

K. HAJNIS, L. POZDENOVA

SEPTENBILDUNG IM SINUS FRONTALIS

Auf die Möglichkeit des Vorkommens von Knochenkanten und Scheidewänden im Innern des Sinus frontalis machen viele Studien und Lehrbücher aufmerksam, die sich mit der Morphologie der Nasennebenhöhlen befassen. So führen beispielsweise Fajzullin (1961) und Hajek (1962) an, daß an der Innenwand der Stirnhöhle zahlreiche Kanten vorhanden zu sein pflegen, die diese Höhlung in eine Menge von Falten teilen. Beide Autoren vermerken, daß feine Knochenleisten an der oberen Fläche der Stirnhöhle häufiger vorkommen, so daß diese im Frontalschnitt manchmal handschuhförmig ist. Vollständige Scheidewände halten sie für selten. Dobromylskij und Ščerbatov (1955) sprechen von Knochenkämmen. Die aus mehreren abgeteilten Falten bestehende Höhle ist nach diesen Autoren fächerförmig. Eine ähnliche, durch Knochenkämme an der Frontal- und Zerebralwand der Stirnhöhle verursachte Form erwähnt Lajda (1961). Weigner (1932) sagt, daß im Sinus frontalis häufig unvollständige Septen in der Form scharfer Kanten vorkommen, die alveolenartige Buchten bilden. Diese können zu Praedilektionsstellen für Residuen entzündlicher Prozesse werden.

Eine Septierung des Sinus frontalis erwähnen Zuckerkandl (1893), Onodi (1906), Heymann und Ritter (1909), Grünwald (1925), Schumacher, Heyne und Fanghänel (1972), bei manchen Säugern auch Heyne und Schumacher (1967), Wegner (1955/56), Cave und Haines (1940) u. a.

Zifferndaten über die Menge und Ausmaße der Kanten und Scheidewände der Stirnhöhle existieren jedoch nicht. Deshalb versuchten wir solche Daten bei einer kleineren Serie von Beobachtungsobjekten zu sammeln und bringen sie in der vorliegenden Arbeit.

MATERIAL UND METHODE

Die Menge und Austrittsstelle von Knochenkanten und Knochensepten im Sinus frontalis, sowie ihre Höhe haben wir bei 51 Stirnbeinen erwachsener Individuen aus verschiedenen archäologischen Funden in Böhmen ermittelt (genauere Datierung unbekannt). Nachdem es sich in allen Fällen um isolierte Knochen handelte, konnte das Geschlecht nicht bestimmt werden. Der Sinus frontalis wurde mit einem horizontal geführten Schnitt etwa in seiner halben Höhe geöffnet.

Bei 21 Objekten wurde auch die Lage und der Verlauf des Septum sinuum frontalis im Hinblick auf die Medianebene, seine Breite und die Entfernung der Innenränder der beiden Stirnhöhlen von der Medianebene beobachtet. Die Breite des Septum und die Entfernung der Stirnhöhleninnenränder von der Medianebene wurde mit einer Schublehre gemessen. Wenn das Septum seiner ganzen Länge nach nicht gleich breit war, wurde für die Berechnung der durchschnittliche Breite in der ganze Serie der Mittelwert der größten und kleinsten Breite ermaß.

SEPTENBILDUNG IM SINUS FRONTALIS

Aus Tabelle 1 erkennt man, daß wir bei Horizontalschnitten von 51 Stirnbeinen in einem einzigen Fall eine nur rechtsseitig ausgebildete Stirnhöhle fanden. An der linken Seite dieses Stirnbeins wurde trotz mehrfacher Schnitte diese Höhle nicht entdeckt (siehe Abb. 1).

Bei den untersuchten 51 Stirnhöhlen rechts und 50 Stirnhöhlen links wurde ein vollkommen glatter Sinus frontalis ohne die geringste Andeutung vom Knochenkanten rechts in 23,5 %, links in 20,0 % der Fälle gefunden (Tabelle 1). Die übrigen Höhlen

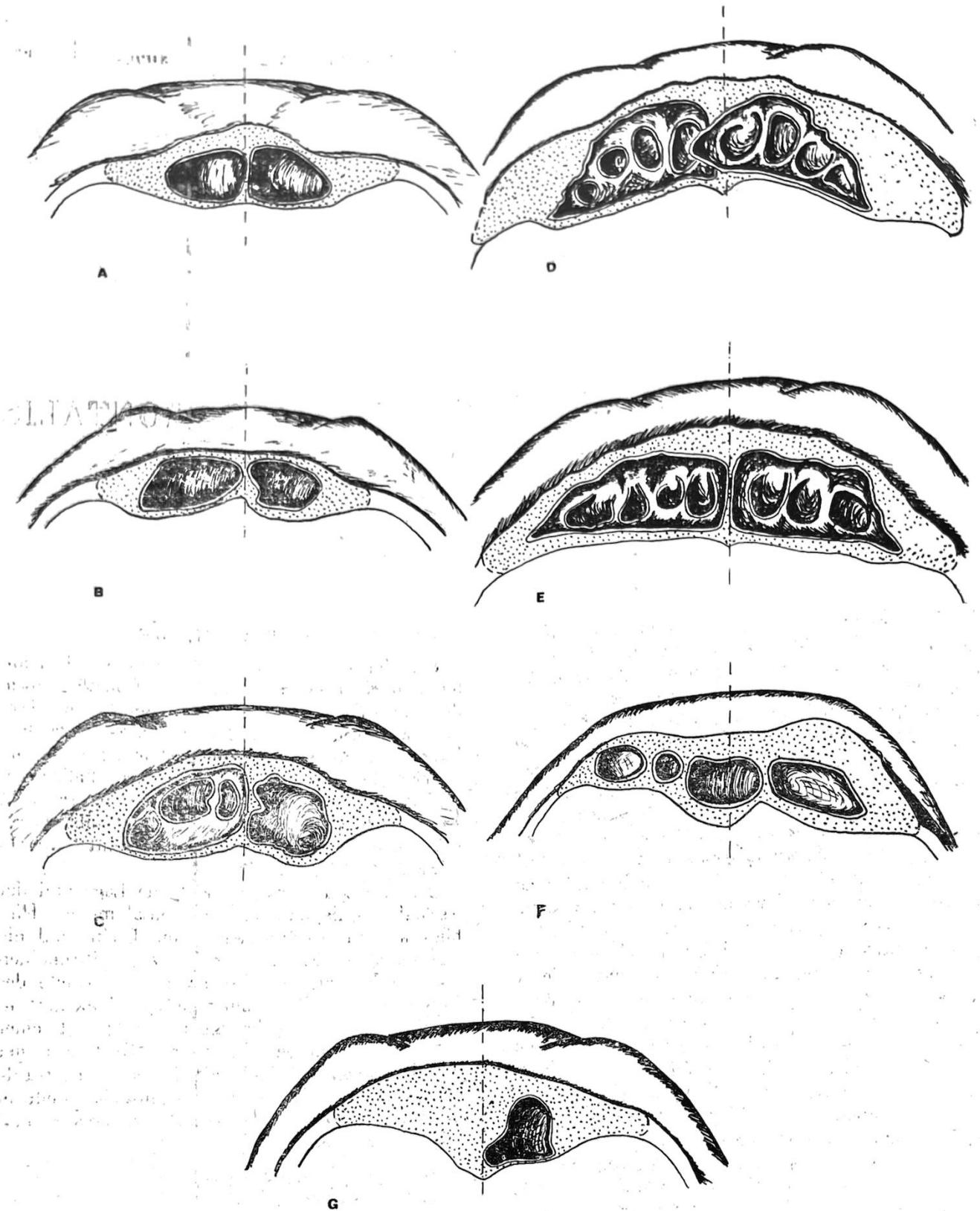


ABBILDUNG 1.

Septenbildung im sinus frontalis

A.B. Glatter Sinus. Septum sinuum in der Medianebene.

C. Höhle rechts im großen und ganzen glatt, links treten Septen aus der Decke und Facies septalis. Septum rechts teilweise deviiert.

D.E. Vielfältige von der Höhlendecke auslaufende Septen. Septum sinuum: D. — links abweichend, E. — in der Medianebene.

F. Vier isolierte Höhlen, ganz glatt. Drei totale, sagittal gestellte Scheidewände.

G. Sinus mit glatter Wand nur rechts entwickelt.

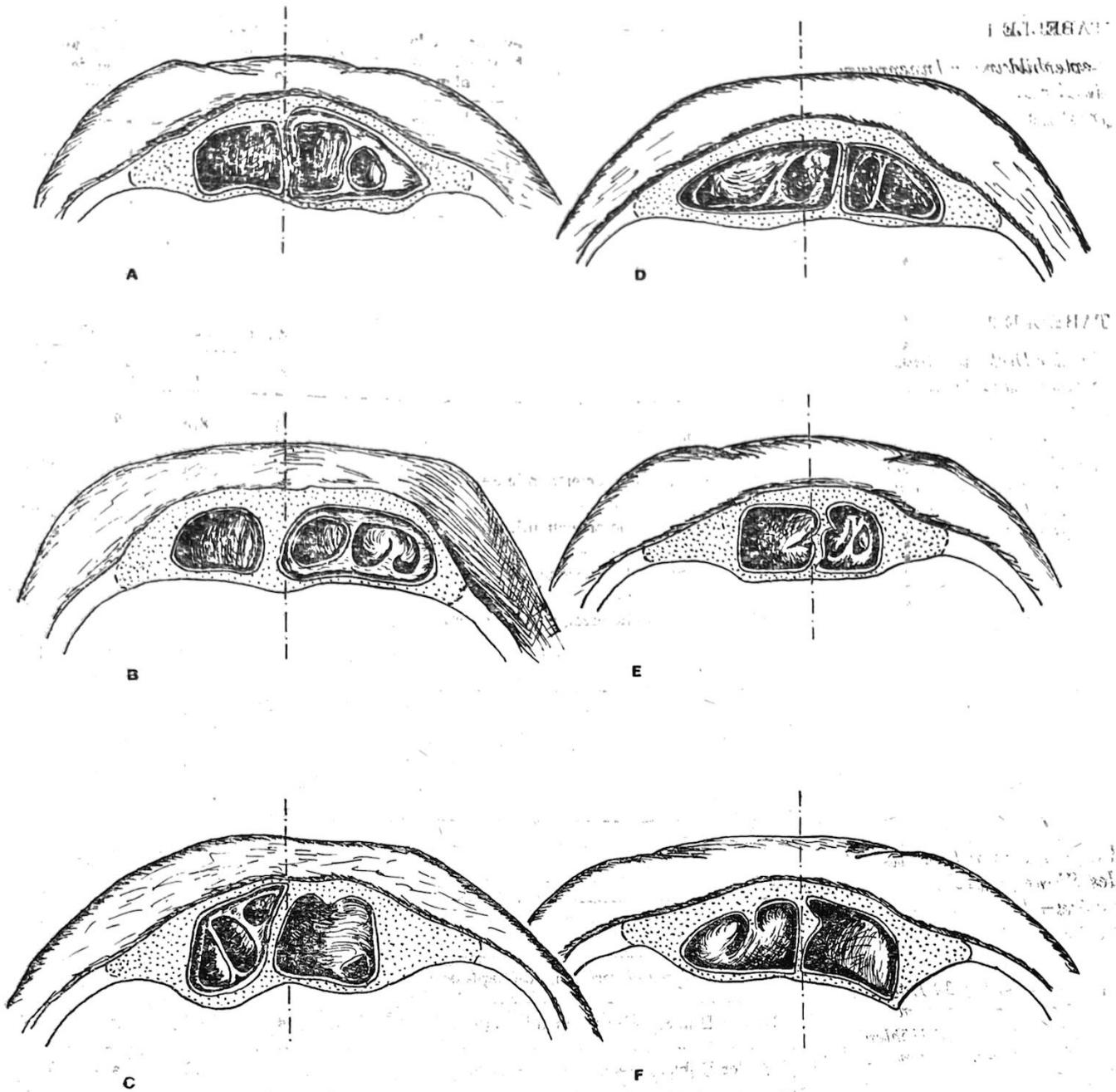


ABBILDUNG 2.

Septenbildung im sinus frontalis

- A. B. Links Sinus glatt, rechts Septen, die von der Decke und der Lateralwand ausgehen.
 Septum sinuum:
 A. — in der Medianebene, B. — größtenteils links von der Medianebene.
 C. Sinus rechts im wesentlichen glatt, links Septen, die aus der Höhlendecke treten. Septum sinuum links von Medianebene gelegen.
 D.E. Knochenkanten an der Höhlendecke und (E) an der Facies septalis. Septum sinuum rechts von der Medianebene.
 F. Höhle rechts im wesentlichen mit glatter Oberfläche, links Septum an der Facies frontalis. Septum sinuum teilweise nach rechts abweichend.

TABELLE 1.

Septenbildung in Innenraum des Sinus frontalis

	Gesamtzahl der beobachteten Höhlen		Höhlen ohne Knochencheidewände		Höhlen mit Scheidewänden	
	n	%	n	%	n	%
dexter	51	100,00	12	23,5	39	76,5
sinister	50	100,00	10	20,0	40	80,0

TABELLE 2.

Von der Decke des Sinus frontalis austretende Septen

n_1 = Zahl der bei 39 Höhlen festgestellten Septen

n_2 = Zahl der bei 40 Höhlen festgestellten Septen

	dx (n = 39)		sin (n = 40)	
	f	%	f	%
Septen angedeutet	5	8,5	8	9,9
1/4 der Höhlenhöhe erreichende Septen	30	50,8	24	29,6
1/3 der Höhlenhöhe erreichende Septen	10	16,9	24	29,6
1/2 der Höhlenhöhe erreichende Septen	6	10,2	17	21,0
2/3 der Höhlenhöhe erreichende Septen	6	10,2	7	8,6
totale Septen	2	3,4	1	1,2
	59 (n_1)		81 (n_2)	

TABELLE 3.

Von der Facies frontalis des Sinus frontalis austretende Septen

n_1 = Zahl der bei 39 Höhlen festgestellten Septen

n_2 = Zahl der bei 40 Höhlen festgestellten Septen

	dx (n = 39)		sin (n = 40)	
	f	%	f	%
Septen angedeutet	9	42,9	5	22,0
1/4 der Höhlentiefe erreichende Septen	3	14,3	9	37,6
1/3 der Höhlentiefe erreichende Septen	4	19,0	2	8,8
1/2 der Höhlentiefe erreichende Septen	1	4,8	4	17,6
2/3 der Höhlentiefe erreichende Septen	4	19,0	3	13,2
	21 (n_1)		23 (n_2)	

TABELLE 4.

Aus der Facies cerebralis des Sinus frontalis austretende Septen

n_1 = Zahl der bei 39 Höhlen festgestellten Septen

n_2 = Zahl der bei 40 Höhlen festgestellten Septen

	dx (n = 39)		sin (n = 40)	
	f	%	f	%
Septen angedeutet	3	50,0	2	66,6
1/4 der Höhlentiefe erreichende Septen	1	16,7	—	—
1/3 der Höhlentiefe erreichende Septen	1	16,7	1	33,3
1/2 der Höhlentiefe erreichende Septen	1	16,7	—	—
2/3 der Höhlentiefe erreichende Septen	—	—	—	—
	6 (n_1)		3 (n_2)	

TABELLE 5.

*Aus der Facies lateralis
des Sinus frontalis
austretende
Septen*

	dx (n = 39)		sin (n = 40)	
	f	%	f	%
Septen angedeutet	1	6,7	3	16,5
1/4 der Höhlenbreite erreichende Septen	1	6,7	3	16,5
1/3 der Höhlenbreite erreichende Septen	8	53,6	4	22,0
1/2 der Höhlenbreite erreichende Septen	5	33,5	5	27,5
2/3 der Höhlenbreite erreichende Septen	—	—	3	16,5
	15 (n ₁)		18 (n ₂)	

n₁ = Zahl der bei 39 Höhlen festgestellten Septen

n₂ = Zahl der bei 40 Höhlen festgestellten Septen

TABELLE 6.

*Aus der Facies septalis
des Sinus frontalis
austretende
Septen*

	dx (n = 39)		sin (n = 40)	
	f	%	f	%
Septen angedeutet	1	12,5	1	6,6
1/4 der Höhlenbreite erreichende Septen	1	12,5	4	26,4
1/3 der Höhlenbreite erreichende Septen	1	12,5	5	33,0
1/2 der Höhlenbreite erreichende Septen	2	25,0	5	33,0
2/3 der Höhlenbreite erreichende Septen	3	37,5	—	—
	8 (n ₁)		15 (n ₂)	

n₁ = Zahl der bei 39 Höhlen festgestellten Septen

n₂ = Zahl der bei 40 Höhlen festgestellten Septen

TABELLE 7.

*Lage
des Septum
sinuum
frontalium*

	f	%
Septum in der Medianebene, überall gleich breit	5	23,8
Septum in der Medianebene, vorne erweitert	3	14,3
Septum in der Medianebene, hinten erweitert	1	4,8
Septum hinten in der Medianebene, vorn nach links abweichend	3	14,3
Septum hinten in der Medianebene, vorn S-förmig nach rechts abweichend	3	14,3
Durch septum geht die Medianebene links von ihrer Mitte	1	4,8
Septum ganz außerhalb der Medianebene—links	2	9,5
Septum ganz außerhalb der Medianebene—rechts	3	14,3
	21	

zeigen Septenbildung oder Ansätze dazu. Der Seitenunterschied zwischen der Zahl der Höhlen mit verschieden hohen Knochenkanten ($76.5\% \times 80.0\%$) ist nicht einmal bei $P_{0.01}$ ($h = \pm 14.57\%$) statistisch signifikant.

Als klassische Form des Sinus frontalis galt früher die unregelmäßige dreikantige Pyramide. Schumacher, Heyne und Fanghänel (1972) bemerken jedoch richtig, daß diese Formanalogie nur in ganz groben Zügen zutrifft. Eingehendere Formtypisierungen und Feststellungen der Größen- und Kapazitätsunterschiede der einzelnen Typen haben wir in unserer früheren Arbeit über den Sinus frontalis beschrieben (Hajniš, Pozděnová, 1972).

Die Zahl der angedeuteten und an verschiedenen Stellen der Stirnhöhle austretenden Knochensepten findet man in den Tabellen 2–6. Interessanterweise stellten wir außer Kanten und Septen, die aus der Facies frontalis, cerebralis und septalis austreten, auch ein Vorkommen auf der Lateralseite und besonders an der Höhlendecke fest. Als Decke des Sinus frontalis bezeichnen wir die schmale, latero-lateral langgestreckte Gegend des Übergangs von Facies frontalis und Facies cerebralis. Die Kanten und Scheidewände der Lateralseite gehen gleichzeitig von der Facies cerebralis und frontalis aus, und verlaufen im großen und ganzen horizontal. An der Facies orbitalis wurden weder Septen noch Kanten festgestellt.

Wie die erwähnten Tabellen beweisen, treten die angedeuteten Septen und Knochenkanten der Stirnhöhle beiderseitig weitaus am häufigsten von ihrer Decke aus (Tabelle 2). Die weitere Reihenfolge der Häufigkeitsfrequenz lautet Facies frontalis (Tabelle 3), Lateralseite (Tabelle 5) und Facies septalis (Tabelle 6). Absolut am seltensten fanden wir Andeutungen von Knochenkanten und Septen an der Facies cerebralis (Tabelle 4). Abgesehen von den aus der Facies septalis austretenden Knochensepten sind die festgestellten Seitenunterschiede zu vernachlässigen. Bloß bei dieser Lokalgruppe unserer Serie fanden wir links fast die doppelte Zahl von Knochensepten wie rechts (Tabelle 6). Dieser Stand wurde zwar auch an der Facies cerebralis festgestellt (Tabelle 4, allerdings mit reichem Vorkommen rechts), aber die Zahl der beobachteten Knochensepten war hier äußerst gering (dx: 6, sin: 3), so daß man keine beweiskräftigen Schlüsse ziehen kann.

Vom Entwicklungsaspekt aus gesehen ist der Vergleich der Septenbildung im Sinus frontalis des heutigen Menschen und Homo sapiens neanderthalensis interessant. Viček (1969) berichtet, daß die Stirnhöhle des Urmenschen weniger stark gegliedert ist. Deshalb darf man im Hinblick auf ihre reiche Gliederung bei Homo sapiens sapiens annehmen, die phylogenetische Entwicklung sei von glatten bis zu reich septierten Stirnhöhlen fortgeschritten.

Die Höhe (Länge) der Knochensepten haben wir aspektiv nach 5 Kategorien klassifiziert, wie man aus der Tabellen sieht. Außerdem wurden auch Septen registriert, die nur als Knochenkanten angedeuteten waren.

TABELLE 8

Breite des Septum sinuum frontaliūm

n	$\bar{X} \pm 3 \cdot s_{\bar{x}}$	s	V	min—max
21	$3,1 \pm 1,8$	2,7	88,0	0,5—10,1

TABELLE 9

Entfernung der Innenränder der Stirnhöhlen von der Medianebene

n	$\bar{X} \pm 3 \cdot s_{\bar{x}}$	s	V	min—max
dx 21	$2,2 \pm 1,3$	2,1	93,7	0,2—7,0
sin 21	$1,7 \pm 0,9$	1,3	80,7	0,2—5,1

Die Länge der Knochenscheidewände, die von der Decke des Sinus frontalis austreten, erreicht meist $1/4$ bis $1/3$ der Höhlenhöhe. Die übrigen Längentypen der Septen erscheinen weniger häufig. Im Vergleich mit den meisten übrigen Lokalgruppen sind hier die angedeuteten Kanten nicht allzu häufig vertreten (Tab. 2). In der Gruppe der von der Decke des Sinus frontalis austretenden Septen haben wir in einem einzigen Fall drei totale Knochenscheidewände gefunden. Dieser Fund gehörte einem Individuum, bei dem vier selbständige Höhlen vorhanden waren (siehe Abb. 1).

An der Facies frontalis und cerebralis — in Übereinstimmung mit der geringen antero-posterioren lichten Weite des frontalen Sinus — erscheinen meist nur angedeutete Knochenkanten (Tab. 3 und 4). Die Frequenz längerer Gebilde ist hier wesentlich geringer, und an der Facies cerebralis gibt es (wie bereits oben angeführt) überhaupt nur eine sehr geringe Menge von Knochenausläufen. Zum Unterschied von diesen beiden Flächen besitzen die aus der Facies septalis und der Lateralseite des Sinus frontalis austretenden Knochenstrukturen in der Regel höhere Reliefe (Tab. 5 und 6). Relativ häufig sind Septen, die $1/3$ bis $1/2$ der Höhlenbreite erreichen, und wie die beiden Tabellen zeigen, erscheinen auch nicht selten Knochensepten, die die Stirnhöhle bis zu $2/3$ ihrer Breite scheiden.

LAGE UND BREITE DES SEPTUM SINUUM FRONTALIUM. ENTFERNUNG DER STIRNHÜHLENRÄNDER VON DER MEDIANEBENE

Nur zu Orientierungszwecken haben wir auch an 21 Stirnbeinen die Lage und Breite des Septum sinuum frontaliūm und die Entfernung der Innenränder der beiden Sinus frontales von der Medianebene aufgenommen.

Die Lage des Septum wurde auf die Medianebene bezogen. Wie man aus Tabelle 7 sieht, liegt es meist in der mittleren Schädelebene, eventuell mit verschiedenen Deviationen oder Erweiterungen. Eine Lage des Septum sinuum frontium außerhalb der Medianebene, so, daß es diese überhaupt nicht schneidet, ist nicht üblich. Wir fanden diese Lage nur bei einem knappen Viertel der untersuchten Objekte. Absolut am häufigsten ist ein symmetrisch in der Medianebene liegendes Septum, das überall gleich breit ist.

Der Mittelwert der Breite des Septum sinuum frontium beträgt bei unserer Serie $3,1 \pm 1,8$ mm. Individuell schwankt dieser Wert jedoch beträchtlich — von 0,5 bis 10,1 mm (siehe Tab. 8), wie das auch der berechnete hohe Variationskoeffizient beweist.

Aus Tabelle 9 erkennt man, daß die durchschnittliche Entfernung der Innenränder der Stirnhöhlen von der Medianebene rund 2 mm mißt (dx: $2,2 \pm 1,3$ mm; sin: $1,7 \pm 0,9$ mm). Der Unterschied der Entfernungen ist nicht einmal bei $P_{0,001}$ (T-Test = 0,35) statistisch signifikant. In den einzelnen Fällen schwankt dieser Wert allerdings stark (0,2–7,0 mm), wie auch die berechneten Variationskoeffizienten verraten ($V = 93,7; 80,7$).

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Aus den Beobachtungen der Zahl und Höhe der Knochenkanten und Septen, die von den einzelnen Flächen und Teilen des Sinus frontalis austreten, aus den Messungen der Breite des Septum sinuum frontium und der Entfernung der Facies septalis von der Medianebene geht hervor:

1. Bloß bei einem einzigen der 51 beobachteten Objekte wurde eine einseitig rechts entwickelte Stirnhöhle entdeckt.

2. Ein ganz glatter Sinus frontalis ohne die geringsten Anzeichen von Knochenkanten wurde insgesamt in 23,5 % rechts und 20,0 % links gefunden. Der Seitenunterschied in der Zahl der septierten Höhlungen ist statistisch nicht signifikant ($h = \pm 14,57 \% > P_{0,01}$).

3. Die größte Zahl der Knochenkanten und Septen besitzt die Decke der Stirnhöhle, die geringste die Facies cerebralis. Die Seitenunterschiede der Kanten- und Septenzahl (mit Ausnahme der Facies septalis) sind zu vernachlässigen.

4. Beobachtet wurden Knochensepten von nur angedeuteten Kanten beginnend bis zu Längen von rund 2/3 der lichten Höhlenweite. Die Septen pflegen relativ desto länger (höher) zu sein, je geräumiger der Sinus in der Richtung ihres Verlaufes ist. Nur bei einem einzigen Objekt wurden drei totale Scheidewände entdeckt, die aus der Höhlendecke traten und getrennte Kammern bildeten.

5. Literaturvergleiche (Vlček, 1969) gestatten den Schluß, daß die Septenbildung des Sinus frontalis im Laufe der Anthropogenese zunimmt. Sie reicht von Stirnhöhlen mit schwach gefurchten Oberflächen bei Homo sapiens neanderthalensis bis zur reichen Gliederung bei dem heutigen Menschen.

6. Das Septum sinuum frontium liegt meist in der Medianebene. Nicht selten konstatiert man aber wenigstens teilweise Deviationen von dieser Ebene. Ein Verlauf völlig außerhalb der Medianebene wurde jedoch bei kaum 1/4 der untersuchten Objekte festgestellt. Die berechnete durchschnittliche Breite des Septum sinuum frontium beträgt $3,1 \pm 1,8$ mm.

7. Die Entfernung der Innenränder der Stirnhöhlen von der Medianebene schwankt durchschnittlich um 2 mm, ohne signifikante Seitenunterschiede zu zeigen.

LITERATUR

- CAVE, A. J. E., HAINES, W. R.: The paranasal sinuses of the anthropoid apes. — *J. Anat.* 74: 493–523, 1940.
- DOBROMYLSKIJ, F. I., ŠCERBATOVIČ, I. I.: Pridatočnyje pazuchy nosa i ich svjaz s zabolevanijami glaznicy. — *Mediz. Moskva*, 1955.
- FAJZULLIN, M. CH.: Rentgenodiagnostika zabolevanij i povrežděnij pridatočnych polostej nosa. *Mediz. Moskva*, 1961.
- GRÜNWARD, C.: Deskriptive und topographische Anatomie der Nase. — In: Handb. d. Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, hrsg. von A. Denker u. O. Kahler. Bdl. — Springer, Berlin u. Bergmann, München. S. 1–93, 1925.
- HAJEK, M.: Nebenhöhlen der Nase. — F. Deuticke. Leipzig und Wien, 1926.
- HAJNIŠ, K., POZDĚNOVÁ, L.: The Form, Size and Capacity of the Frontal Sinus. — *Folia Morphologica*. 20: 273–276, 1972.
- HEYMANN, P., RITTER, G.: Zur Morphologie und Terminologie des mittleren Nasenganges. — *Z. Laryng. Rhinol.* 1: 1–18, 1909.
- HEYNE, K., SCHUMACHER, G. H.: Biometrische Untersuchungen an den Nebenhöhlen der Nase von Ovis aries. *Anat. Anz.* 120: 433–443, 1967.

- LAJDA, J.: Chirurgija nosa, prinosových dutin a nosohltana. SAV. Bratislava, 1961.
- ONODI, A.: Über die heutige Fontanelle des mittleren Nasenganges. — *Arch. Laryng. Rhinol.* 18: 488–502, 1906.
- SCHUMACHER, G. H., HEYNE, H. J., FANGHÄNEL, R.: Zur Anatomie der menschlichen Nasennebenhöhlen. — *Anat. Anz.* 130: 132–142, 143–157, 1972.
- VLČEK, E.: Neandertaler der Tschechoslowakei. — *Academia. Praha*, 1969.
- WEGNER, R.: Studien über Nebenhöhlen des Schädels. — *Wiss. Z. der E. Moritz Arndt-Universität Greifswald.* 5: 49–127, 1955/56.
- WEIGNER, K.: Topografická anatomie. — *E. Grégr a syn. Praha*, 1932.
- ZUCKERKANDL, E.: Normale und pathologische Anatomie der Nasenhöhle und ihrer pneumatischen Anhänge. Bd. 1, 2. Aufl. Braumüller, Wien-Leipzig.

Doz. Dr. K. Hajniš, CSc. Dept. of Anthropology, Faculty of Natural Sciences, Charles University, Viniční 7, 128 43 Praha 2 (CSSR).