

(Aus dem Gerichtlich-medizinischen Institut der Péter-Pázmány-Universität  
Budapest. — Vorstand: Prof. Dr. *Franz Orsós*.)

## Beiträge zum Mechanismus der Contrecoup-Verletzungen des Hirns.

Von  
**Gábor Szabó**, Univ.-Adjunkt.

Mit 2 Textabbildungen.

(Eingegangen am 19. Januar 1943.)

Die Bedeutung der Contrecoup-Verletzungen des Hirns liegt vor allem in ihrer Häufigkeit. Nach der Statistik von *Martland* und *Beling* haben Rindenverletzungen zu 70%, nach *Hellenthal* zu 71% Contrecoup zur Ursache. Vom gerichtlich-medizinischen Gesichtspunkte aus besitzt diese eigenartige Verletzungsart deshalb besondere Bedeutung, weil sie gegebenenfalls die Bestimmung der Stelle der den Kopf getroffenen Gewalteinwirkung zu unterstützen vermag. Ehe ich in einer besonderen Mitteilung die Lokalisationsarten der Einwirkungen eingehender erörtere, möchte ich den bei der Entstehung von Contrecoup-Kontusionen zur Geltung kommenden, bisher jedoch nicht gewürdigten Mechanismus beleuchten; er kann auch zur Erklärung von Ausnahmefällen dienen, indem er meines Erachtens Einfluß auf die Stelle und Schwere der Verletzungen hat.

Ich unterlasse die Besprechung der Theorien, die sich auf das Zustandekommen der Contrecoup-Verletzungen des Hirns beziehen, nachdem dies bereits in recht eingehender Weise von *Hellenthal* in dieser Zeitschrift (1933) geschehen ist. Trotzdem beziehe ich mich im allgemeinen auf diese, sowie auf spätere Theorien und Feststellungen, insoweit sie zu den von mir zu erörternden Einzelfragen in näherer Beziehung stehen. Eingehender beschäftige ich mich lediglich mit den Feststellungen *Orsós*, die einen ganz speziellen Mechanismus der Entstehung der Hirnverletzungen beleuchten. Meines Erachtens nämlich kommt dieser Mechanismus, abhängig von der Einwirkungsstelle, auch beim Entstehen der Contrecoup-Verletzungen in geringerem oder höherem Maße zur Geltung.

Nach den Feststellungen *Orsós* vermag das Hirn, wenn auch nicht unter physiologischen Bedingungen, seinen Platz im Schädel zu verändern, d. h. das Verrutschen der Berührungspunkte von Hirnoberfläche und Schädel kann in gegebenen Fällen eintreten. Auf Fahrzeugen mit großer Eigengeschwindigkeit, z. B. auf Stukas, kann auch durch

eine plötzliche Wendung des Kopfes Bewußtlosigkeit oder der Tod eintreten. Nach *Orsós* bleibt nämlich das halbflüssige Hirn vermöge seines Trägheitswiderstandes bei der plötzlichen Drehung gegenüber der knöchernen Schädelkapsel zurück, was das besagte Verrutschen herbeiführt. Im Zusammenhange damit werden die Hirngefäße und -nerven gezerrt, sogar zerrissen. Das Zurückbleiben des Hirns bei der Drehung wird z. T. auch von der Durasichel behindert, was mit einem starken Stoß der Hemisphären und evtl. dem Reißen der oberen Hirnvenen einhergehen kann.

In Kenntnis dieser experimentell unterstützten Feststellungen erweckte mein Interesse für die Contrecoup-Verletzungen des Hirns die neuerdings auch von *Hellenthal* bestätigte Feststellung *Essers*, wonach beim Entstehen oder Unterbleiben dieser Verletzungen nicht so sehr der Einwirkungsgrad oder der evtl. Schädelbruch, als vielmehr die Stelle des Einwirkens auf den Schädel eine entscheidende Rolle spielen. *Esser* beweist dies ziemlich überzeugend, wenn auch nur auf Grund der statistischen Verarbeitung weniger Fälle. In 20 Fällen nämlich, in denen die Einwirkung die Stirngegend betraf, kamen 9 Contrecoup-Verletzungen vor, und auch von diesen waren 8 sehr mild. Mit Einwirkungen auf die Hinterhauptregion machte er gerade gegenteilige Erfahrungen. Hier waren milde Formen unmittelbarer Verletzungen in kaum der Hälfte der Fälle aufzufinden, wogegen sich von 18 Contrecoup-Verletzungen sämtliche als überwiegend schwereren Grades erwiesen. Von 7 Schädeldachverletzungen waren 6 mit Contrecoup verbunden, von 10 Verletzungen der Schläfengegend 8. In letzteren Fällen waren die Verletzungen stets schwerere als es den Treffstellen entsprach. Auch *Hellenthal's* Statistik zeigt, daß durchschnittlich bei 71 von 100 Fällen Contrecoup-Verletzungen vorkamen; in diesem Rahmen ergaben sich bei Einwirkungen auf die Hinterhauptgegend 81,4%, auf die Stirnregion 40% und auf die Schädelseite 76,5% Contrecoup-Kontusionen.

Die von mir in nachstehender Tabelle zusammengestellten Daten bestätigen die Beobachtungen *Essers* und *Hellenthal's*.

Tabelle I.

Einwirkungsstelle	Anzahl der Fälle	Nur unmittelbare Verletzungen	Nur Contrecoup-Verletzungen	Unmittelbare und Contrecoup-Verletzungen	Die Contrecoup-Verletzungen sind		
					geringer	größer	gleich
Hinterhaupt	38	1	23	14	1	12	1
Stirn . . .	48	34	3	11	10	1	—
Schläfe . .	30	10	13	7	2	3	2
Schädelseite	67	13	28	26	3	19	4
Schädeldach	6	1	3	2	2	—	—
Zusammen	189	59	70	60	18	35	7

(In meiner Statistik kommen nicht vor die Kopfverletzungen, die nicht Ursache des Todes waren, auch nicht die an Komplikationen der Hirnhaut oder zufolge Hirnzerstörung Gestorbenen, weil bei diesen die Hirnkontusion nicht mehr auffindbar oder die Treffstelle nicht befriedigend lokalisierbar ist.)

Unter meinen 189 Fällen enthalten 59 (31,2%) nur unmittelbare Verletzungen, 70 (37,7%) nur Contrecoup- und 60 (31,7%) unmittelbare und Contrecoup-Verletzungen. Bei Betrachtung des Verhältnisses von Treffstelle und Ursprung der Hirnverletzung findet man, daß nur zu unmittelbaren Verletzungen führten: 2,5% der Hinterhaupt-, 70,8% der Stirn-, 33,3% der Schläfen- und 19,4% der Schädelseiten-Einwirkungen. Demgegenüber kamen reine Contrecoup-Kontusionen zustande bei 60,5% Hinterhaupt-, 6,2% Stirn-, 43,3% Schläfen- und 41,8% Schädelseiten-einwirkungen.

Diese Daten decken sich mit den Beobachtungen *Essers* und *Hellenthals*, nach denen die Einwirkungen auf die Stirngegend mehr mit einer unmittelbaren, die auf die Hinterhauptregion eher mit einer Contrecoup-Verletzung verbunden sind. Danach ist die altbekannte Erscheinung verständlich, daß die der Hinterhauptgegend entgegengesetzten Punkte, also Stirn- und Schläfenlappen, bevorzugte Stelle der Contrecoup-Verletzungen sind. *Spatz*, *Ganner* und *Kolisko* betrachten als nähere Prädilektionsstellen die Pole, die Unten- und Außenfläche der Stirn- und Schläfenlappen, sowie den Bulbus olfactorius. *Spatz* betont, daß auch von diesen Stellen der Übergang von Konvexität zur Basis besonders oft verletzt wird. *Ganner* erblickt in der Reihe der bevorzugten Stellen als ersten den Gyrus rectus und mit diesem gemeinsam die Olfactorius-region. Fast ebensooft werden verletzt die untere und die obere Schläfenwindung, die Stirn- und Schläfenlappenpole, sowie der Übergang der Basis zur Konvexität. Mehrere Verff. versuchen die Verletzlichkeit der Prädilektionsstellen zu erklären. Nach *Reichardt* und *Hellenthal* schützt der Flüssigkeitsmantel des Subarachnoidalraumes das Hirn gegen Gewalteinwirkungen auf den Schädel. Die Dicke dieses Flüssigkeitsmantels vermag auch unter physiologischen Bedingungen 100% Schwankung aufzuweisen. Im Verhältnis seiner relativen Dünne wächst die Neigung zu Verletzungen des Hirns. *Spatz*, *Ganner* und *Kolisko* erklären die leichtere Verletzlichkeit der erwähnten bevorzugten Stellen mit der geringsten Dicke des subarachnoidalen Mantels an diesen Stellen. An den den *Impressiones digitatae* entsprechenden Stellen aber legt sich die Hirnfläche unmittelbar der Schädelwand an, indem sie das Liquorkissen zusammendrückt. Die Verletzlichkeit wird auch dadurch gesteigert, daß die Schädelbasis den erwähnten Stellen entsprechend am reichsten an Unebenheiten ist (*Juga cerebraalia*, *Impressiones digitatae*).

Ich hielte diese Erklärung für annehmbar, wäre es nicht aufgefallen, daß die Contrecoup-Verletzungen nicht immer an der Einwirkung entgegengesetzten Punkten auftreten. Besonders bei Contrecoup-Kontusionen zufolge Einwirkungen auf das Hinterhaupt fällt es auf, daß die Verletzungen der erwarteten Stellen „abwandern“, oder aber — wie bei Stirn- oder Schädelseiteneinwirkung beobachtbar — gerade auf der Treffseite entstehen. Ich habe insbesondere bei Betrunknenen, die auf den Rücken fallend eine Schädelverletzung erlitten, wiederholt beobachtet, daß die Contrecoup-Kontusion nicht am entgegengesetzten Punkte der ziemlich genau feststellbaren Richtung der Einwirkung am Hinterhaupte, also in der Stirnhöckerhöhe zustande kam, sondern an der Übergangsstelle von Basis und Konvexität, vor allem auf der Lappenunterfläche. Im übrigen geht es auch aus der Statistik *Hellenthals* hervor, daß während die Stirn- und Schläfenlappenpole in 63 bzw. 75 Fällen die Contrecoup-Verletzungsstelle darstellten, es in 99 bzw. 86 Fällen die Unterfläche der Lappen war, deren Außenfläche aber nur noch in 15 bzw. 41 Fällen, wo doch in 89,7% der Fälle die Schädelseite betroffen war, und demnach die Contrecoup-Kontusionsstelle an der Lappenaußenfläche zu erwarten gewesen wäre. *Hellenthal* schreibt diese Erscheinung der Streuung der in den Kammern auftretenden Energie wellen zu, derzufolge die Energie auf der Contrecoup-Stelle, auf großem Gebiete ihre Wirkung ausübt; von diesen Stellen, z. B. an den Stirn- und Schläfenlappen aber werden nur *die* verletzt, die zufolge der den Impuls abschwächenden Wirkung der Hirnkammern die am wenigsten geschützten Stellen des Hirns sind, also Pol und Basis der Lappen. Demnach kann lediglich von einer scheinbaren „Abwanderung“ gesprochen werden.

Meines Erachtens ist gegebenenfalls die „Abwanderung“ der Contrecoup-Verletzungsstelle in dem von *Orsós* beschriebenen Mechanismus zu suchen, wonach die Berührungspunkte von Hirnoberfläche und Schädel übereinander sich entfernen können. Das Eintreten oder Unterbleiben dieser Bewegung hängt von der Stelle und Richtung der den Schädel treffenden Einwirkung ab.

Zwecks Erklärung der „Abwanderungs“-Erscheinungen muß in Betracht gezogen werden, daß die den Schädel treffende Krafteinwirkung nur dann einpolig ist, wenn sie über die Wirbelsäule hinweg zur Geltung kommt, wie z. B. beim Fallen auf das Gesäß oder auf die Knie. In allen anderen Fällen ist sie eigentlich zweipolig. Die Richtung der zweipoligen Einwirkung kann lediglich bei einem Schlage auf das Schädeldach in eine und dieselbe Achse fallen. In solchem Falle gelangt das Atlanto-Occipitalgelenk bzw. das obere und untere Atlasgelenk im Verletzungsmechanismus nicht zu einer Rolle. In jedem anderen Falle tritt von der Stelle und Richtung der Einwirkung abhängig Flexion,

Deflexion oder Zur-Seite-Neigen des Kopfes ein. Da das Wirbelsäulengelenk an der Grenze des hinteren und mittleren Drittels der Schädelbasis sitzt, erfolgt *nach Einwirkungen auf das Hinterhaupt* fast ausnahmslos Flexion des Kopfes. Wird die Hinterhauptregion in der Richtung des Stirn-Hinterhauptdurchmessers von einer Einwirkung getroffen (Abb. 1, Pfeil I), dann stößt das Hirn zufolge seines Trägheitswiderstandes an der Einwirkungsstelle gegen die knöcherne Schädelwand, und da es zusammendrückbar ist (*Grashey, Wiener, Sauerbruch, Genewein, Schwarzacher*), verflacht es sich sodann in sagittaler Richtung, wobei Blut und Liquor aus der Schädelhöhle gepreßt werden. Nunmehr schnellt das Hirn, da es auch etwas elastisch ist (*Genewein, Schwarzacher*), vor, inzwischen aber machen die Hemisphären zufolge plötzlicher Flexion des Kopfes mit den Stirnpolen um die Frontalachse eine nach unten gerichtete Wendung; während dem die Berührungspunkte von Hirnoberfläche und Schädel übereinander verrutschen, stößt der Pol der Stirn- und Schläfenlappen, insbesondere deren Basis, an den mit wenig oder gar keinem Liquor unterpolsterten Stellen an die Schädelbasis. Der Drehung um die Frontalachse leistet der rückwärtige treppenartige Abfall der Schädelbasis, die hirnbasale Fixierung der Hemisphären, wie auch der Umstand Vorschub, daß die Schädelkapsel den Gewölben entsprechend konkav, wogegen die Basis — abgesehen von ihrer Treppenförmigkeit — im großen flach ist. Meines Erachtens erklärt dieser Mechanismus, warum die Contrecoup-Verletzung im Fall von Einwirkung auf das Hinterhaupt von ihrer erwarteten Stelle „abwandert“.

Die Erscheinung, daß nach Einwirkung auf das Hinterhaupt vielfach lediglich Contrecoup entsteht, und daß andererseits die hervorgebrachte unmittelbare Verletzung fast ausnahmslos milder als die Contrecoup-Kontusion ist, ist nicht allein mit dem relativ geringeren Schutz der Contrecoup-Stelle erklärbar. Es muß nämlich in Betracht gezogen werden, daß der molekulare Stoß des Hirns zufolge der doppelt gerichtete Kraft oft eine schräge Resultante ergibt, was die Verletzung der Rindensubstanz bei der tangentialen Reibung auf der ungleichmäßigen Schädelbasis nur noch steigert. Nicht übersehen werden darf übrigens auch der Umstand, daß die Wirbelsäule — wie erwähnt — an der Grenze des hinteren und mittleren Drittels der Schädelbasis ihr Gelenk hat, wodurch das Drehmoment der durch Einwirkung auf das Hinterhaupt zur Geltung kommenden Schlagflexion auf dem Wege des vor dem Gelenk doppelt langen Kraftarms verstärkt wird.

Es kommt nur selten vor (siehe Tabelle), daß die durch Einwirkung auf das Hinterhaupt entstandene Contrecoup-Verletzung ähnlichen oder milderer Grades ist als die auf der Einwirkungsstelle zustande gekommene unmittelbare Kontusion. Diese wird meines Erachtens von der Krafrichtung stark beeinflußt. Ist nämlich die Einwirkung auf das

Hinterhaupt senkrecht nach unten gerichtet (Abb. 1, Pfeil II), dann ist die Schlagflexion des Kopfes milder oder sie unterbleibt gänzlich.

Anders liegen die Verhältnisse, wenn die Einwirkung die Stirngegend trifft. Erfahrungsgemäß entsteht hier bei den weitaus meisten Fällen keine Contrecoup-Verletzung. *Hellenthal* sieht den Grund darin, daß die Stirnknochen relativ dünn sind und z. T. auch die Nasenhöhle und deren Nebenhöhlen enthalten und deshalb oft brechen. Die Depressionsbrüche aber sind — wie dies *Hellenthals* Statistik beweist — seltener mit Contrecoup-Kontusionen (51%) verbunden als die Schädelverlet-

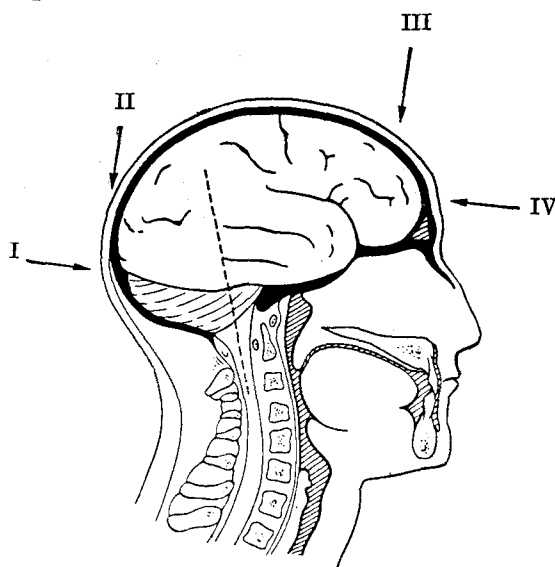


Abb. 1.

zungen im allgemeinen (71%). Diese Erscheinung erklärt sich nach dem Verf. dadurch, daß die Depressionsbrüche bewirkende Gewalt sich im Hervorbringen lokaler Veränderungen erschöpft. Treibt nämlich der Stoß Knochenteile in das Hirn, das dadurch unmittelbar zerstört wird, dann erfährt auch die Elastizität der einander angeschmiegt Hirnteile eine Störung, d. h. sie kehren in ihren ursprünglichen Zustand nicht wieder zurück und vermögen nicht die Energie weiterzuleiten. Ist demnach die primäre Hirnzerstörung eine schwere, dann ist der Contrecoup gering. *Hewitt* und *Ganner* erblicken eine zweite Ursache darin, daß Kleinhirn, Hinterhauptlappen, Hirnstamm, an denen im Falle einer Einwirkung auf die Stirnregion die Contrecoup-Kontusion zu erwarten ist, von dickem Liquorkissen gegen Schädigung geschützt sind. Meines Erachtens ist dem Kleinhirnzelt bei diesem Schutze keine geringere Rolle beizumessen.

Unzweifelhaft spielt jedoch auch die Einwirkungsrichtung beim Entstehen oder Unterbleiben des Contrecoups eine wichtige Rolle, insbesondere im Falle von Einwirkungen auf die Stirnregion. Der Kopf gerät nämlich in Gemäßheit der Einwirkungsrichtung bald in Flexion, bald in Deflexion. Wird z. B. die Stirnregion laut Abb. 1 in der Richtung von Pfeil III getroffen, dann gelangt der Kopf in Flexion und der Contrecoup unterbleibt, bzw. er entsteht auf der Stirnlappenbasis. Wirkt aber die Kraft laut Abb. 1 in Richtung des Pfeiles IV, so erfolgt Deflexion. Da indessen die Wirbelsäule an der Grenze vom hintern und mittleren

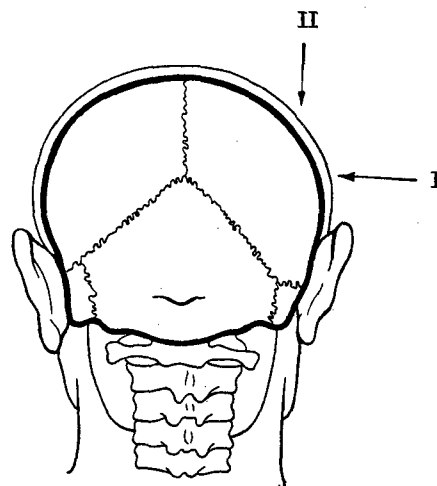


Abb. 2.

Drittel der Schädelbasis ihr Gelenk hat, ist das bei der Schlagdeflexion zur Geltung kommende Drehmoment erheblich geringer, weshalb die Deflexionseinwirkung nicht die Intensität besitzt wie die auf Einwirkung auf das Hinterhaupt zustande kommende Flexion. Dies erklärt nebst dem bereits Gesagten den Umstand, daß die Einwirkung auf die Stirnregion relativ seltener mit einer Contrecoup-Verletzung verbunden ist. Soweit sie dennoch entsteht, ist sie fast immer milder als die primäre Verletzung.

Kommt anläßlich Einwirkungen auf die Wandregion jene in der Richtung des Pfeiles II der Abb. 2 zur Geltung, dann kann der Contrecoup wieder unterbleiben, oder er erscheint auf der der Treffseite entsprechenden Hemisphärenbasis, was den Anschein einer unmittelbaren Verletzung erweckt.

#### *Zusammenfassung.*

1. Beim Entstehen oder Unterbleiben der Contrecoup-Verletzung des Hirns spielt nicht allein die Stärke und Stelle, sondern auch die Richtung der Einwirkung eine Rolle.

2. Die Erscheinung, daß die Contrecoup-Verletzung öfters von ihrer erwarteten Stelle „abwandert“, erklärt sich durch die von der Schädelbewegung unabhängige Rotationsbewegung des Gehirns.

3. Der Form der Schädelhöhle, der stärkeren basalen Fixierung der Hemisphären ist es zuzuschreiben, daß die Rotationswirkung hauptsächlich auf den Hemisphärenunterflächen zur Geltung kommt.

4. Da die Wirbelsäule ihr Gelenk an der Grenze des hinteren und mittleren Drittels der Schädelbasis hat, ist die Rotationswirkung nach Einwirkung auf die Hinterhauptregion in sagittaler Richtung am ausgeprägtesten. Die sekundäre Wirkung der mit der Einwirkung auf die Hinterhauptregion verbundenen Flexion wird nämlich durch die doppelte Länge des vor dem Gelenk befindlichen Kraftarmes verstärkt. Unter anderem spielt auch dieser darin eine Rolle, daß bei Einwirkung auf die Hinterhauptgegend vielfach lediglich eine Contrecoup-Verletzung entsteht, die im allgemeinen schwerer ist, als die unmittelbare Kontusion. Die in der Tabelle angeführten seltenen Ausnahmen erklären sich durch die Ausnahmerichtung der Einwirkung.

5. Bei einer die Hinterhaupt-, Wand-, aber hauptsächlich die Stirnregion von oben treffenden senkrechten Einwirkung entsteht die Contrecoup-Verletzung nicht auf der entgegengesetzten Seite, vielmehr ist sie — wenn vorhanden — auf der der Einwirkungsseite entsprechenden Hemisphärenunterfläche zu finden, d. h. das Unterbleiben der Contrecoup-Kontusion ist lediglich ein scheinbares.

---

#### Literaturverzeichnis.

*Abramson* u. *Mathews*, Amer. J. Surg. **1935**, 97. — *Esser*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **1933**, 558. — *Fanconi* u. *Grob*, Festschr. Heinr. Zangger. **1935**, 681. — *Franz*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **1939**, 61, 280. — *Hellenthal*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **1933**, 231. — *Lenggenhager*, Schweiz. med. Wschr. **1938 II**, 1125 — Dtsch. Z. gerichtl. Med. **1939**, 278. — *Orsós, F.*, Orv. Hetil. **1940**, 554 (ungarisch).

---