

## Beiträge zur forensischen Osteologie. III. Zur Frage der Bestimmung des Individualalters an Hand der Dicke der Schädelkalotte

Unter besonderer Berücksichtigung  
der Hyperostosis frontalis interna (Morgagni-Henschen)

Horst P. Schmitt und Klaus-S. Saternus

Institut für gerichtliche Medizin der Universität Köln (BRD)

Eingegangen am 11. September 1972

### Estimation of Individual Age from the Thickness of Neurocranial Bones

With Special Reference to Hyperostosis frontalis interna (Morgagni's Syndrome)

*Summary.* The variation in the thickness of the bones of the cranial vault is investigated in 75 male and 90 female cadavers from the department of legal medicine of Cologne university. It can be shown that a weak rectilinear correlation between the thickness of neurocranial bones and age is only given for the os frontale in female individuals. The factor "age" only participates with 5% in the total variation of the thickness of the os frontale. No correlation between thickness and age could be derived for the os occipitale in females. Considering the mean thickness of the whole cranial vault from 10 measurements does not give a stronger correlation to age and therefore no further advantage for determination of age. Thickness of the cranial vault in males does not show any correlation to age at all. Because of the weak correlation between the thickness of the os frontale and age in females it is not possible to estimate individual age from calvarial bone-thickness within usefull limits.

An exception from this statement must be made for cases of Hyperostosis frontalis interna (Hfi). From former investigations by Henschen it can be derived that Hfi occurs with a frequency of 100:1 between females and males. In 83% of the moderate female cases and in 91% of the severe cases Hfi occurs beyond of the 60<sup>th</sup> decade. So, if Hfi is found in an unknown skull, an estimation of sex and age of the individual is possible with a high degree of confidence.

*Zusammenfassung.* Die Variation der Dicke der Hirnschädelknochen mit zunehmendem Alter wird an 75 männlichen und 90 weiblichen Schädelkalotten aus dem Sektionsgut des gerichtsmedizinischen Institutes der Universität Köln untersucht. Es zeigt sich, daß nur beim weiblichen Geschlecht zwischen der Dicke des Os frontale und dem Alter eine schwache, positive, lineare Korrelation besteht. Bei Berechnung des Bestimmtheitsmaßes aus dem Korrelationskoeffizienten ergibt sich lediglich ein Anteil von 5% des Faktors „Alter“ an der Gesamtvarianz der Dicke des Os frontale. Die Berücksichtigung der Durchschnittsdicke des gesamten Schädeldaches aus 10 Meßwerten ergibt keine stärkere Korrelation zum Alter. Auf Grund dieser schwachen Abhängigkeit ist eine zuverlässige Altersschätzung, bei bekanntem Geschlecht, innerhalb brauchbarer Grenzen aus der Dicke der Hirnschädelknochen nicht möglich.

Anders verhält es sich im Sonderfall der Hyperostosis frontalis interna (Hfi). Da diese nach Untersuchungen von Henschen im Verhältnis von weiblich zu männlich wie 100:1 vorkommt und in 83% (leichte Fälle) bis 91% (schwere Fälle) der Fälle jenseits des 60. Lebensjahres auftritt, ist aus dem Befund einer Hfi an einem unbekannten Schädel mit beachtlicher Sicherheit ein Rückschluß auf Geschlecht und Alter des Individuums möglich.

*Key words:* Altersbestimmung, Schädeldach — Geschlechtsbestimmung, Hyperostosis frontalis — Hyperostosis frontalis, Alters- und Geschlechtsbestimmung.

## Einleitung

Jedem pathologisch-anatomisch tätigen Arzt scheint die Dickenzunahme der Hirnschädelknochen mit steigendem Lebensalter ein geläufiges Phänomen. Abgesehen von der Entwicklung während der Wachstumsperiode, die spätestens um das 20. Lebensjahr herum abgeschlossen ist, ändert sich die Stärke der Hirnschädelknochen auch noch im Verlaufe des weiteren Lebens in individuell unterschiedlichem Ausmaße [2]. Dabei scheinen sich die beiden Geschlechter different zu verhalten. Besonders beim weiblichen Geschlecht erfährt das Schädeldach mit zunehmendem Alter häufig einen auffallenden Dickenzuwachs. Es handelt sich aber nicht etwa um pathologische Hyperostosen wie die Osteodystrophia deformans Paget oder um Fälle von Hyperostosis frontalis interna, die in diesem Rahmen gesondert berücksichtigt werden soll, sondern scheinbar um eine gesetzmäßige Stärkenzunahme der Schädelknochen. Diese kann in ihrem Ausmaß allerdings so erheblich sein, daß die Bezeichnung *Hyperostose* zumindest im Sinne einer Anomalie gerechtfertigt ist. Die einzelnen Deckknochen des Neurocranium können an diesem Entwicklungsprozeß in unterschiedlicher Stärke beteiligt sein, so daß man je nach Lokalisation der auffallendsten Dickenzunahme von *frontaler*, *frontoparietaler*, *occipitaler* oder *diffuser Hyperostose* sprechen kann [2, 6, 7, 11, 12].

Burkhardt [1] und Hartl *et al.* [6] konnten in verschiedenen Untersuchungen zeigen, daß der Dickenentwicklung des Schädeldaches Verschiebungen der Zellrelation in der Hypophyse korreliert sein können.

Morphologisch konnten sie unter den Hyperostosen des Schädeldaches eine „rarefizierende *Hyperostose*“ gegen eine „sklerosierende *Enostose*“ typmäßig abgrenzen.

Rämsch *et al.* [13] untersuchten bereits 1963, ob der auffallende Geschlechtsdimorphismus in der Dickenentwicklung der Hirnschädelknochen für eine *Geschlechtsbestimmung* brauchbar ist. Dies mußte auf Grund der großen Individualstreuung verneint werden.

Offen bleibt aber nach wie vor die Frage, ob zumindest bei *bekanntem Geschlecht* eines Skelettfundes aus der Dicke des Schädeldaches Rückschlüsse auf das *Alter* des betreffenden Individuums gezogen werden können. Dies soll die vorliegende Untersuchung klären. Sie wurde auf das *Erwachsenenalter*, ab dem 20. Lebensjahr, beschränkt, da die Entwicklung der Schädelknochen im Wachstumsalter anderen Gesetzmäßigkeiten gehorcht und einer getrennten Untersuchung vorbehalten bleiben sollte.

Die Ergebnisse der Arbeit von Rämsch *et al.* [13] werden eingehend diskutiert.

## Material und Methode

Zur Untersuchung gelangten 75 männliche und 90 weibliche Schädelkalotten gleicher Altersverteilung, die dem laufenden Sektionsgut des gerichtsmedizinischen Institutes Köln auslesefrei entnommen wurden. Mit einer Schieblehre wurde die Knochendicke am freien Schnittrand auf  $\frac{1}{10}$  mm genau an folgenden Punkten vermessen: 1. frontal, jeweils 2 cm rechts und links der Median-Sagittallinie, 2. occipital, zwei Messungen in analoger Weise, 3. parietal, auf jeder Seite drei Messungen, wobei bei Dickenschwankungen (*Impressiones digitatae*) darauf geachtet wurde, daß dicke und dünne Partien gleichermaßen zur Vermessung gelangten. Aus den beiden Werten für „frontal“ und „occipital“ wurde je ein Mittelwert, aus den i.g. 10 Meßwerten pro Kalotte die durchschnittliche Gesamtdicke, „gesamt“, berechnet. Als

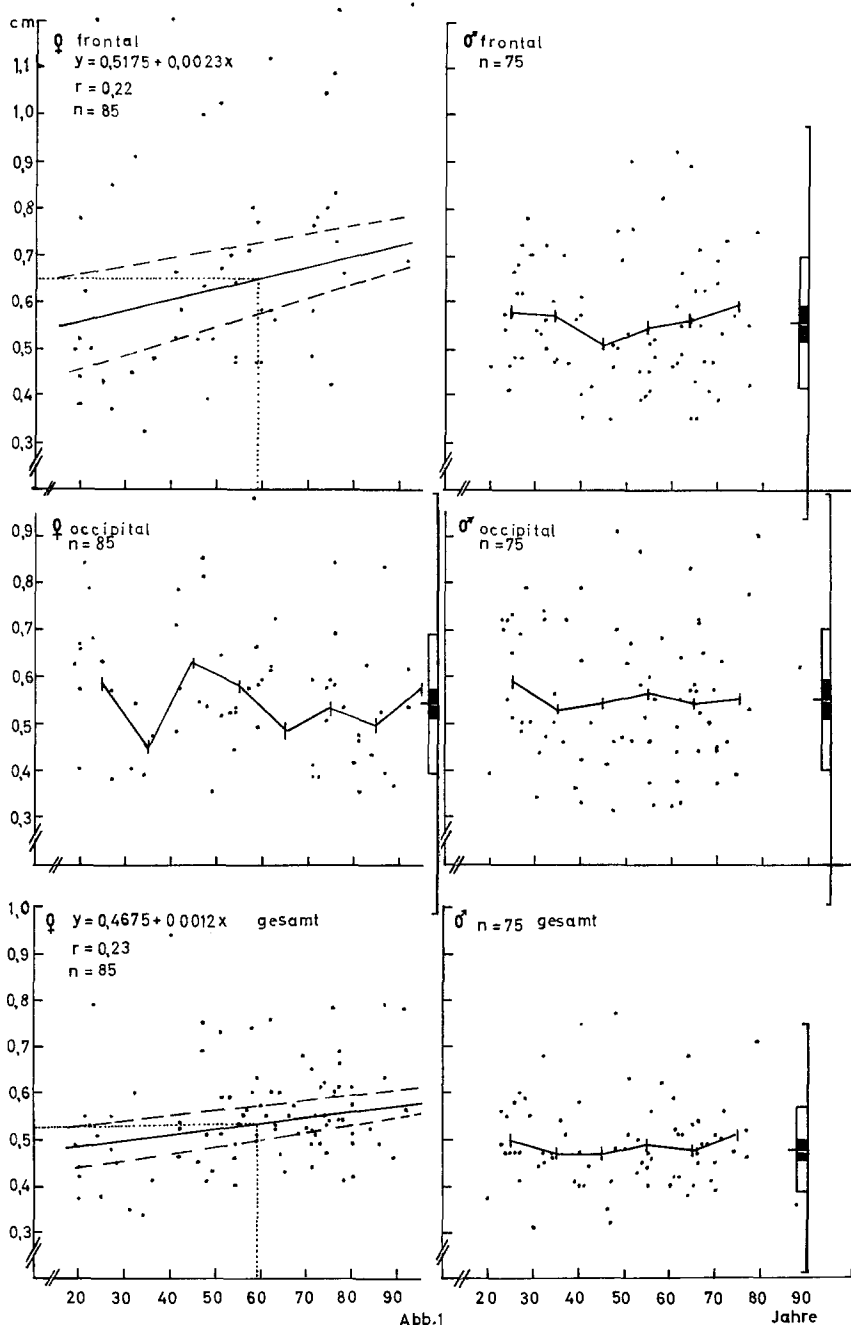


Abb. 1. Korrelationsdiagramme mit den Meßergebnissen, den Mittelwertskurven der Dekadenmittel, den Generalmitteln ( $\bar{y}$ ) mit Vertrauensintervallen (schwarze Balken), Standardabweichung (helle Balken) und 3s-Streugrenzen (ausgezogene Linien) jeweils am rechten Diagrammrand sowie den Regressionsgeraden mit Vertrauensbereichen für „weibliche-frontal“ und „gesamt“. (Ergebnisse in Tabelle 1 u. 2)

statistische Methoden kamen der „Students“ *t*-Test sowie eine Regressionsanalyse zur Anwendung. Die Normalverteilung der abhängigen Variablen (Dicke) wurde mit dem Test nach Kolmogoroff-Smirnow [9] gesichert<sup>1</sup>.

Ergebnisse

Aus den statistischen Berechnungen der weiblichen Schädeldachdicke wurden von den 90 zur Verfügung stehenden Meßwerten 5 zunächst ausgenommen, da es sich bei ihnen um Fälle von Hyperostosis frontalis interna (Abb. 2) handelt. Für diese gelten besondere Bedingungen hinsichtlich einer Aussage über Alter und Geschlecht eines Individuums.

Abb. 1 zeigt die Korrelationsdiagramme mit allen Einzelergebnissen, die Mittelwertkurven aus den Gruppenmitteln der einzelnen Dekaden, die Generalmittel mit ihren Vertrauensbereichen und die Regressionsfunktionen für die frontale und die gesamte Schädeldachdicke beim weiblichen Geschlecht. Die Tabellen 1 und 2 enthalten die zu Abb. 1 gehörigen Zahlenwerte. Das Signifikanzniveau beträgt für sämtliche Berechnungen  $P \leq 0,05$ .

I. Die Diagramme der männlichen Individuen in Abb. 1 lassen erkennen:

Tabelle 1

	Weiblich					Männlich				
	$\bar{y}$	$s_y$	$s_{\bar{y}}$	$3s_y$	$P$	$\bar{y}$	$s_y$	$s_{\bar{y}}$	$3s_y$	$P$
Frontal	0,56 ± 0,14	± 0,03	± 0,42			0,68 ± 0,23	—	— <sup>a</sup>		
Occipital	0,55 ± 0,15	± 0,04	± 0,45			0,54 ± 0,15	± 0,03	± 0,45		
Gesamt	0,48 ± 0,09	± 0,02	± 0,27		< 0,05	0,55 ± 0,11	—	— <sup>a</sup>		< 0,05

<sup>a</sup> Siehe Tabelle 2.

Tabelle 2

A. Frontal <sup>a</sup>				B. Gesamt <sup>a</sup>			
Regression: $y = 0,5175 + 0,0023 x$				Regression: $y = 0,4675 + 0,0012 x$			
Vertrauensbereich				Vertrauensbereich			
Alter (x)	Dicke (y)		P	Alter (x)	Dicke (y)		P
	y <sub>unten</sub>	y <sub>oben</sub>			y <sub>unten</sub>	y <sub>oben</sub>	
20	0,46	0,67		20	0,44	0,54	
30	0,51	0,67		30	0,47	0,54	
40	0,55	0,68		40	0,49	0,55	
50	0,59	0,69		50	0,50	0,55	
60	0,61	0,71		60	0,52	0,56	
70	0,63	0,74		70	0,53	0,58	
80	0,64	0,78		80	0,53	0,60	
90	0,64	0,82		90	0,54	0,62	

<sup>a</sup> Weibliche Individuen.

1 Für die freundliche Durchführung der Rechenoperationen auf dem Rechner WANG 720 bin ich Herrn Dipl.-Math. Dr. Brunner, Aachen, zu herzlichem Dank verpflichtet.

1. In keinem der drei Kollektive, „frontal“, „occipital“, „gesamt“, besteht eine Abhängigkeit der Schädelknochendicke vom Lebensalter.

2. Die Generalmittelwerte zeigen zwischen den Lokalisationen „frontal“ und „occipital“ keinen signifikanten Unterschied.

Auch die Varianzen  $s^2$  sind unter Berücksichtigung der Stichprobenunsicherheit gleich. Die zwischen den einzelnen Dekadenmittelwerten bestehenden geringen Differenzen erscheinen bei entsprechender Wertung der geringen Stichprobenzahl ebenfalls nicht bedeutsam.

3. Im Vergleich der frontalen und occipitalen Schädeldachdicke mit dem Durchschnitt für das gesamte Schädeldach („gesamt“) ergibt sich, daß hier das Generalmittel signifikant kleiner ist als in den Kollektiven „frontal“ und „occipital“. Dies gilt auch für die Varianz und die Dekadenmittelwerte.

II. Bei Betrachtung der *weiblichen* Individuen ergeben sich im Vergleich mit den männlichen wesentliche Unterschiede:

1. Die Dicke der Hirnschädelknochen korreliert in den Kollektiven „frontal“ und „gesamt“ linear mit dem Alter (Abb. 1).

2. Beide Korrelationen sind schwach und lassen sich gerade noch auf dem vereinbarungsgemäß niedrigsten Signifikanzniveau  $P \leq 0,05$  sichern. Die Korrelationskoeffizienten weichen nur unbedeutend voneinander ab.

3. Für beide Kollektive errechnet sich aus den Korrelationskoeffizienten ein Bestimmtheitsmaß  $B \approx 0,055 \cong$  einem Anteil von 5% des Faktors *Alter* an der Gesamtvarianz der *frontalen* und der *gesamten* Dicke des Schädeldaches.

4. Im Kollektiv „frontal“ ist die Streuung der Werte größer, die Steigung der Regressionsgeraden stärker als im Kollektiv „gesamt“ (Abb. 1). In diesen beiden Gruppen zeigt sich also prinzipiell das gleiche wie in den männlichen Kollektiven: Die Durchschnittsdicke des gesamten Schädeldaches ist signifikant geringer als die des Os frontale; dies gilt auch für die Individualschwankungen (Streuung  $s$ ). Da die Regressionsgerade für die Gesamtdicke aber flacher verläuft als die der Lokalisation „frontal“, bleibt die Stärke der Korrelation zum Alter gleich.

5. Die Dicke des Schädeldaches ist occipital auch bei den *weiblichen* Individuen unabhängig vom Lebensalter. Das Generalmittel liegt hier in der gleichen Größenordnung wie das der männlichen Individuen frontal und occipital, ebenso die Streuung  $s$ .

Die Schwankungen der Dekadenmittelwerte der weiblichen occipitalen Schädeldicke erscheinen stichprobenzufällig. Sie lassen sich jedenfalls bei der geringen Stichprobenzahl mit dem  $t$ -Test nicht sichern.

### Diskussion

Die vorgetragenen Ergebnisse demonstrieren, daß zwischen dem Lebensalter und der Dicke der Hirnschädelknochen nur beim *weiblichen* Geschlecht und hier wiederum nur für das Os frontale sowie für die Gesamtdicke eine (lineare) Abhängigkeit besteht. Die Korrelation ist jedoch schwach und liegt an der Grenze der statistischen Sicherung.

Bei Berücksichtigung der Gesamtdicke des Schädeldaches (Mittelwert aus 10 über den freien Schnittrand verteilten Messungen) wird die größere Variation in der Frontal- und Occipitalregion offenbar von der wesentlich konstanteren seit-

lichen Dicke teilweise verschluckt. Damit nimmt die Streuung der Einzelwerte ab. Da die Stärke der Korrelation in den Kollektiven „gesamt“ und „frontal“ gleich ist, bringt die Feststellung der Durchschnittsdicke des gesamten Schädeldaches gegenüber der des Os frontale keinen Gewinn hinsichtlich der Bestimmung des Individualalters.

Die occipitale Dicke des weiblichen Schädeldaches korreliert nicht mit dem Alter.

Für die männlichen Individuen läßt sich in keinem der drei Kollektive eine Abhängigkeit der Schädeldachdicke vom Lebensalter nachweisen.

Rämsch *et al.* [13] glauben in den einzelnen Lebensabschnitten Unterschiede der mittleren Schädeldachdicke frontal und occipital sichern zu können. Demnach soll im 3. und 5. Lebensjahrzehnt die Dicke des Os frontale bei Männern größer als bei Frauen, anschließend dagegen kleiner sein.

Occipital ergäben sich „mit Ausnahme des 3. und 9. Lebensjahrzehnts“ bei Frauen kleinere mittlere Kalottendurchmesser als bei Männern. „Größere Occipitaldurchmesser der Schädelkalotten lassen sich nur für das 5. und 6. Lebensjahrzehnt sichern“ [13]. Weiterhin glauben Rämsch *et al.* [13] sowohl an männlichen wie auch an weiblichen Schädeln eine altersabhängige Zunahme der Kalotten frontal wie occipital feststellen zu können.

Diese Ergebnisse können durch die vorliegende Untersuchung in einigen Punkten nicht bestätigt werden; zumindest was das berücksichtigte Altersspektrum vom 20. Lebensjahre an betrifft. Signifikante Unterschiede der mittleren Dicke des Os frontale zwischen weiblichen und männlichen Individuen fanden auch wir, und zwar, wie die Regression in Abb. 1 zeigt, *gesichert* ab dem 60. Lebensjahr. Von da an liegt keine Überschneidung zwischen dem Vertrauensintervall der Regression und dem des Generalmittels für „männliche frontal“ mehr vor. Bei Vergrößerung des Stichprobenumfanges wird diese Grenze (60. Lebensjahr) wahrscheinlich noch weiter nach unten verlagert, da die Stichprobenzahl einen Einfluß auf die Vertrauensgrenzen hat.

Vergleicht man den Generalmittelwert der frontalen Schädeldicke der Frauen (0,68 cm) mit dem der Männer (0,56 cm), so ist diese Differenz statistisch signifikant, was mit Sicherheit zu Lasten der Werte der höheren weiblichen Altersklassen geht.

Die von Rämsch *et al.* [13] festgestellte altersabhängige Zunahme der occipitalen Kalottendicke steht für beide Geschlechter nicht im Einklang mit den vorliegenden Ergebnissen. Dies gilt auch für angebliche *Unterschiede* der occipitalen Kalottenstärke zwischen den Geschlechtern. Die sich hier ergebenden Differenzen sowohl im eigenen Material wie auch in den graphischen Darstellungen bei Rämsch *et al.* [13] halten wir für *stichprobenzufällig*. Zumindest lassen sie sich bei dem *gegebenen Stichprobenumfang* mit Hilfe des *t*-Testes nicht sichern.

Auch Rämsch *et al.* [13] gehen nach ihren eigenen Angaben von nur je 105 männlichen und weiblichen Individuen bei ihren Untersuchungen aus, wobei diese über ein Altersspektrum von unter 10 bis 90 Jahren verteilt sind. Damit kann auf die einzelnen der neun Dekaden nur eine relativ geringe Anzahl (durchschnittlich etwa 12) Stichproben entfallen. Die aus den Graphiken erkennbaren Differenzen zwischen den Häufigkeitssgipfeln lassen sich auf der Basis so geringer Stichprobenzahlen innerhalb der Dekaden mit dem *t*-Test kaum sichern, da die Vertrauensintervalle der Mittelwertsschätzungen allein auf Grund der wenigen Stichproben sehr groß werden.

Da in der Arbeit von Rämisch *et al.* [13] weder tabellarisch noch graphisch die Ergebnisse der Signifikanztests dargestellt sind, bleiben die angegebenen Differenzen für den Leser unsicher.

Dominok [4] bestätigt die größeren Frontaldurchmesser bei Frauen und glaubt umgekehrt größere Occipitaldurchmesser bei Männern sichern zu können. Diese Schlußfolgerungen entnimmt er allerdings prozentualen Aufschlüsselungen des Materials ohne statistische Sicherung der Differenzen. Deshalb können wir auch ihm nur in bezug auf das geschlechtsdifferent Verhalten der frontalen Kalottendicke beipflichten.

Auf weitere Veränderungen des Schädeldaches als Anhaltspunkte für eine Altersschätzung wollen wir an dieser Stelle nicht erneut eingehen, sondern nur auf die ausführlichen Darstellungen verschiedener Autoren [2, 4, 8] verweisen.

Die Abhängigkeit der Schädeldachdicke, besonders frontal, vom Alter beim weiblichen Geschlecht läßt die Frage zu, ob bei *bekanntem* Geschlecht eine Aussage über das Individualalter aus der Kalottendicke möglich ist. Auf Grund der nachgewiesenen großen biologischen Streubreite und der Schwäche der Korrelation der Schädeldachdicke zum Lebensalter ist eine derartige *Schätzung innerhalb brauchbarer Grenzen nicht möglich*.

#### *Hyperostosis frontalis interna*

Anders liegen die Verhältnisse im Sonderfall der Hyperostosis frontalis interna (Hfi). Abb. 2 zeigt Beispiele für diese von Henschen [7] und anderen [3, 5, 10—12, 14] eingehend beschriebene Veränderung.

Weist ein unbekannter Schädel eine Hfi auf, so gestattet dies recht zuverlässige Rückschlüsse auf *Alter und Geschlecht* des Individuums. An einem umfangreichen Sektionsgut stellt Henschen [7] die Beziehungen der Hfi zu Alter und Geschlecht dar: Unter 900 Sektionen von Frauen über 25 Jahren fand Henschen [7] 332 = 36,9% Fälle von Hfi leichtester bis schwerster Ausprägung (s. auch Abb. 2). Die Tabelle 3, zusammengestellt nach den Angaben in Henschens Monographie über das Morgagni-Syndrom (S. 42—48), zeigt die Altersverteilung leichter und schwerer Fälle von Hfi auf ein Sektionsgut von 700 Frauen.

Tabelle 3. *Beobachtungen von Hyperostosis frontalis interna unter 700 Sektionen von Frauen über 25 Jahre, nach Henschen [7]<sup>a</sup>*

Alter	Grad der Hfi		Total
	schwer (+++ / +++)	leicht ((+) / +)	
40—50	3	14	17
51—60	4	18	22
61—70	25	49	74
71—80	30	88	118
81—90	14	21	35
	$\left. \begin{array}{l} 25 \\ 30 \\ 14 \end{array} \right\} = 91\%$		$\left. \begin{array}{l} 49 \\ 88 \\ 21 \end{array} \right\} = 83\%$
Total	76	190	266

<sup>a</sup> Zusammengestellt nach der Tabelle in Henschen [7], S. 42—48, und Umrechnung der Prozentangaben im Diagramm Nr. 4, S. 57.

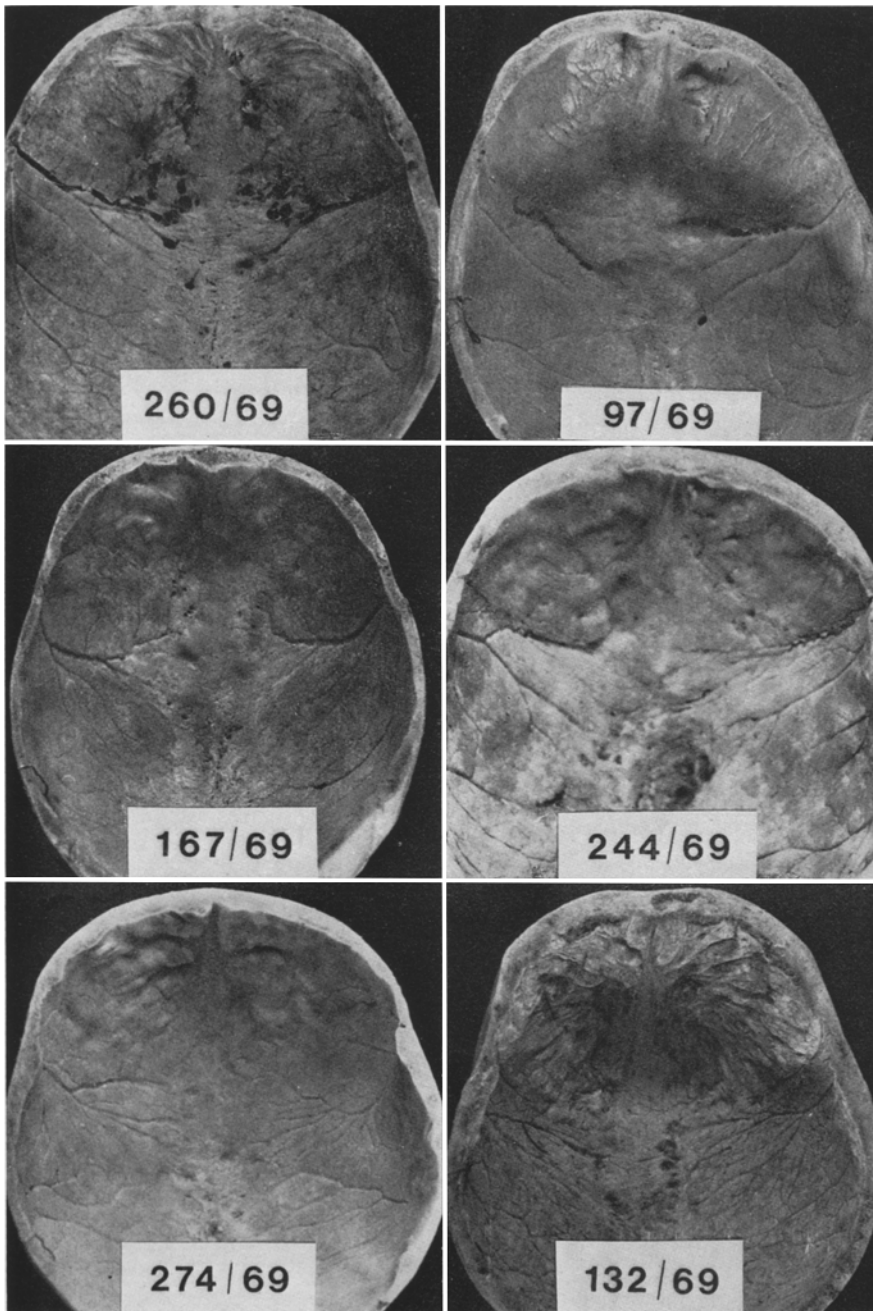


Abb. 2. Beispiele für Hyperostosis frontalis interna aus dem eigenen Beobachtungsgut:  
 Schweregrad: Obere Reihe +, Mitte ++, unten +++. Nr. 97/69: Hfi beim Mann (51 Jahre);  
 Nr. 274/69: Frau von 47 Jahren. Die restlichen stammen von Frauen über 60 Jahren



Aus der Tabelle wird ersichtlich, daß die Hfi im wesentlichen eine Veränderung höherer Altersstufen ist. Von den schweren Fällen fanden sich 91%, von den leichten 83% *jenseits des 60. Lebensjahres*.

Unter 40 Jahren ist die Hfi extrem selten und kommt dann nur in leichter Ausprägung vor. Wir selbst konnten einen leichten Fall bei einer 27jährigen Frau beobachten. Bei unseren insgesamt 10 Beobachtungen von Hfi beträgt das Durchschnittsalter 62 Jahre.

Aus dem Vorliegen einer Hfi hochgradiger Ausprägung läßt sich also mit einer Sicherheit von 90% auf ein Lebensalter des Individuums von über 60 Jahren schließen. Bei leichten Fällen ist mit hoher Sicherheit ein Alter von über 40 Jahren anzunehmen.

Mit noch höherer Wahrscheinlichkeit läßt sich aus einer Hfi das Geschlecht bestimmen: Henschen [7] beobachtete die Hfi beim männlichen Geschlecht nur 9mal, davon 4mal in einem laufenden Sektionsgut von annähernd 1000 männlichen Individuen. Auf 1000 Frauensektionen gibt er die Frequenz mit 390 an, so daß das Häufigkeitsverhältnis der Hfi von Frauen zu Männern etwa 100:1 beträgt.

Andere Autoren geben die Relation mit 10:1 an [5, 15], wobei sie sich jedoch nur auf eine vergleichsweise geringe Anzahl von Sektionen stützen (z. B. 71 bei Dressler [5]). Dennoch möchten wir der Darstellung von Henschen [7] folgen, da gemäß den Regeln der Statistik kleine Stichproben zur Beurteilung der Häufigkeit seltener Ereignisse nicht ausreichen. Wir selbst konnten einen Fall von Hfi beim Manne beobachten (Abb. 2).

Abschließend läßt sich festhalten, daß eine Hfi an einem unbekannten Schädelfund, besonders bei hochgradiger Ausprägung, erlaubt, das Geschlecht des Individuums mit hoher Wahrscheinlichkeit als *weiblich* und ein *Alter* von über 60 Jahren anzunehmen.

So wurde, als klassisches Beispiel, das Alter der fraglichen Königin Äse nach einem Schädel Fund aus dem Wikingerschiff von Oseberg, jetzt im technischen Museum von Oslo, wegen einer Hfi auf 60—70 Jahre geschätzt [2, 7].

### Literatur

1. Burkhardt, L.: Dichtemessungen am menschlichen Schädeldach als Beitrag der Kenntnis von Umbauveränderungen und konstitutionellen Verschiedenheiten, unter Berücksichtigung der Hypophyse. Verh. dtsch. Ges. Path. **34**, 275 (1950).
2. Burkhardt, L., Fischer, H.: Pathologische Anatomie des Schädels. In: Lubasch, O., Henke, F., Rössle, R., Uehlinger, E., Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie und Histologie IX/7. Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1970.
3. Calame, A.: Le syndrome de Morgagni-Morel. Etude anatomo-clinique. Hyperostose frontale interne, adipose, virilisme et troubles neuro-psychiatrique. Paris: Masson & Co. 1951.
4. Dominok, G.: Zur Alters- und Geschlechtsbestimmung aus der Morphologie der menschlichen Schädelkalotte. Zbl. allg. Path. path. Anat. **100**, 54 (1959).
5. Dressler, L.: Über die Hyperostosen des Stirnbeins. Beitr. path. Anat. **78**, 332 (1927).
6. Hartl, F., Burkhardt, L.: Über Strukturumbau des Skelets besonders des Schädeldachs und Schlüsselbeins, beim Erwachsenen und seine Beziehungen zur Hypophyse, nach Maßgabe des spezifischen Gewichts und histologischen Befundes. Virchows Arch. path. Anat. **322**, 503 (1952).
7. Henschen, F.: Morgagnis syndrome. Hyperostosis frontalis interna, virilismus, obesitas. Edinburgh: Oliver & Boyd 1949.
8. Krauspe, C.: Der Altersaufbau des Schädels, S. 310. Dtsch. intern. Tagg. 1956.

9. Kreyszig, E.: Kolmogoroff-Smirnow-Test. In: Statistische Methoden und ihre Anwendung, 3. Aufl., S. 234. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 1968.
10. Mayer, R.: Hyperostose frontale interne. Analyse statistique, anatomo-pathologique et clinique d'une série de 100 cas. Acta neuroveg. (Wien) **23**, 265 (1962).
11. Moore, Sh.: Metabolic craniopathy. Amer. J. Roentgenol. **35**, 30 (1936).
12. Moore, Sh.: Hyperostosis cranii. Springfield (Ill.): Thomas 1955.
13. Rämisch, R., Herrmann, W. R.: Ergebnisse von Messungen der Schädelkalottendicke bei Männern und Frauen. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **54**, 227 (1963).
14. Scotto, J. C.: L'hyperostose frontale interne. Paris: Expans. scient. franç., édit. 1965.
15. Shattock, S.: Morbid thickening of the calvaria and the reconstruction of bone once abnormal. A pathological basis for the study of the thickening observed in certain pleistocene crania. Trans. internat. Congr. Med. sec. 3, pt. 2, London 1913.

Dr. med. Horst P. Schmitt  
Abteilung Pathologie der RWTH  
D-5100 Aachen, Goethestraße 27/29  
Bundesrepublik Deutschland