hernia anterior links ist sichtbar. Mittelhirnverhältnis (Längs-/Querdurchmesser):  $24,05/31,20 \text{ mm} = 0,77$

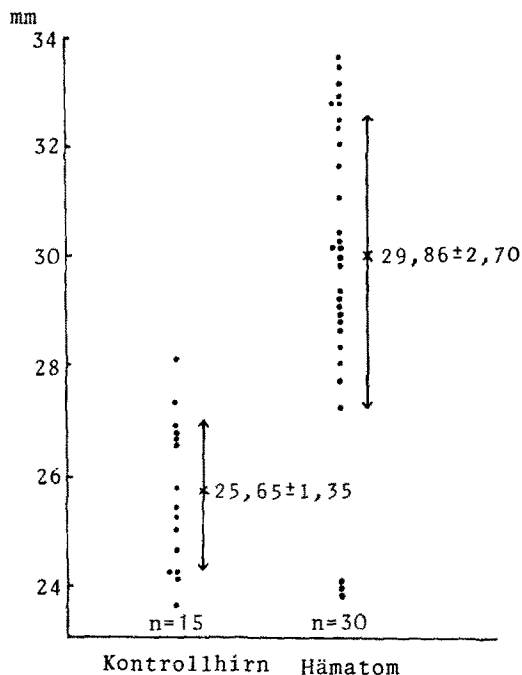


Abb. 3. Vergleich des Längsdurchmessers im horizontalen Mittelhirnabschnitt zwischen Hämatom- und Kontrollhirngruppe. Der Längsdurchmesser wurde durchschnittlich um ca. 4 mm bei der Hämatomgruppe verlängert. Bei 3 Fällen der Hämatomgruppe, die die kurzen Werte gezeigt haben (untere 3 Punkte), beschränkte sich die Lokalisation des Hämatomes auf die Vorderpolgegend

Eine noch größere Standardabweichung bei der Hämatomgruppe wäre von den Verschiedenheiten der Gewalteinwirkung in einzelnen Fällen abhängig. In Abb. 3 wird eine offensichtliche Verlängerung des Längsdurchmessers bei der Hämatomgruppe bemerkt, dagegen ist eine erwartete Verkürzung des Querdurchmessers in Abb. 4 nicht ersichtlich. Die Ergebnisse der statistischen Untersuchungen zeigten auch beim Längsdurchmesser eine hochsignifikante Differenz der Durchschnittswerte zwischen beiden Gruppen ( $t = 5,64$ ), aber nicht bei dem Querdurchmesser ( $t = 1,56$ ). Es ist auch bemerkenswert, daß bei 3 Fällen der Hämatomgruppe, die kurze Längsdurchmesser (23,85; 23,95; 24,05 mm) aufgewiesen haben, sich der Sitz des Hämatoms auf die Vorderpolgegend beschränkte. Da der kritische Bereich des Längsdurchmessers bei der Hämatomgruppe zwischen 24,27 und 35,45 mm betrug, können die 3 Fälle aus der Muttergruppe ausgelassen werden. Das bedeutet, daß die Bildungsstelle des Hämatoms auf den Längsdurchmesser des Mittelhirns einen großen Einfluß hat.

In Abb. 5 wurden das Mittelhirnverhältnis (Längs-/Querdurchmesser) bei der Hämatom- und Kontrollhirngruppe verglichen:

Mittleres Mittelhirnverhältnis bei Hämatomgruppe:  $1,14 \pm 0,18$ ,  
 Mittleres Mittelhirnverhältnis bei Kontrollgruppe:  $0,93 \pm 0,05$ .

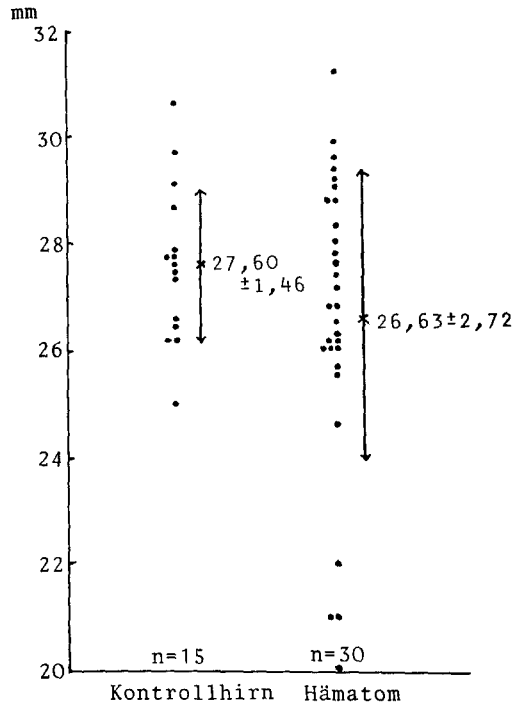


Abb. 4. Vergleich des Querdurchmessers im horizontalen Mittelhirnabschnitt zwischen Hämatom- und Kontrollhirngruppe. Statistisch sinnvolle Differenz von Durchschnittswerten beider Gruppen wurde nicht ermittelt

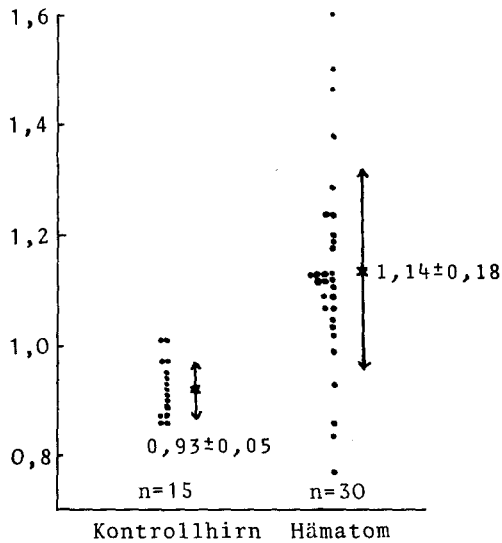


Abb. 5. Mittelhirnverhältnis (Längs-/Querdurchmesser) der Hämatom- und Kontrollhirngruppe. Vergrößerung des Verhältnisses wurde bei der Hämatomgruppe statistisch festgestellt, aber die Verkleinerung wurde bei Hämatomen in der Vorderpolgendung bemerkt (untere 3 Punkte: 0,77; 0,84; 0,86)

Entsprechend der Verlängerung des Längsseitendurchmessers bei der Hämatomgruppe wurde ein vergrößertes Mittelhirnverhältnis beobachtet; eine signifikante Differenz der Durchschnittswerte wurde zwischen beiden Gruppen statistisch festgestellt ( $t = 6,18$ ; mit der Welch-Aspinschen Methode: 38,04 Freiheitsgrade). Aber bei den schon erwähnten 3 Fällen mit Hämatom in der Vorderpolgendung wurde eine Verkleinerung des Verhältnisses bemerkt (0,77; 0,84; 0,86).

Bei dem Mittelhirnverhältnis wurde keine enge Beziehung mit der Überlebenszeit, kein Einfluß der Hämatombildungsstelle in bezug auf die Dura mater sowie auch geringe Auswirkung der Stärke der sekundären Blutung im Mittelhirn statistisch aufgezeigt.

Im Gegensatz dazu wurde ein offensichtlicher Zusammenhang mit der Stärke von temporalen Hernien nachgewiesen (Abb. 6); statistisch sinnvolle Differenzen wurden auch zwischen der Kontrollhirn- und Hämatomgruppe mit leichter Hernie (+) ( $t = 10,42$ ) und innerhalb der Hämatomgruppe zwischen denen mit leichter (+) und mittelmäßiger Hernie (++) ( $t = 9,78$ ) festgestellt, aber die Differenz zwischen der Hämatomgruppe mit mittelmäßiger (++) und die mit starker Hernie (+++) war statistisch nicht relevant ( $t = 1,23$ ).

In Abb. 7 und 8 können die Einflüsse der Stärke der temporalen Hernien auf den Längs- und Querdurchmesser des Mittelhirns in den Hämatomgruppen miteinander verglichen werden. Beim Längsdurchmesser wurden statistisch sinnvolle Differenzen zwischen der Kontrollhirn- und Hämatomgruppe mit leichter Hernie (+) ( $t = 4,44$ ) sowie innerhalb der Hämatomgruppe zwischen denen mit leichter (+) und mittelmäßiger Hernie (++) bemerkt ( $t = 7,47$ ), dagegen die bei Querdurchmesser nur zwischen der Hämatomgruppe mit mittelmäßiger (++) und der mit starker Hernie (+++) festgestellt ( $t = 3,04$ ).

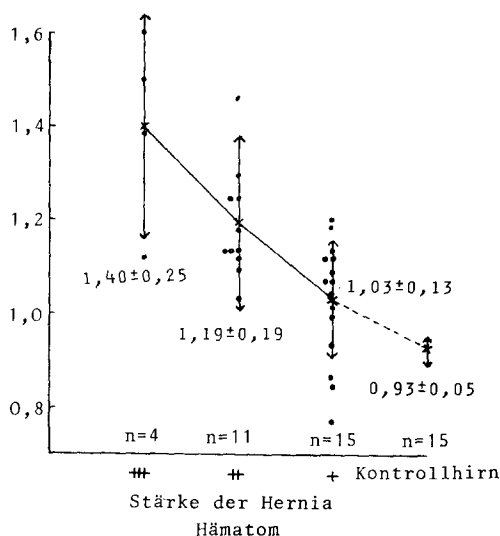


Abb. 6. Offensichtlicher Zusammenhang des Mittelhirnverhältnisses (Längs-/Querdurchmesser) mit der Stärke von temporalen Hernien. Stärkegrade der temporalen Hirnhernien: (+) leicht, (++) mittelmäßig, (+++) stark

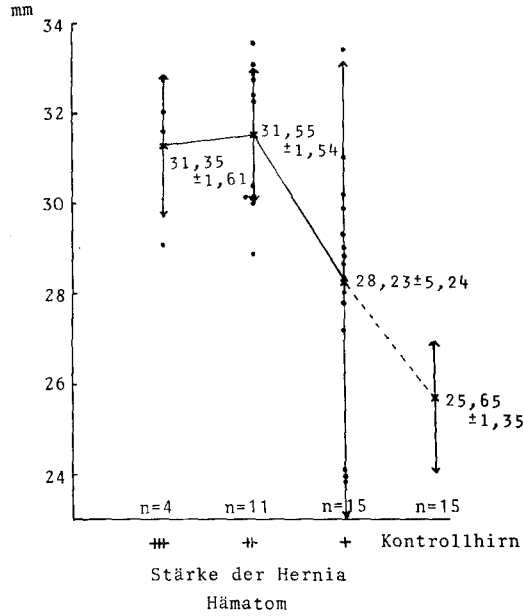


Abb. 7. Einfluß der Stärke von temporalen Hernien auf den Längsdurchmesser des Mittelhirns bei Hämatomgruppen. Stärkegrade der temporalen Hirnhernien: (+) leicht, (++) mittel-mäßig, (+++) stark

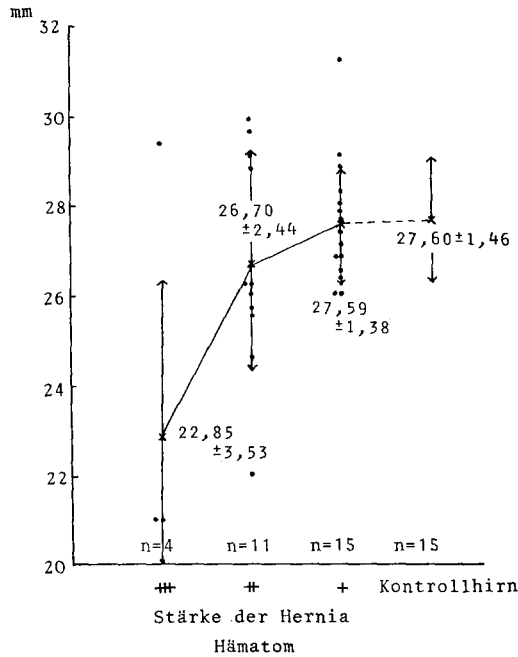


Abb. 8. Einfluß der Stärke von temporalen Hernien auf den Querdurchmesser des Mittelhirns bei Hämatomgruppen. Stärkegrade der temporalen Hirnhernien: (+) leicht, (++) mittel-mäßig, (+++) stark



Der Flächenraum des Mittelhirns (Längs-  $\times$  Querdurchmesser) betrug durchschnittlich bei der Hämatomgruppe  $793,59 \pm 102,15 \text{ mm}^2$  und bei der Kontrollhirngruppe  $707,64 \pm 60,17 \text{ mm}^2$ : eine statistisch signifikante Differenz der Durchschnittswerte beider Gruppen wurde bemerkt ( $t = 3,55$ ; mit der Welch-Aspinschen Methode: 40,41 Freiheitsgrade). Die Zunahme des Flächenraumes bei der Hämatomgruppe ist von der Verlängerung des Längsdurchmessers abhängig, sowohl von der Anschwellung des Mittelhirns selber als auch von denkbarer Kompressionseinwirkung des Mittelhirns in der Achsenrichtung des Gehirns.

### Schlußfolgerung

Die Annahme von Vincent *et al.* (1936), daß das Mittelhirn bei Raumbengungsprozessen von temporalen Hernien komprimiert wird, konnte durch diese Arbeit statistisch nachgewiesen werden.

Es kann aus den Ergebnissen der Schluß gezogen werden, daß die Verformung des Mittelhirns im horizontalen Schnitt mehr durch die Lokalisationsstelle des Hämatoms und die Stärke der temporalen Hernien beeinflußt wird als durch die Stärke sekundärer Blutung im Mittelhirn und die Überlebenszeit. Bei der Hämatomgruppe im allgemeinen wurden die Vergrößerung des Mittelhirnverhältnisses (Längs-/Querdurchmesser) und die Verlängerung des Längsdurchmessers statistisch gesichert (bei dem in der Vorderpolgegend gelegenen Hämatom jedoch kehrte sich ausnahmsweise das Gefälle um: die Verkleinerung des Mittelhirnverhältnisses und die Verkürzung des Längsdurchmessers). Dagegen wurde die erwartete Verkürzung des Querdurchmessers durch die Kompressionseinwirkung von temporalen Hernien statistisch nicht bemerkt, wahrscheinlich wegen der Verschiedenartigkeit der Gewalteinwirkung, der Wachstumsgeschwindigkeit und der Lokalisationsstelle des Hämatomes sowie auch des Anschwellungsgrades im Mittelhirn selber.

Das Ergebnis, daß eine Verlängerung des Längsdurchmessers im horizontalen Mittelhirnschnitt bei der Hämatomgruppe beobachtet wurde, steht in guter Übereinstimmung mit dem von Shimoura (1967), daß die ventrodorsale Länge des Pons im sagittalen Mittelabschnitt bei der traumatischen Hirngruppe verlängert wurde, und widerspricht nicht den Messungen von Howell (1961), der die Verkürzung der longitudinalen Länge vom Tectum im sagittalen Mittelabschnitt beobachtete. Auch steht das mit der Beobachtung von Schewe u. Adebahr (1970) über die Mittelhirnverformung nicht in Widerspruch.

Obleich der direkte Zusammenhang zwischen der Verformung des Mittelhirns und der Stärke sekundärer Blutungen im Mittelhirn und der Zusammenhang zwischen ihnen und der Stärke der temporalen Hernien statistisch nicht festgestellt wurde, mußte trotzdem angenommen werden, daß die Verformung oder Verschiebung des Hirnstammes selber eine große Rolle bei der Entstehung sekundärer Blutung im Hirnstamm spielen kann.

Die Meßergebnisse am Mittelhirn können sich als wesentliche makroskopische Merkmale bei Hirndruck verwenden lassen, wenn das Gehirn mit Vorsicht entnommen und in 10%iger Formalin-Lösung richtig fixiert worden ist. Für weitere mikroskopische Untersuchungen können diese zudem einige gute Hinweise geben.

## Literatur

- Azambuja, N., Lindgren, E., Sjögren, S. E.: Tentorial herniations. I. Anatomy. II. Pneumography. *Acta radiol.* (Stockh.) **46**, 215—241 (1956).
- Ecker, A.: Upward transtentorial herniation of the brain stem and cerebellum due to tumor of the posterior fossa. *J. Neurosurg.* **5**, 51—61 (1948).
- Hiller, F.: Die Pathogenese der Hirnhernien. *Arch. Psychiat. Nervenkr.* **112**, 474—496 (1941).
- Howell, D. A.: Upper brain-stem compression and foraminal impaction with intracranial space-occupying lesions and brain swelling. *Brain* **82**, 525—550 (1956).
- Howell, D. A.: Longitudinal brain stem compression with buckling. *Arch. Neurol.* (Chic.) **4**, 572—579 (1961).
- Jefferson, A., Sheldon, P.: Transtentorial herniation of the brain as revealed by the displacement of arteries. *Acta radiol.* (Stockh.) **46**, 480—498 (1956).
- Johnson, R. T., Yates, P. O.: Clinico-pathological aspects of pressure changes at the tentorium. *Acta radiol.* (Stockh.) **46**, 242—256 (1956).
- Kamiyama, S.: An expression of cerebral compression. *Jap. J. Leg. Med.* **20**, 402—403 (1966).
- Lindenberg, R.: Gefäßsyndrome bei intrakranieller Drucksteigerung. *Acta neurochir.* (Wien), Suppl. **VII**, 430 (1961).
- Lindenberg, R.: Significance of the tentorium in head injuries from blunt forces. *Clin. Neurosurg.* **12**, 129—142 (1966).
- Meyer, A.: Herniation of the brain. *Arch. Neurol.* (Chic.) **4**, 387—400 (1920).
- Mizoi, Y., Tatsuno, Y.: Über die Ponsblutung bei Autopsiefällen durch Kopftraumen. *Beitr. gerichtl. Med.* **26**, 84—91 (1969).
- Müller, E.: Epidurales Hämatom. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **54**, 63—67 (1963).
- Sato, K., Inui, M.: Transtentoriale Hernien bei Schädel-Hirn-Trauma. *Saigaiigaku* (Unfallmedizin) **8**, 720—728 (1965).
- Scheinker, I. M.: Transtentorial herniation of the brain stem. *Arch. Neurol.* (Chic.) **53**, 289—298 (1945).
- Schewe, G., Adebahr, G.: Sekundärschäden am Gehirn bei Schädeltrauma. *Z. Rechtsmedizin.* **67**, 129—146 (1970).
- Shimoura, N.: On the pontine hemorrhages in the fatal cases of head injury. *Jap. J. Leg. Med.* **21**, 397—423 (1967).
- Schwarz, G. A., Rosner, A. A.: Displacement and herniation of the hippocampal gyrus through the incisura tentorii. *Arch. Neurol.* (Chic.) **46**, 297—321 (1941).
- Spatz, H., Stroescu, G. J.: Zur Anatomie und Pathologie der äußeren Liquorräume des Gehirns. *Nervenarzt* **7**, 425—437, 481—498 (1934).
- Tamaska, L.: Die gerichtsmedizinische Bedeutung der sekundären traumatischen Stammhirnblutungen. *Beitr. gerichtl. Med.* **24**, 131—138 (1968).
- Tatsuno, Y.: On the hemorrhages of the upper brain stem in the fatal cases of head injury. *Jap. J. Leg. Med.* **22**, 120—143 (1968).
- Vincent, C., David, M., Thiébaud, F.: Le cône de pression temporal dans les tumeurs des hémisphères cérébraux. Sa symptomatologie, la gravité, les traitements qu'il convient de lui opposer. *Rev. Neurol. clin.* **65**, 536—558 (1936).
- Wajahn, H.: Traumatische Hirnstammschäden. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **54**, 49—52 (1963).
- Zülch, K. J.: Störungen des intrakraniellen Druckes. In: Olivecrona, H., Tönnis, W., *Handbuch der Neurochirurgie*, Bd. I/1, S. 208—303. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1959.

Associate Professor S. Kamiyama, M. D. and Ph. D.  
 Professor Y. Kimura, M. D.  
 Department of Legal Medicine  
 School of Medicine, Chiba University  
 280 Chiba, Japan