

(Aus dem Gerichtlich-medizinischen Institut der Universität Helsingfors.
Vorstand: Prof. Dr. *E. Ehrnrooth.*)

Über den Entstehungsmechanismus der Hirnrupturen, auf Grund eines Falles von zentraler Ruptur.

Von

Dr. M. Hämäläinen, Wiborg (Finnland).

Bei Untersuchungen, die ich im Gerichtlich-medizinischen Institut der Universität Helsingfors über den Entstehungsmechanismus durch stumpfe Gewalt verursachter Rupturen in parenchymatösen Organen geführt habe, hatte ich Gelegenheit, einen Fall von zentraler Hirnruptur zu sehen, den mir Herr Prof. Dr. *E. Ehrnrooth* zuvorkommenderweise zur Veröffentlichung überlassen hat. Der Fall hat mich angeregt, den Entstehungsmechanismus der Hirnrupturen nach denselben Prinzipien wie den von Rupturen in parenchymatösen Organen zu erklären.

Kurz zusammengefaßt ist der Fall folgender (Obduktionsjournal Nr. 3, 1925):

Ein 26-jähriger Mann stürzte sich durch ein Fenster des 2. Stockes auf den Hof und starb auf dem Transport in das Krankenhaus.

Bei der Obduktion wurde folgendes konstatiert: In der linken Schläfe befindet sich eine etwa $3\frac{1}{2}$ cm lange und $1\frac{1}{2}$ cm breite, quer verlaufende Wunde, deren Ränder zerfetzt sind und deren Boden von dem Schädelknochen gebildet wird. Die Umgebung ist von Blut durchtränkt. In den Nasenlöchern und um die Ohrlöcher trocknes Blut. Gesicht und Brust sowie rechte Hand mit trockenem Blut befleckt. Am rechten Knie und an der linken Hüfte kleine braunrote Hautabschürfungen, unter denen die Gewebe von Blut durchtränkt sind. Linkes Augenlid bläulich. Sonst sind keine Zeichen von äußerer Gewalt zu sehen. Innenfläche der Kopfhaut in großem Umfang von Blut durchtränkt. Die Naht zwischen den Scheitelbeinen und dem Stirnbein ist geborsten, und die Berstung setzt sich längs der Schädelbasis bis zur Sella turcica fort. Die Gehirnwindungen sind durch die harte Hirnhaut sichtbar. Zwischen den Hirnhäuten findet sich flüssiges und geronnenes Blut. Kleine Blutungen sind in der rechten Insula Reili und in der Spitze des rechten Schläfenlappens zu konstatieren. Die weiche Hirnhaut ist ablösbar. Das Corpus callosum ist in seinem mittleren Teil zum größten Teil geborsten. Die Zerreißung verläuft in der Längsrichtung. Kleine Blutungen am Aquaeductus Sylvii. In den Gehirnkammern blutige Flüssigkeit. Die Plexus und die Tela blutig. Ependym glatt.

Es handelt sich also um einen jungen Mann, der sich kopfüber zu Boden gestürzt hat, wobei er sich zuerst auf der linken Seite der Stirn verletzte, wovon die Hautwunde und der Schädelbruch zeugen. Nach

dieser intensiven Gewalt ist zu konstatieren, daß die Hirnhäute überall intakt sind, und daß die Oberfläche des Gehirns, abgesehen von kleinen Blutungen, in dem Grade erhalten ist, daß sogar an der von dem Stoß betroffenen Stelle und auch auf der entgegengesetzten oder der sog. Contrecoup-Seite keine Kontusion wahrzunehmen ist. Dagegen ist das Corpus callosum ungefähr in der Richtung der Gewalt geborsten. Die Ränder der Berstung sind glatt, fast wie mit dem Messer geschnitten. In den Gehirnkammern befindet sich blutige Flüssigkeit, aber kein größerer Bluterguß. Wie ist dieser Hirnbefund zu erklären?

Wenn der Schädel von einer stumpfen Gewalt getroffen wird, plattet sich das elastische Schädeldach je nach der Geschwindigkeit des Stoßes und der Größe der getroffenen Fläche entweder örtlich begrenzt oder seinem ganzen Umfang nach ab, wobei das Gehirn in beiden Fällen auf verschiedene Weise beschädigt wird. Ist der Stoß begrenzt und hinreichend kräftig, so deltet sich der Knochen an der betreffenden Stelle ein, um in bestimmten Fällen in seine frühere Lage zurückzuprallen. Dabei kann die Gehirnoberfläche an der entsprechenden Stelle beschädigt werden, aber der Stoß wird in der Richtung der Kraft durch das Gehirn fortgepflanzt mit der Folge, daß die Gehirnoberfläche gewöhnlich auf der entgegengesetzten Seite mehr als an der primären Stelle lädiert wird. Diese Erscheinung, die gewöhnlich als Contrecoup bezeichnet wird und der man verschiedene Erklärungen gegeben hat, läßt sich meines Erachtens physikalisch auf einfache Weise erklären. Aus der Physik ist uns bekannt, daß, wenn sich ein Stoß durch einen elastischen Körper auf einen anderen, angrenzenden Körper fortpflanzt, der von dem ersten Körper dem zweiten versetzte Stoß genau ebenso groß wie der Gegenstoß ist, den dieser jenem mitteilt. Unter diesen Umständen ist es natürlich, daß das weiche Hirngewebe an dem Knochen zerreißt, wenn es von demselben einen Gegenstoß erhält, vorausgesetzt, daß der Stoß hinreichend kräftig gewesen ist. Daß das Gehirn, allen Einwänden zum Trotz, als ein elastischer, wenn auch wenig elastischer Körper zu betrachten ist, wird meiner Ansicht nach genügend durch seine Fähigkeit bewiesen, nach kleineren Formveränderungen unbeschädigt seine ursprüngliche Form wieder anzunehmen.

Wenn dagegen der Stoß eine ausgedehntere Fläche trifft, und namentlich, wenn der Schädel einem Druck ausgesetzt wird, plattet er sich ab, und im Gehirn als Ganzem findet eine plötzliche Formveränderung mit allen davon herrührenden Folgen statt. Natürlicherweise können beide vorerwähnten Gewaltformen zu gleicher Zeit einwirken. Bemerkenswert ist, daß die Geschwindigkeit des Stoßes eine außerordentlich große Rolle spielt, denn nach den physikalischen Gesetzen nimmt die Wirkung des Stoßes in demselben Verhältnis wie das Quadrat der Geschwindigkeit zu.

Will man den Entstehungsmechanismus der Ruptur im vorliegenden Fall erklären, so ist zu beachten, daß sich der Schädel als Ganzes abgeplattet haben muß, weil die örtlichen Symptome im Gehirn sowohl auf der Seite des Stoßes als auf der entgegengesetzten Seite fehlen. Unter diesen Umständen ist die Ruptur als eine Folge der plötzlichen Formveränderung, der das Gehirn als Ganzes infolge der Abplattung des Schädels ausgesetzt worden ist, d. h. als eine sog. Berstungsruptur zu betrachten.

Eine einfache physikalische Erklärung gab dem Entstehungsmechanismus der Rupturen in parenchymatösen Organen als erster *Krogius*, welcher u. a. zeigte, daß die durch stumpfe Gewalt verursachten, in der Richtung der Gewalt verlaufenden Organrupturen durch eine von Druck herrührende Formveränderung hervorgerufen sind, wie ebenso die Berstungsfrakturen des Schädels, die den Meridianen zwischen den Druckpolen folgen (Messer-von Wahlsches Gesetz). Bei seinen Versuchen machte *Krogius* die Beobachtung, daß die erwähnten Berstungsrupturen immer von innen her anzufangen schienen. Meinerseits glaube ich in meiner früheren experimenteller Arbeit nachgewiesen zu haben, daß die durch Druck hervorgerufenen Berstungen bei kugelförmigen elastischen Körpern immer von innen, genauer gesagt von der Druckachse her beginnen und daß sie dabei den physikalischen Gesetzen gehorchen. Auf diesem Wege war ich zu dem Schluß gekommen, daß u. a. die zentralen Rupturen der Leber als Anfangsstadien gewöhnlicher Berstungsrupturen zu betrachten sind, was sich auch bei meinen Versuchen an der Leiche konstatierte. Nach allem Obengesagten meine ich die vorliegende zentrale Hirnruptur hinsichtlich ihres Entstehungsmechanismus mit den zentralen Leberrupturen parallelisieren zu können. Es ist nicht meine Absicht, die Entstehung aller Hirnrupturen und zentralen Blutungen ausschließlich auf die vorerwähnte Weise zu erklären. Ohne Zweifel wirken auch andere mechanische Momente ein, wie die plötzliche Erhöhung des intrakraniellen Druckes, die Scherung verschiedener Schichten gegeneinander und möglicherweise auch der von den Hirnventrikeln herrührende hydraulische Druck. Ich kann jedoch nicht der Meinung derjenigen Forscher beistimmen, welche annehmen, daß die ganze Hirnmasse bei schweren Unfällen wie eine Flüssigkeit reagiere. Dies ist meines Erachtens ebenso unphysikalisch wie der Versuch *Küsters*, gewisse Nierenrupturen als durch hydraulischen Druck verursacht zu erklären. Die erste Bedingung für das Zustandekommen einer hydraulischen Druckwirkung ist, daß sich der Druck in einer Substanz ausbreiten kann, deren Teilchen im Verhältnis zueinander in hohem Grade beweglich sind, ohne daß sich darum die Natur der Substanz verändert. Der Druck müßte sich also in der Substanz mit derselben Geschwindigkeit und Kraft nach allen Richtungen

ausbreiten können. Solche Substanzen sind nur die Flüssigkeiten. Die Hirnsubstanz ist, trotz ihres großen Flüssigkeitsgehalts, so spröde, daß eine solche Ausbreitung des Druckes durchaus nicht möglich ist, ohne daß die Hirnsubstanz zerreißt, ehe der Druck sich bis an die Oberfläche auszubreiten vermag.

Ich beabsichtige nicht, die vielen verschiedenen Theorien über den Entstehungsmechanismus der Hirnverletzungen, deren Erklärungen sich um so mehr von der Wahrheit zu entfernen scheinen, je verwickelter sie sind, hier eingehend zu kritisieren. *Dege* hat sie in seiner Monographie Verletzungen des Gehirns (Neue deutsche Chirurgie 18, I) gründlich behandelt. Was seine eigene Auffassung betrifft, beschreibt *Dege* den Entstehungsmechanismus der Hirnrupturen auf zweierlei verschiedene Weise. Die einen würden infolge plötzlicher Formveränderung von der überspannten konvexen Hirnoberfläche aus anfangen und sich einwärts sogar bis zu den Hirnventrikeln fortsetzen, die anderen dagegen würden durch hydraulischen Druck hervorgerufen von innen nach außen gehen. Der erste dieser Entstehungsmechanismen bietet meiner Ansicht nach eine Erklärung, die auf einer Vermischung der physikalischen Begriffe beruht. Die durch Druck verursachte Spannung ist an der Oberfläche durchaus nicht am größten, so wahrscheinlich es auch scheint, sondern sie ist am größten bei der Druckachse, bei der die Rupturen also beginnen, wie ich schon früher erwähnt habe. Was den hydraulischen Druck anlangt, ist es möglich, daß auf diesem Wege die Entstehung von Rupturen in den Wänden der Hirnventrikel denkbar ist, wenigstens läßt sich diese Erklärung nicht als falsch erweisen. Als die Regel kann meines Erachtens nicht einmal der von den Hirnventrikeln herrührende hydraulische Druck gelten, hiergegen sprechen alle die Fälle, in denen die zentrale Ruptur in keinerlei Zusammenhang mit den Hirnventrikeln steht. Es sei noch erwähnt, daß *Kolisko*, der den Entstehungsmechanismus der Hirnrupturen ausführlich behandelt hat, deren Existenz vollkommen leugnet und sie als durch eine primäre Blutung verursachte sekundäre Rupturen ansieht. Wenigstens für den vorliegenden Fall können die Motivierungen *Koliskos* keine Geltung haben, denn der Tod war so schnell eingetreten, daß noch kein bedeutenderer Bluterguß stattgefunden haben konnte.

Die durch stumpfe Gewalt verursachten zentralen Hirnverletzungen sind durchaus keine seltene Erscheinung, obwohl typische Rupturen seltener angetroffen werden. Falls der Tod nicht sofort oder ziemlich bald nach dem Unfall eintritt, verwandelt sich und erweitert sich infolge der Blutung die ursprüngliche Rupturhöhle zu einer blutgefüllten unregelmäßigen Hämatomhöhle, in der die Form und Richtung der Ruptur nicht mehr zu erkennen ist. In der Literatur werden mehrere durch stumpfe Gewalt verursachte zentrale Hirnblutungen erwähnt,

bei denen die Erklärung des Entstehungsmechanismus den Autoren Kopfzerbrechen bereitet hat (u. a. *Kratzeisen*, *Koopmann*). Es scheint mir nicht zu kühn zu behaupten, daß die Blutung in solchen Fällen oft durch eine kleine zentrale Berstungsruptur verursacht worden sein kann, die nach den obenerwähnten physikalischen Gesetzen entstanden ist.

Wenn meine Theorie über den Entstehungsmechanismus der zentralen Hirnrupturen richtig ist, daß sie nämlich als Anfangsstadien von Berstungsrupturen infolge von Druck anzusehen sind, so besitzt sie nicht nur theoretische, sondern auch praktische Bedeutung. Nach einer schweren stumpfen Gewalt, die den Schädel getroffen hat, darf man neben anderen Verletzungen auch das Vorhandensein zentraler Verletzungen bzw. Blutungen im Gehirn voraussetzen.

Literaturverzeichnis.

Dege, Die gedeckten oder geschlossenen Hirnverletzungen. Neue dtsh. Chir. 18 I (1920). — *Genewein*, Die mechanischen Vorgänge bei der Gehirnerschütterung und der Gehirnkontusion. Beitr. klin. Chir. 128, 348—365 (1923). — *Hämäläinen*, Über den Entstehungsmechanismus der durch stumpfe Gewalt verursachten sog. subcutanen Rupturen der parenchymatösen Organe des Unterleibes. Acta Soc. Medici fenn. Duodecim 6, H. 3 (1925). — *Kolisko*, Über Gehirnruptur. Beitr. gerichtl. Med. 1, 17—37 (1911). — *Koopmann*, Weiterer Beitrag zur Frage des Hirntraumas und seiner tödlichen Folgen. Mschr. Unfallheilk. 21, 97—99 (1924). — *Kratzeisen*, Ein Beitrag zur Frage des Hirntraumas und seiner tödlichen Folgen. Mschr. Unfallheilk. 21, 39—41 (1924). — *Krogius*, Undersökningar af de traumatiska organruptureernas mekanism. Finska Läk.sällsk. Hdl. 58, 1297—1328 (1916).