



KAREL HAJNIŠ

GRÖSSE DES KÖRPERS UND DER HÖHLEN DES KEILBEINS

ZUSAMMENFASSUNG — Osteometrisch wurden 44 unvollständige isolierte Keilbeine untersucht, die aus verschiedenen archäologischen Funden in Böhmen stammen. Neben den drei über den Knochenkörper informierenden Grunddimensionen wird mit drei weiteren Maßen die Größe von Fossa hypophysialis festgestellt. Als praktische Information für die Neurochirurgie können besonders die festgestellten Stärken der Knochenbasis von Sinus sphenoidalis, von seiner Decke, Lateralwand und Septum sinuum sphenoidalium dienen. Dort, wo es möglich war, wurde die Lokalisierung und der Verlauf von Septum sinuum erforscht, sowie die Anzahl und der Ausgangsort der Knochenkanten und der unvollständigen Septa in den Knochenhöhlen. Auf 27 unvollständigen Knochen wurden mit Hilfe von Dentacryl Höhlenabgüsse angeschafft, woran u. a. auch ihre drei Grunddimensionen festgestellt wurden. In der Arbeit werden auch recht-linke Unterschiede beurteilt.

SCHLÜSSELWÖRTER: Osteometrie — Keilbeinkörper und -höhlen — Stärke der Höhlenknochenwände — Septierung von Sinus sphenoidalis.

Im Unterschied zu antrum Highmori und Sinus frontalis wurde sowohl in der Vergangenheit, als auch in der Gegenwart der Morphologie und Metrik von Sinus sphenoidalis, sowie derjenigen von Geruchshöhlen eine relativ kleine Aufmerksamkeit gewidmet. Die Ursache liegt vielleicht darin, daß sie sich nicht so stark an der Vorwärmung der zirkulierenden Luft vor der Einatmung beteiligen müssen, sicherlich jedoch darin, daß ihre Größe relativ gering ist und daß sie beim lebendigen Individuum schwierig zugänglich sind.

Eine vollkommene Kenntnis der Morphologie, Größe und Topographie, so wieder ontogenetischen Entwicklung des Körpers und der Höhlen des Keilbeins ist unbestritten wichtig. Sie ist aus der praktischen Hinsicht besonders für die Nasenmedizin und die Neurochirurgie von Bedeutung, denn durch die Keilbeinhöhlen führt der benutzte Zugangsweg zu Hypophysis cerebri im Fall ihrer notwendigen chirurgischen Behandlung. Und trotzdem wurde und wird

dieser Problematik in großen Anatomie-, Oto-rhinolaryngologie- und Neurochirurgielehrbüchern (sich die Liste der angewandten Literatur) eher nur eine Allgemeine Aufmerksamkeit gewidmet.

Mit der Erforschung von Sinus sphenoidalis beschäftigten sich wahrscheinlich als erste im Jahre 1877 Braune und Clasen, die seinen Volumen studierten. Die Keilbeinhöhlen wurden weiter von Bezold (1943), Schumacher et al. (1972a, b), Poborniková (1974), Radojevič und Jovanovič (1956), Hinck und Hopkins (1965) und aus dem Gesichtspunkt der Veränderungen in der anthropogenetischen Reihe auch von Tillier (1977a, b) erforscht. Die Kapazität von Sinus sphenoidalis präsentierten wir in unserem Referat auf dem Kongress Tschechoslowakischer Anthropologen im Jahre 1982. Mit der Variabilität der Morphologie von Sella turcica aus den Röntgenaufnahmen von 200 erwachsenen Individuen befaßten sich neulich Bruneton et al. (1979). Sie führen den prozentuellen Auftritt einzelner Varianten der verfolgten anatomischen

Merkmale an und machen auf die schlechte Bewertbarkeit der Pneumatisierung der Knochen aus den Skiagrammen und auf die ungenaue Abschätzung der Lokalisierung von Septum sinuum im Sattelboden aufmerksam. Apertura sinus sphenoidalis wurde im Zusammenhang mit den Maßen der Nasenhöhle und der Anordnung der Nasenkonchen von Lang und Sakals (1981) studiert. Saunders und Popovich (1978) stellten fest, daß die Brücken zwischen den beiden sich entwickelnden Keilbeinen im Durchschnitt im Alter von 7 Jahren erscheinen, wobei der Zeitpunkt, wo sie ansetzen, von der Knochenrobustizität unabhängig ist. Aus praktischen Gründen ist es ebenfalls erforderlich, die Stärke der Höhlenwände des Keilbein zu kennen, denn z. B. Hahn (1981) macht darauf aufmerksam, daß er bei Schädelunfalltraumen die Kommunikation von Cavum cranii und Sinus sphenoidalis in 4% fand.

Aus den erwähnten Gründen und auf Grund der Tatsache, daß insbesondere was die Größenwerte anbetrifft, nur Randkenntnisse über den Keilbeinkörper und -höhlen bestehen, präsentieren wir die Ergebnisse unserer Studie.

MATERIAL UND METHODE

Als Unterlagendaten unserer Studie dienten die Untersuchungen von 44 unvollständigen, isolierten Keilbeinen. Sie alle entstammen archäologischen Funden aus verschiedenen historischen Perioden in Böhmen, so daß sie nicht genau datiert sind. Auf Grund dieser Tatsache ist das Ensemble als ein einheitliches Ganzes erarbeitet, ohne das Alter und Geschlecht zu berücksichtigen, die natürlich unbestimmbar waren.

Vor der eigenen Untersuchung wurden von einzelnen Knochen vorsichtig Unreinheiten entfernt und die Knochen wurden gewaschen. Falls es der Erhaltungsgang des Knochens erlaubte, wurden auf seinem Körper folgende Messungen durchgeführt (siehe Abb. 1):

1. Körperhöhe von der Basis zum Boden Fossa hypophysialis, links und rechts von der Medianebene (Tasterzirkel angewendet),
2. Körperhöhe in der Medianebene (einschließlich Rostrum sphenoidale) zum Boden von Fossa hypophysialis (Tasterzirkel),
3. Körperhöhe von der Basis zu Dorsum sellae in der Medianebene (Tasterzirkel),
4. Antero-posteriorlänge (A-P) von Fossa hypophysialis in der Medianebene (Gleitzirkel),
5. Breite von Fossa hypophysialis. Als Lateralgrenze des Grübchens dient die Medialkante von Sulcus caroticus (Gleitzirkel),
6. Größte Tiefe von Fossa hypophysialis in der Medianebene von der Verbindungslinie Dorsum sellae — Höhepunkt von Tuberculum sellae (Tiefenmesser);

Wo möglich, wurden weiter verfolgt:

7. Lokalisierung und Verlauf von Septum sinuum sphenoidalium,
8. Anzahl und Ausgangsort der Knochenkanten und eventuell der unvollständigen Septa in Sinus sphenoidalis, selbstverständlich wieder getrennt links und rechts.

Für eine vollkommeneren Beurteilung der Verhältnisse auf dem Knochenkörper, die gerade aus der Hinsicht der Neurochirurgie wichtig sind, erstreben wir auch die Feststellung der Stärke folgender, Sinus sphenoidalis umgebender Knochenstrukturen:

9. Stärke der Knochenplatte auf der Körperbasis links und rechts (Gleitzirkel),
10. Stärke der Lateralplatte des Körpers links und rechts (Gleitzirkel),
11. Stärke der Platte in der Körperdecke links und rechts (Gleitzirkel),
12. Stärke von Septum sinuum sphenoidalium (Gleitzirkel).

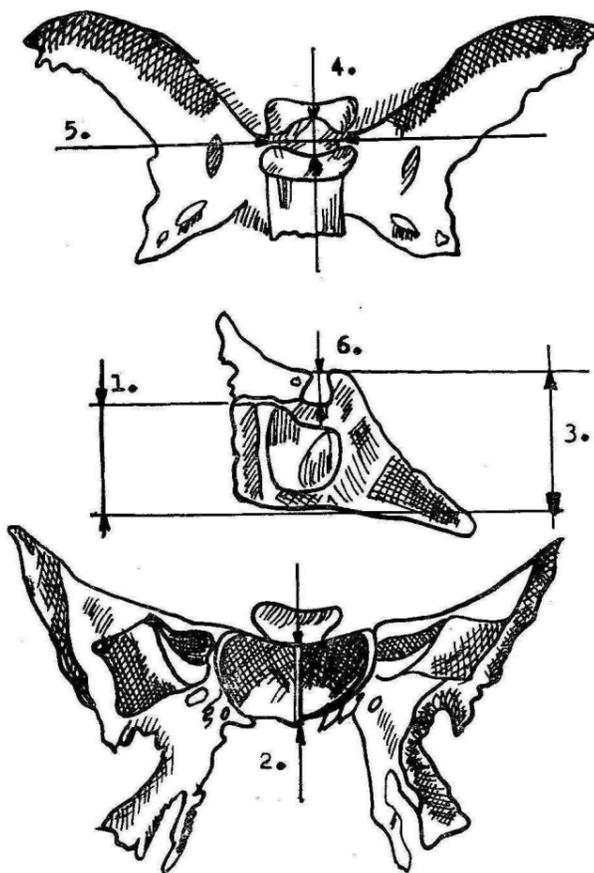


ABB. 1. Schema der Keilbeinmessung.
 1. Höhe von Corpus ossis sphenoidalis von der Basis zum Boden von Fossa hypophysialis in der Sagittalebene.
 2. Körperhöhe in der Medianebene in die Mitte von Fossa hypophysialis (einschließlich Rostrum sphenoidale).
 3. Höhe von Corpus ossis sphenoidalis von der Basis zu Dorsum sellae in der Sagittalebene.
 4. Antero-posteriorlänge von Fossa hypophysialis.
 5. Breite von Fossa hypophysialis.
 6. Tiefe von Fossa hypophysialis.

Auf 27 unvollständigen Keilbeinen (in einigen Fällen blieb nur der rechte oder linke Sinus erhalten) wurden mit Hilfe von Dentacryl Höhlenabgüsse angeschafft. Mir ihrer Hilfe wurde nicht nur der Volumen, sondern auch die drei Grunddimensionen von Sinus

sphenoidalis beurteilt (13. Länge, 14. Breite, 15. Höhe). Auch hier wurde mit Gleitzirkel gemessen. Während die Höhlenkapazität den Gegenstand weiterer Ausführungen bildet, werden die drei erwähnten Grundmaße in dieser Studie behandelt, weil sie mit der Knochenkörpergröße zusammenhängen.

GRÖSSE DES KEILBEINKÖRPERS

Durchschnittswerte und andere geläufige statistische Charakteristiken der erforschten Dimensionen des Keilbeinkörpers sind in der Tabelle 1. angeführt.

Daraus ist ersichtlich, daß die Höhe von Corpus ossis sphenoidalis, links und rechts von der Knochenbasis auf den Boden von Fossa hypophysialis gemessen, sowohl im Durchschnitt, als auch in Variabilität praktisch identisch ist. Dies bewiesen auch die berechneten maßgebenden Abweichungen und Variationskoeffizienten, die jedoch eine beträchtliche Merkmalsveränderlichkeit bestätigen. Der Wert *t* des Unterschieds vom linken und rechten Durchschnitt ist nur 0,27. Die auf erwähnte Weise festgestellte Durchschnittshöhe des Körpers, ohne die Seite zu berücksichtigen, ist 16,10 mm.

Bei einem Drittel des Ensembles war die Knochenkörperhöhe, von der Basis zum Boden von Fossa hypophysialis gemessen, links und rechts gleich, in 29,63 % war der Körper links und in 37,04 % rechts höher.

tät unseres zweiten gemessenen Merkmals ist noch etwas höher als diejenige des vorhergehenden. Dies wird nicht nur durch die geringste und größte gemessene Höhe, sondern auch durch den berechneten Variationskoeffizient bestätigt. Wir sind der Meinung, daß die Morphologie der Keilbeinbasis einer selbständigen Aufmerksamkeit wert wäre, ähnlich wie sie Bruneton et al. (1979) der Sella turcica widmeten; besser als Skiagramme wäre jedoch eine direkte Aspektion.

Obwohl der durchschnittliche Unterschied der Körperhöhe von der Basis bis zu Dorsum sellae links und rechts gemessen, mehr als ein Millimeter beträgt, ist er wieder nicht einmal auf der Ebene $P = 95\%$ ($t = 1,03$) nachweislich. Der Durchschnittswert dieses Merkmals — ohne die gemessene Seite zu berücksichtigen — ist 21,86 mm. In 37,5 % der beobachteten Fälle wurde an beiden Seiten die gleiche Höhe festgestellt, in 25 % war die Höhe links und in 37,5 % rechts größer.

Wie es den Durchschnittswerten unserer Messungen in der Tabelle 1. zu entnehmen ist, hat Fossa hypophysialis ungefähr die Form einer unregelmäßigen Halbwalze. Ihre Achse verläuft in der Frontalebene und ist nur geringfügig länger als der Durchschnitt dieses Gebildes. Die Feststellung, daß die Umfangsfläche von Fossa hypophysialis ungefähr dem Segment des Walzengehäuses entspricht, deutet an, daß ihre durchschnittliche Tiefe praktisch einer genauen Hälfte (Halbmesser) ihrer Antero-posteriorlänge

TABELLE 1. Erforschte Größen des Keilbeinkörpers (mm)

	<i>n</i>	$\bar{X} \pm 3 \times s_{\bar{x}}$	<i>s</i>	<i>V</i>	min—max
Körperhöhe von der Basis zum Boden von Fossa hypophysialis	32 31	$16,02 \pm 3 \times 0,43$ $16,19 \pm 3 \times 0,46$	2,42 2,52	15,11 15,57	11—21,5 12—22,5
Körperhöhe in der Medianebene (einschließlich Rostrum sphenoidale) zum Boden von Fossa hypophysialis	41	$16,71 \pm 3 \times 0,46$	2,91	17,41	12—23
Körperhöhe von der Basis zu Dorsum sellae	23 20	$21,37 \pm 3 \times 0,62$ $22,43 \pm 3 \times 0,82$	2,91 3,58	13,62 15,96	17,5—28 18—30
Antero-posteriorlänge von Fossa hypophysialis in der Medianebene	38	$10,75 \pm 3 \times 0,30$	1,81	16,84	7—15,5
Breite von Fossa hypophysialis	43	$11,26 \pm 3 \times 0,29$	1,86	16,52	7,5—15
Tiefe von Fossa hypophysialis in der Medianebene	36	$5,42 \pm 3 \times 0,26$	1,56	28,78	2—10

Anhand des Vergleichs der berechneten Durchschnittshöhe von Corpus ossis sphenoidalis in der Medianebene zum Boden von Fossa hypophysialis gemessen, d. h. einschließlich Rostrum sphenoidale, mit der vorhergehenden Dimension, kann man im bestimmten Maße die Höhe von Rostrum sphenoidale beurteilen. Wie ersichtlich, ist sie gegen alle Erwartungen wahrscheinlich ziemlich gering. Die Variabili-

(Durchschnitt) gleich ist. Wie jedoch die Arbeit von Bruneton et al. (1979) zeigt, ist der Boden von Fossa hypophysialis nicht ganz flach. Die zitierten Autoren führen an, daß er in 58 % konkav, in 32,5 % flach und in 9,5 % konvex ist.

Die Vergleichsdaten zu unseren gemessenen Angaben auf den Keilbeinkörper in der Fachliteratur fehlen.

GRÖSSE DER KEILBEINHÖHLEN

Die berechneten Durchschnittswerte und andere statistische Charakteristiken aller drei an Abgüssen gemessenen Grundmerkmale von Sinus sphenoidalis werden in der *Tabelle 2* angeführt. Wie sich daraus ergibt, ist die Höhlenhöhe geringfügig größer rechts, während beide weiteren Dimensionen etwas größer links sind. Aber auch die größte davon — der durchschnittliche Unterschied der Antero-posteriortiefe — ist nicht statistisch nachweislich sogar in der Ebene $P = 95\%$ ($t = 0,53$).

Eine gleiche Höhe beider Höhlen desselben Knochens wurde in keinem einzigen Fall festgestellt. In 55,6% war die rechte Höhle höher als die linke und in 44,4% war dagegen die linke höher als die rechte desselben Knochens. Eine größere Höhenvariabilität ist rechts deutlich. Der Wert t des durchschnittlichen Seitenunterschieds der Höhe von Sinus sphenoidalis beträgt 0,72 und ist also statistisch nachweislich nicht einmal bei $P_{0,05}$.

In der Literatur fanden wir nur eine einzige Quelle, die Höhe von Sinus sphenoidalis angibt. Tillier (1977a, b) maß sie ohne Seitenbestimmung bei 40 gegenwärtigen französischen Schädeln und bei 15 Schädeln australischer Eingeborenen und 12 Eskimos. Ihre Messungen, weil sie nur aus Röntgenaufnahmen herausgehen (Methode nach Hirtz), müssen jedoch für weniger genau gehalten werden. Für die französischen Schädel gibt sie die vergleichende Höhe von 20,17 mm an, für das Ensemble australischer Schädel 20,23 mm und für die Eskimoscrania 19,98 mm. Der berechnete Durchschnittswert der Höhe von Sinus sphenoidalis unseres Ensembles, ohne die Seite zu berücksichtigen ($n_1 + n_2 = 44$) ist 17,85 mm. Er ist also um mehr als 2 mm geringer als bei den rezenten Schädeln aus Frankreich, sowie bei beiden verglichenen Serien. Der Unterschied kann jedoch durch die erwähnte Messung auf Skiagrammen verursacht werden.

Wie die berechneten Variationskoeffizienten zeigen, ist die Variabilität der Breite der Keilbeinhöhle größer als diejenige ihrer Höhe. Während links sich die Durchschnittsbreite der Höhle ihrer Höhe nähert, ist sie rechts fast um 2 mm kleiner.

TABELLE 2. Grundmaße von Sinus sphenoidalis

	n	$\bar{X} \pm 3 \times s_{\bar{x}}$	s	V	min—max
sinister					
Höhe	23	$17,46 \pm 3 \times 0,66$	3,10	17,75	11,0—23,0
Breite	23	$17,13 \pm 3 \times 1,15$	5,40	31,52	9,0—30,0
Tiefe	23	$23,37 \pm 3 \times 1,53$	7,18	30,72	10,0—38,0
dexter					
Höhe	21	$18,29 \pm 3 \times 0,95$	4,24	23,18	11,5—27,0
Breite	21	$16,43 \pm 3 \times 1,13$	5,07	30,86	8,0—26,0
Tiefe	21	$22,26 \pm 3 \times 1,43$	6,37	28,62	13,0—37,5

In keinem Fall wurde wieder eine ganz gleiche Breite beider Höhlen desselben Knochens festgestellt. In 44,4% war breiter die linke Höhle, in 55,6% die rechte. Nach dem Wert des t -testes (0,43) ist es jedoch deutlich, daß der Unterschied der Durchschnittsbreite beider Seiten wieder nicht einmal bei der 95-prozentigen Wahrscheinlichkeit nachweislich ist. Die Durchschnittsbreite der Keilbeinhöhle ist in unserem Ensemble — ohne Berücksichtigung der gemessenen Seite — 16,88 mm.

Die Ergebnisse unserer Studie — was die Breite von Sinus sphenoidalis betrifft — ähneln sich demjenigen von Tillier (1977a, b) für die erwähnte Gruppe französischer Schädel sowohl durch ihre Durchschnittswerte, als auch dadurch, daß die rechte Höhle statistisch unbedeutend enger ist als die linke.

Tillier führt weiter in ihren zitierten Arbeiten die Gesamtbreite der Höhlen an. Diese Dimension maßen wir bei unseren Erforschungen nicht; durch die Addition der Durchschnittsbreite links und rechts erhalten wir jedoch die durchschnittliche Gesamtbreite in unserer Serie — 33,56 mm. Sie nähert sich im Ganzen der Angabe für die Gruppe französischer Schädel (32,33 mm), australischer Eingeborenen (34,89 mm), sowie der Eskimos (31,57 mm).

Die im Durchschnitt größte Dimension von Sinus sphenoidalis ist die Antero-posteriordimension. Obwohl der durchschnittliche Seitenunterschied größer als 1 mm ist, ist er wieder — wie schon gesagt — nicht einmal bei $P_{0,05}$ ($t = 0,53$) nachweislich. Nur in einem einzigen Fall (5,6%) wurde in demselben Knochen die gleiche Antero-posteriortiefe beider Höhlen gemessen. Bei einer ganzen Hälfte der erforschten Fälle war jedoch diese Dimension größer links und nur bei 44,4% rechts. Die durchschnittliche Antero-posteriortiefe der Keilbeinhöhle ist für unser Ensemble ohne Berücksichtigung der Seitenzugehörigkeit 22,84 mm. Dieser Wert ist mit demjenigen von Tillier (1977a, b) für die linke Seite gegenwärtiger französischer Schädel (22,81 mm) identisch, während rechts dieselbe Autorin nur die Mittellänge 20,87 mm feststellte.

Die meisten Anatomielehrbücher geben an, daß Sinus sphenoidalis ungefähr die Kubusform mit rd 2 cm-Kante oder eine unregelmäßige Form hat (z. B.

Borovanský et al. 1972). Aus den präsentierten Durchschnittswerten der Keilbeinhöhlen ist jedoch ersichtlich, daß falls man sie mit einem geometrischen Körper vergleichen sollte, wäre es am besten ein Prisma. Die längste Seite des Gebildes verläuft in Antero-posteriorrichtung, die kürzeste von links nach rechts. In der Wirklichkeit geht es jedoch in allen Fällen um ein unregelmäßiges Gebilde, wie es in einer anderen Arbeit behandelt wird.

SEPTIERUNG VON SINUS SPHENOIDALIS

Septum sinuum sphenoidalium ist meistens in der Medianebene lokalisiert; nicht selten verläuft es jedoch außerhalb ihrer, woraus sich dann eine große Höhlenasymmetrie ergibt.

Die Frequenz der Lokalisierung des Zwischenhöhlenseptum in einzelnen Kategorien, wie sie im studierten Material festgestellt wurde, wird in der *Tabelle 3* angeführt. Daraus ist deutlich, daß auch Septum sinuum sphenoidalium sich am häufigsten in der Medianebene befindet, wie es auch einige Anatomielehrbücher (z. B. Borovanský et al. 1972, Sinelnikov 1970 u. a.) und vereinzelte, sich mit dieser Problematik befassende Arbeiten (z. B. Tillier 1977a, b) angehen. Sein Verlauf ist jedoch meistens nicht ganz regelmäßig, sondern verschiedenartig verbogen und seine Seitenabweichungen sind häufig (siehe *Abb. 2*).

TABELLE 3. Stellung von Septum sinuum sphenoidalium

	n	%
in der Medianebene	11	28,2
in der Medianebene mit der Abweichung nach links	8	20,5
in der Medianebene mit der Abweichung nach rechts	9	23,1
links von der Medianebene	6	15,4
rechts von der Medianebene	3	7,7
einheitliche Höhle ohne Septum	2	5,1

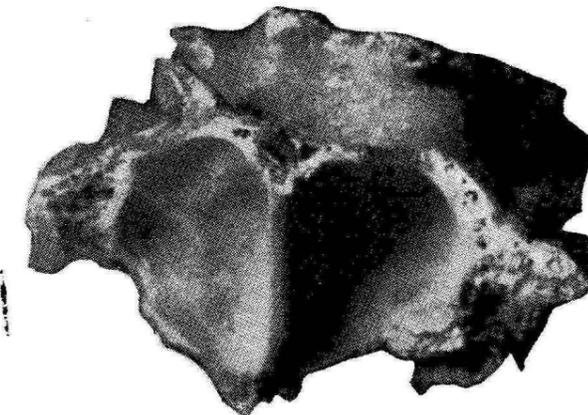


ABB. 2. Geöffnete Keilbeinhöhlen. Wände ohne Kanten und Knochenseptata. Septum sinuum in der Medianebene mit der Abweichung links. Vorder- und Oberansicht.



ABB. 3. Abguß eines einheitlichen Sinus sphenoidalis (Abwesenheit von Septum sinuum sphenoidalium). Ober- und Rückansicht.

In 23% der verfolgten Fälle stellten wir die Lokalisierung von Septum sinuum außerhalb der Medianebene fest. Es verläuft entweder sagittal oder verschiedenartig quer. Auf zwei Knochen fehlte Septum sinuum, so daß es um einen einheitlichen Sinus sphenoidalis geht, wie es z. B. auf der Abbildung 3 sichtbar ist. In dem präsentierten Fall war die Oberfläche der ganzen einheitlichen Höhle glatt. Nur auf der linken Seite ragte aus der Körperbasis in ihre Lichtweite eine höhere Knochenkante hervor. Das Volumen dieser einheitlichen Höhle beträgt 6 cm³. In dem zweiten Fall ragt in die Lichtweite des einheitlichen Sinus sphenoidalis aus der rechten Seitenwand eine sehr niedrige Knochenkante hervor und ein ähnliches Gebilde ist auch auf dem Höhlenboden zu sehen.

In den beiden Höhlen erscheinen darüber hinaus Knochenkanten und unvollständige Scheidewände unterschiedlicher Höhe (siehe *Abb. 4*), ähnlich wie in Sinus frontalis ist (siehe Hajniš—Pozdénová 1975). Wie es aus der *Tabelle 4* ersichtlich ist, waren aus der studierten Höhlenanzahl 30% links und 21,4% rechts glatt, ohne irgendwelche Septa und Knochenkanten. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle (70—80%)

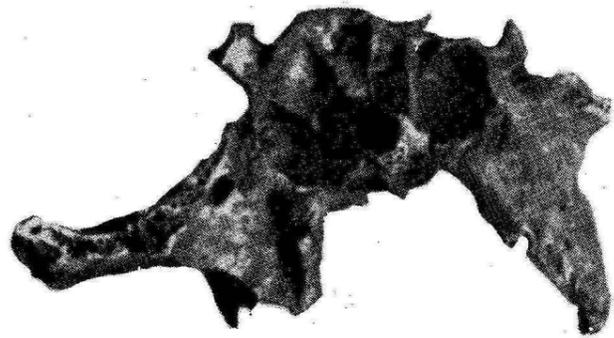


ABB. 4. Unvollständige Knochenseptata in den Keilbeinhöhlen. Vorder- und Untenansicht.

TABELLE 4. Septierung von Sinus sphenoidalis

	sin (N = 30)		dx (N = 28)	
	n	%	n	%
Höhle ohne Kanten und Scheidewände	9	30	6	21,4
Höhle mit Kanten und unvollständigen Scheidewänden	21	70	22	78,6

ist also in Sinus sphenoidalis mit ihrem Auftritt zu rechnen.

Bei den 70 % der Höhlen mit Knochenkanten und Scheidewänden verschiedener Höhe links und den 78,6 % rechts erscheinen diese Gebilde meistens auf dem Boden von Sinus sphenoidalis — mehr als 40 % von registrierten Kanten und unvollständigen

TABELLE 5. Anzahl von Kanten und unvollständigen Scheidewänden in Sinus sphenoidalis (N_{sin} = 21; N_{dx} = 22)

	sin		dx	
	n	%	n	%
Ausgang von Kanten und unvollständigen Scheidewänden aus dem Höhlenboden	13	44,83	15	42,86
Ausgang von Kanten und unvollständigen Scheidewänden aus der Lateralseite der Höhle	11	37,93	11	31,43
Ausgang von Kanten und unvollständigen Scheidewänden aus der Hintenseite der Höhle	4	13,79	5	14,28
Ausgang von Kanten und unvollständigen Scheidewänden aus der Höhlendecke	1	3,45	4	11,43
	29	100,00	35	100,00

Septa (Tabelle 5). Was die Frequenz betrifft, folgen dieser Gruppe Kanten und Scheidewände, die aus den Lateralseiten der Höhle hervortreten (37,93 % sin, 31,43 % dx). Die aus der Hinterwand der Höhle und ihrer Decke herausragenden Gebilde sind weniger häufig, wie es die Tabelle 5 zeigt. Sowohl Cristae, als auch unvollständige Scheidewände können verschieden hoch sein.

Obwohl unser kleines studiertes Ensemble einen mäßigen Übergewicht im Erscheinen der Knochenkanten und Septa in der rechten Höhle im Vergleich mit der linken aufweist, ist es wahrscheinlich anzunehmen, daß es keinen Unterschied zwischen den beiden Seiten gibt. Auf der Vorder- und Medialseite der Höhle wurden weder Kanten noch Septa festgestellt.

STÄRKE DER KNOCHENWÄNDE

Die Kenntnis der Stärke der Knochenwände von Sinus sphenoidalis kann von praktischer Bedeutung bei neurochirurgischen Leistungen auf Hypophysis cerebri sein, denn — wie schon gesagt — hierdurch führt der benutzte Weg zur Hypophyse.

Wie die Tabelle 6 zeigt, nur die Basisplatte von Sinus sphenoidalis ist auf beiden Seiten etwas stärker. Ihr Durchschnitt wurde links 2,5 mm, rechts 2,3 mm berechnet. Der Unterschied ist natürlich nicht einmal bei $P = 95\%$ nachweislich, denn $t = 0,83$. Die Durchschnittsstärke ist hier, ohne die gemessene Seite zu berücksichtigen, 2,40 mm, und deshalb ist mit dem Wert um 2,5 mm zu rechnen, obwohl die Variabilität beiderseitig zwischen 1—4 mm schwänkt.

Eine gleiche Stärke der Knochenbasis von Sinus sphenoidalis wurde für beide Seiten bei 52,4 % festgestellt, während in 28,6 % die Basisplatte rechts und in 19 % links stärker war.

Die anderen gemessenen Wände der Keilbeinhöhle — wie es in der Tabelle 6 zu sehen ist — erreichen im Durchschnitt die Maximalstärke von 1 mm, mit der Variabilität von etwa 1/2—2 mm. Weder bei der Decke noch der Lateralwand der Höhle muß natürlich die Stärke der Knochenplatte beiderseitig übereinstimmen, aber die durchschnittlichen Unterschiede sind hier wieder statistisch nicht einmal bei dem Niveau $P = 95\%$ nachweislich.

Bei Septum sinuum sphenoidalium stellten wir fest, daß es in 12 verfolgten Fällen nur um ein Foliengebilde geht, bei 15 Objekten wurde eine Stärke 0,5 mm und bei 4 Individuen 1 mm gemessen. Der von 19 direkt gemessenen Fällen berechnete Durchschnitt ist also 0,61 mm, aber mit Rücksicht auf die 12 erwähnten Folienseptata ist er in der Realität noch kleiner.

Nur in 6 Fällen konnte in unserem Ensemble auch die Stärke von Concha sphenoidalis festgestellt werden. Links und rechts geht es um einen ausgesprochenen Folienknochen, der meistens nicht einmal die Stärke von 1/2 mm erreicht. Aus diesem Grund und wegen der geringen Anzahl von Beobachtungen führen wir seinen Durchschnittswert nicht an.

TABELLE 6. Stärke der Knochenwände der Keilbeinhöhle

		n	$\bar{X} \pm 3 \times s_{\bar{x}}$	s	V	min—max
Basis	sin	28	$2,5 \pm 3 \times 0,17$	0,89	35,60	1,0—4,0
	dx	25	$2,3 \pm 3 \times 0,17$	0,84	36,50	1,0—4,0
Seitenwand	sin	26	$0,9 \pm 3 \times 0,07$	0,34	37,00	0,5—1,5
	dx	27	$1,0 \pm 3 \times 0,05$	0,28	28,00	0,5—1,5
Decke	sin	18	$1,0 \pm 3 \times 0,10$	0,42	42,00	0,5—2,0
	dx	23	$0,91 \pm 3 \times 0,08$	0,39	42,86	0,5—2,0
septum sinuum		19	$0,6 \pm 3 \times 0,05$	0,21	34,43	0,5—1,0

Aus der durchgeführten Untersuchung der Stärke einzelner Knochenwände beider Sinus sphenoidalis ist also deutlich, daß es meistens um dünne, oft sogar folienhafte Gebilde geht. Im Durchschnitt ist die Basisplatte am stärksten, die geläufig den Wert um 2,5 mm erreicht. Sehr dünn ist auch die Höhlenscheidewand, die durch eine bloße Knochenfolie gebildet wird.

SCHLUSSFOLGERUNG

Aus unserer Erforschung der Größen von Corpus et Sinus ossis sphenoidalis ergibt sich folgendes:

1. Die Durchschnittshöhe des Keilbeinkörpers in der Sagittalebene von der Basis zum Boden von Fossa hypophysialis (ohne die gemessene Seite zu berücksichtigen) ist 16,10 mm, in der Medianebene (einschließlich Rostrum sphenoidale) 16,71 mm. Die Höhe von Corpus ossis sphenoidalis von der Basis zu Dorsum sellae ist wieder im Durchschnitt von beiden gemessenen Seiten 21,86 mm. Seitenunterschiede der Körperhöhen sind nirgends statistisch bei $P = 95\%$ nachweislich.

2. Wie aus den Unterschieden der ersten angeführten Durchschnittswerte deutlich ist, ist Rostrum sphenoidale im Durchschnitt relativ niedrig — nur 0,6 mm hoch.

3. Fossa hypophysialis hat laut unserer Untersuchung ungefähr die Form einer unregelmäßigen Halbwalze mit der in Frontalebene verlaufenden Achse. Die Höhe dieser Halbwalze (Latero-lateral-dimension = die Breite von Fossae) ist 11,26 mm, ihre Antero-posteriorlänge (Durchschnitt der Halbwalze) ist 10,75 mm und Tiefe (Halbmesser der Halbwalze) 5,42 mm.

4. Die Mittelhöhe von Sinus sphenoidalis ist für beide Seiten 17,85 mm, die Durchschnittsbreite 16,80 mm und die durchschnittliche Antero-posteriortiefe 22,84 mm. Auch hier sind die Unterschiede zwischen den Durchschnittswerten der linken und rechten Seite statistisch bei $P = 95\%$ nicht nachweislich.

Bei dem Vergleich der Durchschnittshöhe von Sinus et Corpus ossis sphenoidalis stellt man eine kleine Disproportion fest. Sie ist wahrscheinlich dadurch verursacht, daß die Knochenkörpermessung

bei einer höheren Fällenzahl als die Messung der Höhlenhöhe auf den Abgüssen durchgeführt wurde, denn nicht alle untersuchten Knochen waren für die Herstellung von Abgüssen geeignet.

5. Sinus sphenoidalis ist meistens von unregelmäßiger Form. Falls man ihn zu einem geometrischen Körper vergleichen sollte, dann wäre anhand der Größe seiner drei Grunddimensionen eher ein Prisma als ein Kubus geeignet, zu dem er nicht ganz richtig in einigen Anatomielehrbüchern verglichen wird.

6. Septum sinuum sphenoidalium weist eine erhebliche Formvariabilität auf. Seine berechnete Durchschnittsstärke ist in unserer Serie zwar 0,61 mm, aber diese Angabe ist in der Realität niedriger, weil es in einer ganzen Reihe von Fällen nur um einen folienhaften Knochen geht. In den meisten Fällen ist es zwar in der Medianebene lokalisiert, es wurden jedoch zahlreiche Seitenabweichungen (mäßig häufiger rechts) festgestellt.

7. In dem studierten Ensemble wurde in 5,1 % die Abwesenheit von Septum sinuum festgestellt, so daß es um einen einheitlichen Sinus ging, der den ganzen Knochenkörper ausfüllte.

8. In 30 % links und 21,4 % rechts wurde ein ganz glatter Sinus, ohne Knochenseptata und angelegte Kristalle, festgestellt.

9. Die Oberfläche von 70 % der untersuchten Höhlen links und 78,6 % rechts war teilweise durch Knochenkanten und unvollständige Septata gegliedert. Beide Typen dieser Gebilde treten meistens aus der Höhlenbasis und der Lateralfläche heraus. Auf der Hinterseite und der Höhlendecke sind sie deutlich seltener. Aus Septum sinuum und Concha sphenoidalis treten keine Knochengebilde heraus. Obwohl die Frequenz der Knochenseptata und Höhlenkanten rechts mäßig häufiger ist als links, kann man sie nicht für bedeutsam halten.

10. Die Basisplatte des Keilbeins ist durchschnittlich 2,40 mm, die Deckenplatte nur 0,95 mm stark. Weil jedoch der Boden von Fossa hypophysialis oft ganz lamellos ist, wird die Deckenplatte der Höhlen in der Realität noch dünner sein. Die berechnete Mittelstärke der Lateralwand von Sinus sphenoidalis ist 0,96 mm. Concha sphenoidalis ist nur ein folienhafter Knochen, der nie die Stärke von 1/2 mm überschreitet.

LITERATUR

- BENNINGHOFF A., 1948—50: *Lehrbuch der Anatomie des Menschen*. Urban und Schwarzenberg. München—Berlin.
- BEZOLD K., 1943: *Über den Rauminhalt der Nebenhöhlen der menschlichen Nase unter Berücksichtigung der gegenseitigen volumetrischen Beziehungen*. Inaug. Diss. Greifswald.
- BOROVANSKÝ L., HROMADA J., KOS J., ZRZAVÝ J., ŽLÁBEK K. 1972: *Soustavná anatomie člověka*. I., II. Stát. zdrav. nakl. Praha.
- BRAUNE W., CLASEN F. E., 1877: Die Nebenhöhlen der menschlichen Nase und ihre Bedeutung für den Mechanismus des Riechens. *Z. Anat. u. Entwickl.*, 2: 1—28.
- BROWN W. A. B., CHINN S., MOLLESON T. I. 1984: Enlargement of the Frontal Sinus. *Ann. Hum. Biol.*, 11, 3: 221—226.
- BRUNETON J. N., DROUELLARD J. P., SABATIER J. C., 1979: Normal Variants of the Sella turcica. Comparison of Plain Radiographs and Tomograms in 200 cases. *Radiology*, 131, 1: 99—104.
- FARKAŠ L. G., FEIGLOVÁ B., HAJNIŠ K., KUSTRA T., 1966: Contribution to the Anatomy of the Sinus maxillaris in Central-European Skulls. *Arch. f. Japanische Chirurgie*. 35. 6: 1054—1065.
- GRÜNWALD L., 1912: *Die Krankheiten der Mundhöhlen, des Rachens, der Nase*. J. F. Lehmann, München.
- GULISANO M., PACINI P., ORLANDINI G. E., COLOSI G., 1978: Considerazioni anatomo — radiologiche sui seni frontali: Ricerca statistica su 520 casi umani. *Arch. Ital. Anat. Embriol.*, 83, 1—2: 9—32.
- HAJNIŠ K., 1982: *Kapacita sinus sphenoidalis*. Vortrag. Tagung der tschechoslowakischen Anthropologischen Gesell. Banská Bystrica.
- HAJNIŠ K., 1985: *Das Niveau des Kieferhöhlenbodens und die Oroantrale Fisteln*. Vortrag. 80. Tagung der deutschen Anatomischen Gesell. Praha.
- HAJNIŠ K., KUSTRA T., FARKAŠ L. G., FEIGLOVÁ B., 1967: Sinus maxillaris. *Z. Morph. Anthropol.*, 59, 2: 185—197.
- HAJNIŠ K., KUSTRA T., FARKAŠ L. G., FEIGLOVÁ B.: 1968: Antrum Highmori. *Acta Univ. Carol. Biol.*, 1967 1—22.
- HAJNIŠ K., POZDĚNOVÁ L., 1972: The Form, Size and Capacity of the Frontal Sinus. *Folia Morphologica*, 20: 273—276.
- HAJNIŠ K., POZDĚNOVÁ L., 1975: Septenbildung in Sinus frontalis. *Anthropologie*, 13, 1: 131—137.
- HANH T., 1981: Problematika chirurgické léčby traumatických kranionasálních komunikací. *Kand. Diss. Arbeit. Neurochirurg. klinika Hradec Králové*.
- HANSON C. L., OWSLEY D. W., 1980: Frontal Sinus Size in Eskimo Population. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 53, 2: 251—255.
- HINCK V. C., HOPKINS C. E., 1965: Concerning Growth of the Sphenoid Sinus. *Arch. Otolaryng.*, 82, 1: 62—66.
- JOVANOVIČ S., LELIČIČ N., KARGOVSKA-KLISAROVA A., 1984: Le developpment post-natal et les rapports du sinus maxillaire. *Acta Anat.*, 118, 2: 122—128.
- KUSTRA T., HAJNIŠ K., FARKAŠ L. G., FEIGLOVÁ B., 1966: Das Niveau des Kieferhöhlenbodens und seine prognostische Bedeutung. *Schweiz. Monatsschr. f. Zahnheilkunde*, 76, 12: 945—953.
- LAJDA J., 1961: *Chirurgia nosa, prinosových dutin a nosohltana*. SAV, Bratislava.
- LANG J., SAKALS E., 1981: Über die Höhe der Cavitas nasi, die Länge ihres Bodens und Maße sowie Anordnung der Conchae nasales und der Apertura sinus sphenoidalis. *Anat. Anz.*, 149, 4: 297—318.
- ONODI A., 1911: Die topographische Anatomie der Nasenhöhle und ihrer Nebenhöhlen. *Handb. spez. Chir. d. Ohres u. d. oberen Luftwege*. Wien und Leipzig.
- POBORNIKOVA S., 1974: Rentgenografické poudčovanie rozvitietu na sfenoidálnite sinusi ot raždane do 13-godišna vrazst. *Rentg. i radiol. Sofia*, 13, 2: 79—83.
- PORTMANN G., 1951: *Traité de technique opératoire otorhino-laryngologique*. Masson et Cie. Paris.
- RADOJEVIČ S., JOVANOVIČ S., 1956: Poudčavanje morfoloije i tipografije sfenoidnog sinusa kod čoveka. *Poseb. Izd. Srpske Akad. Nauk*, 6: 1—92.
- SAUNDERS S. R., POPOVICH F., 1978: A Family Study of two Skeletal Variants. *Atlas Bridging and Clinoid Bridging. Am. J. Phys. Anthropol.*, 49, 2: 193—204.
- SCHUMACHER G. H., HEYNE H. J., FANGHÄNEL R., 1972 a: Zur Anatomie der menschlichen Nasennebenhöhlen. 1. Mitt.: Räumliche Darstellungen. *Anat. Anz.*, 130: 132—142.
- SCHUMACHER G. H., HEYNE H. J., FANGHÄNEL R., 1972 b: Zur Anatomie der menschlichen Nasennebenhöhlen. 2. Mitt.: Volumetrie. *Anat. Anz.*, 130: 143—157.
- SICHER H., 1949: *Oral Anatomy*. The C. V. Mosby. St. Louis.
- SINĚLNIKOV R. D., 1970: *Atlas anatomie člověka*. I. II. III. Avicenum. Praha.
- SZILVASSY J., 1981: Zur Entwicklung der Stirnhöhlen. *Anthropol. Anz.*, 39, 2: 138—149.
- TAKAHASHI R., 1984: The Formation of the Human Paranasal Sinuses. *Acta Oto-Laryngol.* 93 (Suppl.): 408 bis 436.
- TILLIER A. M., 1977 a: La pneumatization du massif cranio-facial chez les hommes actuels et fossiles. *Soc. d'Anthrop. de Paris*, 4, 13, 2: 177—189.
- TILLIER A. M., 1977 b: La pneumatization du massif cranio-facial chez les hommes actuels et fossiles. *Soc. d'Anthrop. de Paris*, 4, 13, 3: 287—316.
- WEIGNER K., 1932: *Topografická anatomie*. E. Grégr a syn. Praha.
- ZUCKERKANDEL E., 1882: *Normale und Pathologische Anatomie der Nasenhöhle und ihre pneumatischen Anhänge*. W. Braunmüller. Wien.
- ZWAARDEMAKER H., 1925: *Physiologie der Nase und ihrer Nebenhöhlen*. *Handb. d. Hals-Nase Ohren-Heilkunde (Denker—Kahler)*. Speiger—Bergmann. Berlin—München.

Doz. Dr. Karel Hajniš, CSc.
 Anthropologisches Institut
 Viničná 7
 128 44 Praha 2