

## Statische und dynamische Biegefestigkeit von Knochenstreifen aus der Schädelkalotte

Nándor KAPUSZ

Institut für gerichtliche Medizin der Universität Debrecen (Ungarn)

Eingegangen am 9. Dezember 1974

Data on the Static and Dynamic Rigidity of the Calvaria

*Summary:* Our investigation, carried out on the calvaria of a cadaver, gave us numerical values for the scientific cognition of the static and dynamic flexion-elasticity of the bones of the calvaria.

The investigations were carried out with a DYNSTAT type, pendulum-system, flexion-elasticity examining apparatus. On the basis of the measured values three value groups could be established and correspondingly, well-separable regions on the calvaria.

While the dynamic static resistance of generally higher value decreases with the progress of the circle, the static resistance rises with approximately identical values.

The collateral fractures - indirect fractures - observed beside the direct fractures of the calvaria develop on the parts of the bone around the directly damaged bone region which show relatively smaller static and dynamic resistance.

*Zusammenfassung:* Die an Leichenschädeln vorgenommenen Versuche ergaben Zahlenwerte zur Erkennung der statischen und dynamischen Biegeelastizität der Schädelgewölbeknochen.

Die Versuche führten wir mit einem Pendelschlagwerk, Typ DYNSTAT, durch. Auf Grund der Meßwerte konnten 3 Wertgruppen aufgestellt werden, denen am Schädelgewölbe die entsprechenden Bereiche gut zugeordnet werden konnten.

Die dynamische Festigkeit übertrifft mit 10-20 % die Werte des statischen Widerstandes.

Die neben den direkten Brüchen des Schädelgewölbes wahrgenommenen Nebenbrüche kommen an jenen Knochenteilen zustande, die sich in der Umgebung des direkt betroffenen Knochenbereiches befinden und relativ kleineren statischen und dynamischen Widerstand aufweisen.

*Key words:* Biomechanik, Schädelbrüche - Schädelbrüche, Biomechanik - Traumatologie, Schädelbrüche

Bei direkten Schädelverletzungen, die auf Einwirkung einer entsprechend großen, stumpfen Gewalt entstehen, werden die Hauptbruchlinien (Berstungsbrüche) in gleicher Richtung mit der der Gewalteinwirkung verlaufen. Dies bestätigen u.a. sowohl die Stoßversuche an Schädeln von GURDJIAN, LISSNER und WEBSTER sowie SELLIER, als auch die Stoßversuche auf einfache, physikalische Kopfmodelle von KENNER und GOLDSMITH.

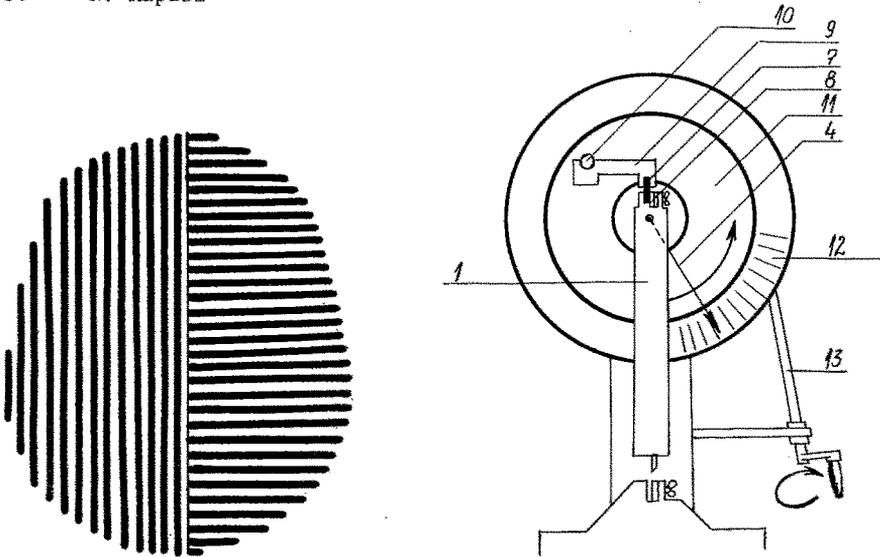


Abb. 1. Gesägte Richtungen am Schädeldach

Abb. 2. Materialuntersuchungsapparat für die statischen Biegezugfestigkeitsmessungen Typ: DYNSTAT. Die Belastung der Probe (7) erfolgt in der Weise, daß die Probe zwischen die feste (8) und lose Biegezugklemme (9) gespannt wird und mit Hilfe der Kurbel (13) die Scheibe (11), an der die lose Biegezugklemme befestigt ist, entgegen dem Uhrzeigersinn bewegt wird. Da die Probe eine Verbindung zwischen der Scheibe und dem Pendel herstellt, wird die Drehung auf diese übertragen

Der Verlauf der Hauptbruchlinien kann auch feine Ungleichmäßigkeiten aufweisen. Aus den auf direkte Gewalteinwirkung entstandenen Brüchen können beinahe in allen Richtungen Nebenbruchlinien entspringen und verlaufen.

Bei den Untersuchungen versuchten wir auf jene Frage Antwort zu bekommen, auf Grund welcher Eigenschaften der Schädelknochen die von den direkten Schädelbrüchen in abweichender Richtung verlaufenden Bruchlinien zustande kommen.

Insgesamt führten wir an 25 Leichenschädeln (14 Männer und 11 Frauen, im Alter von 20 bis 65 Jahren), bei denen die Schädelknochen durch die Todesursache nicht betroffen waren, Untersuchungen durch.

Das von den Weichteilen befreite Schädeldach - im Teil - wurde in 5 - 7 mm breite, teils Längs-, teils Querstreifen gesägt (Abb. 1.). Die statischen und dynamische Biegezugfestigkeit der dünnen Knochenplatten wurde mit einem Materialuntersuchungsapparat (Pendelschlagwerk, Typ: DYNSTAT) gemessen (Abb. 2)<sup>1</sup>. An einer dem Ursprung nach - benachbarten Knochenplatte wurde die statische, an der anderen die dynamische Biegezugfestigkeit gemessen.

<sup>1</sup> Hersteller: VEB Werkstoffprüfmaschinen

Nach unseren Untersuchungen brachen die Schädelgewölbeplatten bei 4,2 bis 10,8 kpcm. Diese Werte stehen praktisch in gerader Proportion zu der Dicke des Knochens.

Wenn man die Differenzen der Bruchwerte in 3 Gruppen teilt (I: 4,20-6,40 kpcm; II. 6,41-8,60 kpcm; III: 8,61-10,80 kpcm), so repräsentiert je eine auch auf dem Schädelgewölbe einen gut abgrenzbaren Bereich (Abb. 3. u. 4.), und zwar die untere Wertgruppe (4,20-6,40 kpcm) den Bruch der Knochen des Schläfenbereiches, die mittlere (6,41-8,60 kpcm) den Bruch des Übergangs vom Schläfenbein zum Stirn-, Scheitel- und Hinterhauptsbein, sowie der Knochenteile neben der Pfeilnaht und oberhalb der Lambdanaht, schließlich die obere Wertgruppe (8,61-10,8 kpcm) den Bruch von den entsprechenden Bereichen des Schuppenteils des Stirn-, Scheitel- und Hinterhauptbeines.

Innerhalb einzelner Schädelknochen, bei denen die Dicke bedeutende physiologische Schwankungen aufweist z.B. Blutgefäß-, Gehirnwandungseinprägungen, ändert sich von mm zu mm der Widerstand gegen die einwirkende Gewalt.

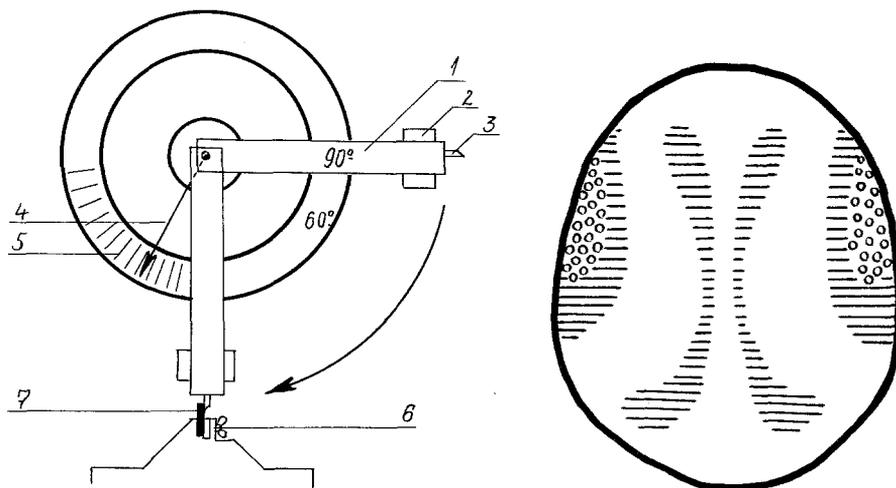


Abb. 3. Materialuntersuchungsapparat für die dynamischen Biegefestigkeitsmessungen. Typ: DYNSTAT. Beim Schlagbiegeversuch wird das Pendel (1) als frei fallendes Pendel benutzt. Der Versuch vollzieht sich folgendermaßen: Die Knochenplattenprobe wird zwischen die Klemme (6) und das bewegliche Gegenlager gelegt. Dann ist das Pendel zu lösen. Es fällt aus der eingestellten Höhe herab und schlägt mit seiner Schlagnase (3) gegen die Probe. Diese wird zerstört und das Pendel schwingt auf der anderen Seite durch. Der Schleppzeiger (4) zeigt unmittelbar an der Skala (5) die von der Probe aufgenommene Schlagsarbeit in kgcm an. Zusatzgewicht (2)

Abb. 4. Bruchwiderstand des Schädeldachs (Schematische Darstellung, Ansicht von oben)

000 = 4,20-6,40 kpcm,    --- = 6,41-860 kpcm,    - - - = 8,61-10,8 kpcm

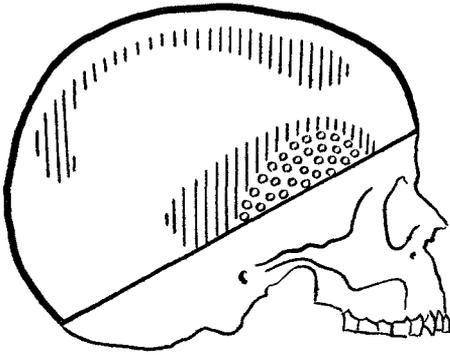


Abb. 5. Bruchwiderstand des Schädeldachs, Seitenansicht

Die dynamische Festigkeit übertrifft mit 10-20% die Werte des statischen Widerstandes.

Zieht man in Betracht, daß neben den auf direkte Gewalteinwirkung entstandenen Schädelgewölbebrüchen auch andere Brüche zustande kommen, deren Verlauf von der Richtung der Gewalteinwirkung abweichend ist, so kann an Hand von unseren Ergebnissen festgestellt werden, daß diese indirekten Brüche in nächster Nähe der direkten Gewalteinwirkung an jenen Knochenteilen entstehen, die einen - im Grunde genommen der Eigenart nach schon bestehenden - kleineren statischen und dynamischen Widerstand besitzen. Daraus ergibt sich, daß die Verlafrichtung dieser Nebenbrüche von der Richtung der Gewalteinwirkung auch bedeutend abweichen kann.

#### LITERATUR

- GURDJIAN, E.S., WEBSTER, J.E., LISSNER, H.R.: The mechanism of skull fracture. Reprinted from J. Neurosurg. 7, 106 - 114 (1950)  
KENNER, V.H., GOLDSMITH, W.: Impact on a simple physical model of the head. J. Biomech. 6, 1 - 11 (1973)  
SELLIER, K.: Das Schädel-Hirn-Trauma. Z. Rechtsmedizin 68, 239-252 (1971)

Dr. N. KAPUSZ  
Institut für gerichtl. Med. d. Univ.  
H - 4012 Debrecen  
Nagyerdeikrt. 98