

Ein Beitrag zum Problem der Sutura frontalis und Sutura mendosa persistens

Horst P. Schmitt

Institut für Neuropathologie der Universität Heidelberg
(Direktor: Prof. Dr. G. Ule)

Eingegangen am 23. Juni 1975

Contribution to the Problem of the Persistent Sutura frontalis and Sutura mendosa

Summary. Investigation of the cranial vaults of 336 adult autopsy cases from two continuous series, one from the Institute of Forensic Medicine of Cologne and the other from the Institute of Pathology of Heidelberg, revealed the incidence of an open sutura frontalis in 15 cases and an open sutura mendosa in one case. In the Cologne series the persistent sutura frontalis was found in 4.2 percent, in the Heidelberg series in 5.7 percent of the cases. A further analysis of the Cologne cases displayed a frequency of 8.6 percent suturae frontales in suicide cases as opposed to 2.5 percent in the compared cases. From two suicide cases of the Heidelberg series, 1 showed an open sutura mendosa together with an os incae bipartitum; the other revealed several suture bones accompanied by accessory suture courses of the sutura lambdoidea. The differences in open-suture incidence between suicide cases and the others was significant by the χ^2 -test. The small sample size, however, is inconclusive and another controlled observation of a larger sample is necessary. The possible mechanisms for delayed suture closure and its relation to suicide are discussed.

Key words: Metopism — Sutura mendosa — Incidence in suicide.

Zusammenfassung. In einer Untersuchung an 366 Schädelkalotten aus zwei geschlossenen Serien, eine aus dem gerichtsmedizinischen Institut in Köln und eine aus dem pathologischen Institut Heidelberg wurde insgesamt 15mal eine offene Stirnnaht und einmal eine offene Sutura mendosa gefunden. Im Kölner Sektionsgut fand sich das Ergebnis in 4,2%, im Heidelberger in 5,7% der Fälle. Bei der weiteren Analyse des Kölner Sektionsgutes stellte sich heraus, daß die Sutura frontalis persistens bei Todesfällen durch Suicid in 8,6% der Fälle gegenüber 2,5% bei den Vergleichsfällen vorkam. Von zwei Suicidfällen im Heidelberger Kollektiv zeigte einer eine Sutura mendosa persistens mit Os incae bipartitum, der andere besaß zahlreiche Nahtknochen mit accessorischen Nahtabschnitten im Bereich der Sutura lambdoidea. Die Differenz an derartigen Verknöcherungsanomalien der Nähte zwischen Suicidenten und Vergleichsfällen ist im χ^2 -Test signifikant. Dem Test haftet indes der Mangel der kleinen Stichprobe an, was eine weitere Überprüfung des Sachverhaltes an einem größeren Kollektiv notwendig macht. Die Mechanismen für den fehlenden Nahtschluß werden diskutiert, die möglichen Beziehungen zum Suicid angedeutet.

Das Phänomen der jenseits des 2.—3. Lebensjahres noch offenen Sutura frontalis (sive metopica) hat immer wieder das Interesse von Anatomen, Anthropologen, Röntgenologen und Klinikern erregt; bis in die jüngste Zeit finden sich sporadisch Mitteilungen zu diesem Thema (Comas, 1942; Hiltemann, 1954; Krogman, 1962; Marciniak u. Nizankowski, 1959; Marcozzi, 1947; Mijsberg, 1932; Roche u. Sunderland, 1960; Rochlin u. Rubaschewa, 1934; Schollmeyer, 1965; Tönnis, 1958). Normalerweise schließt sich die Stirnnaht, die in der Fetal- und Postnatalzeit die zunächst paarigen knöchernen Stirnbeinanlagen trennt, während

oder bis zum Ende des 2. Lebensjahres (Martin u. Saller, 1957, II.). Ist die Stirnnaht zu einem späteren Zeitpunkt noch offen, so spricht man von einer *Sutura frontalis persistens* (S.f.p.) oder, besonders bei breitem Klaffen, kurz von *Metopismus* (Essen-Möller, 1928; Fischer, 1902; Schultz, 1929).

Die Angaben verschiedener Autoren über die Häufigkeit des Vorkommens einer offenen Stirnnaht jenseits der üblichen Schlußzeit schwanken: Nach Spalteholz (1938) ist sie mit einer Häufigkeit bis zu 7% bei Europäern anzutreffen. Auch Torgersen (1950) beschreibt sie in 7,2% unter 778 Röntgenaufnahmen, während sie nach Angaben des gleichen Autors unter 1012 Schädeln des mittelalterlichen Oslo in 12,5% anzutreffen war. Er führt diese Differenz hauptsächlich darauf zurück, daß die offene Stirnnaht an Röntgenaufnahmen nicht in allen Fällen sicher zu diagnostizieren sei. Unter 1714 Schädeln des Jenaer Anthropologischen Institutes soll sie in 4,2% vorhanden gewesen sein, während Schollmeyer (1965), von dem diese Angabe stammt, sie selbst bei 1000 Sektionen eines gerichtsmedizinischen Institutes nur 8mal fand. Haas (1933) beschreibt die S.f.p. 13mal unter 400 Röntgenbildern des Schädels (3%), van Acken (1933) dagegen in 8% von 952 Schädelaufnahmen. Bei kulturell höherstehenden Völkern soll die S.f.p. häufiger anzutreffen sein als bei primitiven (Günther, 1930; Haas, 1933; Martin u. Saller, 1957). Nach Krogman (1962) ist sie bei Negern nur in 2% gegenüber etwa 10% bei der weißen und mongoloiden Rasse vorhanden. Ein geschlechtsdifferentes Verhalten in der Häufigkeit ist statistisch nicht sicher zu belegen (Torgersen, 1950).

Schwalbe (1901) hielt die S.f.p. für einen phylogenetischen Primitivzustand, während Gegenbaur (1899) in ihr ein Zeichen eines entwicklungsgeschichtlich höheren Status sah. Auch Rauber u. Kopsch (1947) beurteilten sie als einen phylogenetisch progressiven Zustand.

Ein Pendant zur *Sutura frontalis* ist im Bereich des Hinterhauptbeines die *Sutura mendosa*, die sich allerdings gewöhnlich etwas langsamer schließt als die Frontalnaht. Grob (1938) fand sie im 3. und 4. Lebensjahr noch in 25%, im 5.—8. noch in 10% und im 11.—15. noch in 1% der Fälle offen. Sie stellt die ursprüngliche Trennlinie zwischen dem desmalen Anteil (Interparietale) und dem enchondralen Anteil (Supraoccipitale) der Hinterhauptsschuppe dar. Im Falle einer *Sutura mendosa persistens* (S.m.p.) bleibt das Interparietale als sog. Os incae triquetrum bestehen; wird gleichzeitig auch das Interparietale durch weitere vertikal verlaufende persistierende Nähte in zwei oder mehr Teile unterteilt, so findet sich ein Os incae bipartitum, tripartitum etc. (Abb. 2c).

Zahlreiche Autoren halten sowohl die S.f.p. wie auch die S.m.p. für klinisch unbedeutend (van Acken, 1933; Haas, 1930; Marciniaik u. Nizankowski, 1959; Muscettola, 1942; Schmidt, 1932; Torgersen, 1950). Eine Beziehung zur *Hypoplasie des Sinus frontalis* und einer besonderen Breite des Stirnbeines wurde verschiedentlich herausgestellt (Günther, 1930; Hiltemann, 1954; Marciniaik et al., 1959; Muscettola, 1942; Torgersen, 1950; Welcker, 1862).

Ergebnisse eigener Beobachtungen

Während seiner Tätigkeit im Gerichtsmedizinischen Institut Köln konnte der Autor, neben zahlreichen Einzelbeobachtungen, unter 214 zufällig ausgewählten Sektionsfällen in

einem bestimmten Zeitraum insgesamt 9mal eine S.f.p. beobachteten (=4,2%); eine S.m.p. fand sich nicht. Von diesen 214 Fällen waren 58 Todesfälle durch *Suicid*; auf diese entfielen allein 5 der Fälle mit S.f.p. (=8,6%), während die restlichen 4 Beobachtungen auf die verbleibenden 156, meist unnatürlichen Todesfälle bei sonst gesunden Individuen kamen (=2,5%).

In einer späteren Kontrollbeobachtung im Pathologischen Institut Heidelberg fand sich unter 122 Sektionen bei fast ausschließlich natürlichen Todesursachen 6mal eine S.f.p. und einmal eine S.m.p. (=5,7%). Die S.m.p. mit Os incae bipartitum entfiel auf einen der beiden in diesem Kollektiv vertretenen Suicidenten im Alter von 37 Jahren (Abb. 2c). Der 2. Suicidfall betraf einen 14jährigen Jungen, der zwar keine S.m.p., dafür aber eine Anzahl von *Nahtknochen*, ähnlich Abb. 1e, im Bereich der Lambdanaht mit *akzessorischen Nahtlinien* besaß; ferner bestanden starke *Impressiones digitatae* an der Glastafel. (Der Fall wurde in der späteren statistischen Prüfung *nicht* mit zu den Suicidfällen mit S.f.p. oder S.m.p. gezählt.) Das Durchschnittsalter der Suicidfälle beider Kollektive mit S.f.p. und S.m.p. betrug 41 Jahre, das der Fälle ohne S.f.p. (S.m.p.) im *Kölner* Kollektiv 46,5 Jahre. Die Vergleichsgruppe der „Nicht-Suicidenten“ mit S.f.p. war im Durchschnitt im *Kölner* Kollektiv 32 Jahre alt; im Heidelberger Kollektiv betrug das Durchschnittsalter der Vergleichsgruppe mit S.f.p. (S.m.p.) 62 Jahre, das der Vergleichsfälle ohne S.f.p. 58 Jahre, im *Kölner* Kollektiv 52 Jahre.

Eine Geschlechtsprävalenz hinsichtlich der Häufigkeit von S.f.p. und S.m.p. war nicht nachzuweisen. Die Verknöcherungsgrade der S.f.p. und S.m.p. (Vkg) nach Broca (s. bei Schmitt *et al.*, 1970) sind in der Tabelle 1 wiedergegeben; man sieht, daß mit zunehmendem Alter durchweg der Verknöcherungsgrad der persistierenden Nähte ansteigt, allerdings *nicht* kontinuierlich. Dabei führen auch hier (vgl. Schmitt *et al.*, 1970) die Nahtabschnitte an der Innentafel. Die Gesamtschau der Fälle mit S.f.p. und S.m.p. zeigt eine eindeutige Prävalenz *brachycephaler* Schädel (Längen-Breiten-Index 81—86, s. Martin u. Saller, 1957, I.), die 50% der Fälle ausmachen, während *mesocephale* (L-B-Index 76—81) und *dolichocephale* (L-B-Index 71—76) zu je 25% vertreten sind. Zwei der Kurzschädel mit S.f.p. waren sogar *hyperbrachycephal*, d.h., bereits der Turmschädelform angenähert. Der Fall 1216/73 mit einem Down-Syndrom war bemerkenswerterweise *mesocephal*, obgleich gerade dem Mongolismus häufiger eine Brachy- und Hyperbrachycephalie eigen ist (s. Diskussion). In einer weiteren Einzelbeobachtung eines Falles von Down-Syndrom lag eine *Hyperbrachycephalie* (L-B-Index 88) vor (Abb. 1f). In drei der Suicidfälle mit S.f.p. fanden sich vermehrte *Impressiones digitatae* an der Glastafel.

Außer den zitierten Fällen standen uns noch eine Anzahl weiterer Einzelbeobachtungen mit S.f.p., S.m.p. und akzessorischen Nahtabschnitten mit *Nahtknochenbildungen* im Bereich der Lambdanaht bei Mongoloiden, Suicidfällen und anderen zur Verfügung, die jedoch nicht in die spätere quantitative Analyse einbezogen wurden, da sie nicht aus einer geschlossenen Beobachtungsreihe mit Vergleichsfällen stammten, oder z.B. die Suicidsituation nicht zweifelsfrei war:

So z.B. ein 19jähriges Mädchen [im Verhalten auffällig und der Polizei bestens bekannt (S. 53/69 G. K.), mit Tod durch Kopfschuß, angeblich beim „russischen Roulette“ im angetrunkenen Zustand], mit zahlreichen *Nahtknochenbildungen* im Bereich der Lambdanaht und auffallend geringem Schädelvolumen. Da die Suicidabsicht nicht eindeutig war, lief der Fall außerhalb der Statistik. Das Schädeldach eines 50jährigen Mannes (S. 990/74 P. HD) der nach plötzlichem Kopfschmerz und Bewußtlosigkeit innerhalb von 48 Std verstarb, zeigte eine S.m.p. mit singulärem Os incae und starken *Impressiones* an der Glastafel. Todesursache war ein frischer Grenzoneninfarkt des Gehirns mit massivem Hirnödem und Einklemmungszeichen bei angiographisch nachgewiesem hochgradigem Angiospasmus der rechten A. cerebri media; kein nachweisbarer Gefäßverschluß! Keine kardiovaskulären Leiden; auslösende Ursache unbekannt. Eine 55jährige Frau (S. 1257/74) mit Hyperostosis frontalis interna (++) zeigte eine S.m.p. mit Os incae bipartitum; natürlicher Tod an metastasierendem hypernephroidem Carcinom. Abb. 1f zeigt das Schädeldach eines mongoloiden Kindes (S. 976/72 GK), das zusätzlich zur S.f.p. vermehrte *Impressiones digitatae* an der Glastafel bot. Auch in dem bereits zitierten Fall S. 1216/73 P. HD lagen stark vermehrte *Impressiones digitatae* vor, ferner eine *Plagiocephalie* bei weit offenen Schädelnähten (z.T. klaffend), weite Emissaria parietalia und zahlreiche *Nahtknochen* im Lambdabereich (s. Abb. 1c—e).

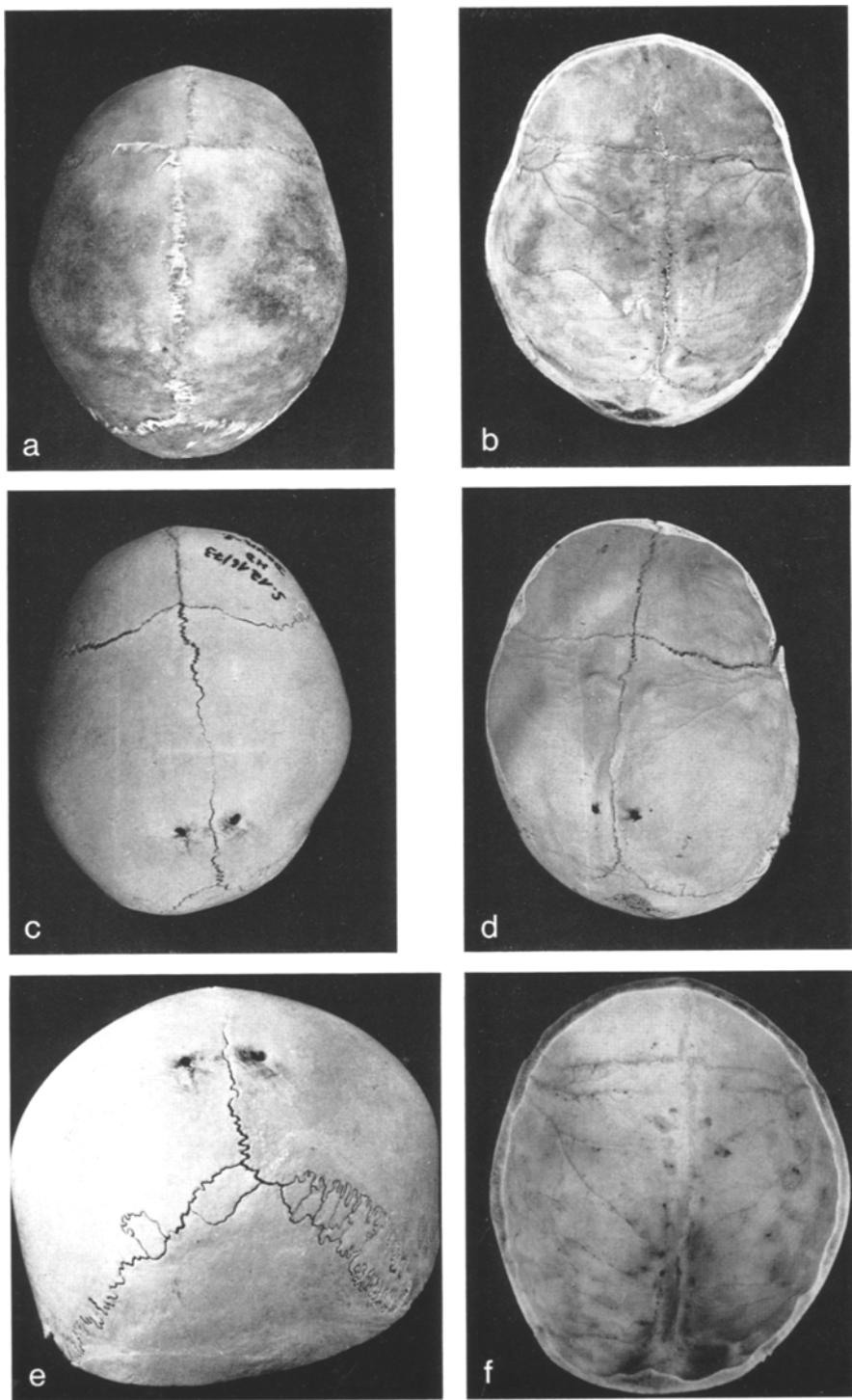


Abb. 1

Der höhere Prozentsatz persistierender Stirn- und Occipitalnähte bei Suicidenten (8,6%) gegenüber den Vergleichsfällen (im Kölner Kollektiv 2,5%) gab Anlaß zu einer statistischen Prüfung dieser Häufigkeitsdifferenz. Dazu wurden die Beobachtungen von Köln und Heidelberg zusammengelegt. Die Analyse wurde mit Hilfe des Vierfeldertests vorgenommen (Tabelle 2). Links oben sind in den Feldern jeweils die theoretischen Häufigkeiten, rechts unten die tatsächlich gefundenen Frequenzen eingetragen. Es zeigt sich, daß die tatsächlich gefundene Zahl an offenen Nähten bei den Suicidenten um wenig mehr als das Doppelte über der theoretisch zu erwartenden Häufigkeit liegt. Im χ^2 -Test ohne Kontinuitätskorrektur ergibt sich für χ^2 ein Wert von 4,42, was bedeutet, daß der Unterschied zwischen Vergleichspersonen und Suicidenten hinsichtlich der Frequenz offener Nähte mit einer Wahrscheinlichkeit von $P < 0,05$ signifikant ist (für $P = 0,05$ ist $\chi^2 = 3,12$ bei 1 Freiheitsgrad). Auch in der Kontinuitätskorrektur nach Yates (s. Simpson *et al.*, 1960) beträgt χ^2 noch 3,12; der Unterschied wäre auch danach noch gerade gesichert, läge allerdings nahe an der Grenze des vereinbarungsgemäß niedrigsten Signifikanzniveaus. Wir werden darauf in der Diskussion noch eingehen.

Diskussion

Die Überprüfung der Häufigkeit persistierender Nähte im Bereich des Os frontale und Os occipitale an zwei kleineren Kollektiven ergab eine Häufigkeit der *Sutura frontalis persistens* von 4—5% in beiden Kollektiven; eine *Sutura mendosa persistens* fand sich nur einmal auf 336 Fälle bei einem 37jährigen Mann. Die Einschränkung dieses Ergebnisses durch die noch kleine Zahl an Beobachtung wird teilweise dadurch ausgeglichen, daß es sich um zwei Stichproben zu unterschiedlichen Zeiten und an unterschiedlichen Orten (Köln 1968/69, Heidelberg 1973/74) handelt, die *überschlägig, ohne weitere Differenzierung*, ein nahezu gleiches Ergebnis brachten. Das Beobachtungsgut des Heidelberger Pathologischen Institutes war allerdings im Durchschnitt um 6 Jahre älter (52/58), was man zunächst berücksichtigen muß, da persistierende Stirnnähte im Alter noch verknöchern können und damit im höheren Alter seltener beobachtet werden könnten.

Die gefundenen Häufigkeiten stimmen recht gut mit denen des Jenaer Anthropologischen Institutes (4,2% auf 1714 Schädel) überein. Schollmeyer (1965) fand sie dagegen nur in 0,8%, während die Angaben anderer Autoren (s. Einleitung) höher liegen, bis zu 12,5%. Wir werden darauf noch eingehen müssen.

Zwei *Theorien* stechen unter den Mutmaßungen über die Ursachen für die Persistenz der Stirnnaht, die gleichermaßen auch für die *Sutura mendosa* gelten, in der Literatur hervor:

1. Verschiedene Autoren nahmen eine *Steigerung des intrakraniellen Druckes* mit vermehrter Nahtspannung bzw. verstärkten Nahtlinienbewegungen bei Druckschwankungen an (Haas, 1930; Loeschke u. Weinholdt, 1922; Serfling u. Parnitzke, 1956). Hierfür könnte nach van Acken (1933) eine zeitweilige Störung des Gleichgewichtes zwischen Schädel- und Hirnwachstum verantwortlich sein. Papillaut (1896) und LeDouble (1903) glaubten aus diesem Grunde, metopische

Abb. 1. (a, b) Kreuzschädel bei 8jährigem Jungen mit teilkorrigiertem Vitium cordis (Fallot IV) (S. 485/75 P HD); (c, d) Mesocephalie (L-B-Index 77), Plagiocephalie, partielle Nahtsprengung, weite Emissaria parietalia, unruhiges Innenrelief der Glastafel (S. 1216/73 P HD); (e) gleicher Fall wie c, d: zahlreiche Nahtknochen; (f) Kreuzschädel und vermehrte Impressiones digitatae an der Glastafel bei Down-Syndrom (weiblich, 26 Jahre, S. 976/72 G K) Hyperbrachycephalie (L-B-Index 88)

Tabelle 1. Daten der Fälle mit Sutura frontalis und Sutura mendosa persistens

S.-Nr.	Alter	Geschl.	L-B-Index ^a	VkG ^b		Besonderheiten	Diagnose
				außen	innen		
1061/73 P HD	70	männl.	89	1	3	keine	Colon-Ca
1133/73 P HD	89	weibl.	88	1	4	keine	Uterus-Ca
1164/73 P HD	63	weibl.	83	0	4	keine	Mamma-Ca
1172/73 P HD	74	männl.	74	1	3	keine	Bronchial-Ca
1216/73 P HD	8	männl.	77	0	0	Plagiocephalie, Id ^c +++, zahlr. Nahtknochen, weite Emiss. pariet.	Down-Syndrom
1255/73 P HD	68	männl.	83	0	4	keine	Ovarial-Ca
1271/73 P HD	37	männl.	78	0	0	<i>Sutura mendosa</i> m. Os incae bipartitum, Id ++	Suicid (Schuß)
(1213/73 P HD	14	männl.	77	0	0	Id +++, zahlreiche Nahtknochen der Sut. lambdoidea	Suicid (Schuß)
949/68 G K	27	männl.	73	0	0	Nahtknochen d. Sut. lambd.	Verkehrsunfall
23/69 G K	54	männl.	78	0	1	keine	natürl. Tod
212/69 G K	15	männl.	73	0	0	leichte Bathrocephalie, Id +++	Suicid (Schuß)
33/69 G K	41	weibl.	78	0	0	keine	natürl. Tod
86/69 G K	5	weibl.	85	0	0	Id ++	Vergiftung
88/69 G K	47	weibl.	82	2	3	Id ++/+++	Suicid (Tabletten)
227/69 G K	48	weibl.	73	0	1	keine	Suicid (Strang)
274/69 G K	72	weibl.	82	2-3	4	keine	Suicid (Gas)
70/69 G K	27	weibl.	81	3	3-4	keine	Suicid (Strang)

^a Längen-Breiten-Index (Erläut. s. Text).

^b Verknöcherungsgrad d. S.f.p. und S.m.p. (Erläut. s. Text).

^c Impressiones digitatae an der Glastafel.

Schädel besaßen eine größere Kapazität als normale, was Schultz (1929) nicht bestätigen konnte. Auch wir hatten aufgrund subjektiver Abschätzung anhand des Hirngewichtes nicht den Eindruck einer derartigen Gesetzmäßigkeit bei unseren Beobachtungen. Während Weinholdt (1922), die der Auffassung war, ein Offenbleiben der Stirnnaht könne durch eine Vergrößerung der senkrecht zur Naht angreifenden Kräfte entstehen, bei Hydrocephalen ein gehäuftes Auftreten der S.f.p. vermutete, konnte Torgersen (1950) unter 26 Fällen von Hydrocephalen im Röntgenbild angeblich keine signifikante Häufung des Metopismus finden. Auch Bolk (1917, 1920) leugnet eine solche.

Die Auffassung Sitsens (1938), der vermehrte *Nahtlinienbewegungen* durch das wachsende Gehirn und schwankenden *Schädelinnendruck* beim Kleinkind für den entscheidenden Faktor hält, steuert in die Richtung der vorrangigen Bedeutung mechanischer Faktoren für das Offenbleiben der Nähte. Änderungen der Nahtspannung mit Scherwirkung hielt auch Thoma (1911—1917) für entscheidend, wodurch er, wie Sitsen, indirekt die Auffassung Gegenbaurs (1899) und Raubers u. Kopschs (1947) unterstützte, die in der S.f.p. ein phylogenetisch progressives Merkmal sahen, das im Zusammenhang mit der Hirnentwicklung, insbesondere des Frontalhirns, stehen sollte.

Tabelle 2. Vierfeldertest zur Überprüfung der Signifikanz des Unterschiedes in der Häufigkeit einer S.f.p. und S.m.p. zwischen Suiciden und Vergleichsfällen

	vorhanden	nicht vorhanden	total
Vergleiche	13,14 10	262,86 266	276
Suicidenten	2,86 6	57,14 54	60
total	16	320	336

$$\chi^2 \text{ (unkorr.)} = 4,42, \chi^2 \text{ (korr.)} = 3,12, P \leq 0,05.$$

Das komplexe Zusammenspiel von Deviations-, Retardations- und Akzelerationsvorgängen in der Ontogenese des menschlichen Schädels, welche die phylogenetische Entwicklung widerspiegelt, wurde von Starck und Kummer (1962) herausgestellt; gerade die propulsiven Entwicklungsvorgänge spielen, im Gegensatz zur Fetalisationshypothese Bolks bei der menschlichen Schädelentwicklung eine entscheidende Rolle. In diesem Zusammenhang interessant ist der häufige Befund überzähliger Knochen bei persistierenden Suturen an Schädeln alter hochstehender Kulturvölker (Haas, 1933; Martin u. Saller, 1957), z.B. der Inkas, woher die Bezeichnung Inkabein röhrt. Da diese Kulturvölker in ihrem phylogenetischen Entwicklungsgang, insbesondere Bau des Gehirns, anderen Völkern und ihrer Zeit weit voraus- eilten, könnte unter Anwendung der zitierten Auffassungen die *progressive Cerebralisation* hier ein gehäuftes Auftreten derartiger Veränderungen begünstigt haben.

Für die mechanistische Theorie könnte weiterhin die Tatsache sprechen, daß bei artifiziellen Schädeldeformationen, wie sie aus kultischen Gründen an verschiedenen Stellen in Europa vorgenommen wurden und in Afrika heute noch vorgenommen werden, ebenfalls offene Frontalnähte gehäuft in Erscheinung treten. Bei den 17 Fällen von Bartucz (1966) handelte es sich um fronto-occipitale Deformationen, die zur Ultrabrachycephalie und Hypsicephalie führten; offene Stirnnähte fanden sich bei 8 (~50%) der Schädel mit einem Schätzalter zwischen 40 und 65 Jahren. Auch nicht deformierte Schädel mit den Zeichen einer *Trepanation* zeigten auffallend häufig eine S.f.p.

2. Der mechanistischen Theorie steht die Auffassung der frontalen und occipitalen Nahtanomalien als *Erbmerkmal* gegenüber: Torgersen (1950) stellte bei mehreren Mitgliedern einer Familie eine S.f.p. fest; bei einigen derselben lagen noch weitere Anomalien wie Fehlbildungen des Gesichtsschädels und der Zunge, Situs inversus, Spina bifida occulta u.a. vor. Auch fand er eine Korrelation zwischen Metopismus und verminderter Pneumatisation des Stirnbeins. Diese Beobachtungen ließen ihn *genetische Faktoren* als Ursache des Metopismus vermuten, wie es bereits Rössle (1940) in seiner Abhandlung über die „Pathologie der Familie“ tat. Schollmeyer (1965) vertritt die gleiche Auffassung; er konnte an eigenen Schädelaufnahmen und solchen seines Vaters eine offene Stirnnaht beobachten; so weist er auf die mögliche Bedeutung der S.f.p. als Erb- und Identifikationsmerkmal hin.

Beide Theorien müssen einander nicht zwangsläufig widersprechen, da die Faktoren, die nach der mechanistischen Theorie ursächlich sind, z.B. die Voraussetzungen für Wachstumsdiskrepanzen zwischen Schädel und Gehirn, durchaus gelegentlich erblich verankert sein können.

Schließlich erwähnte Torgersen (1950) eine Häufung des Metopismus bei congenitaler Hypothyreose und verweist damit auch auf die mögliche Bedeutung endokriner Faktoren.

Nimmt man an, daß die Verknöcherungsdefekte der Sutura frontalis und der Sutura mendosa sowie die Entstehung von Schaltknochen (abnorme Nahtbildung), neben Einflüssen der am Kopf ansetzenden Muskulatur, im wesentlichen Folge eines gesteigerten Schädelbinnendruckes (Weinnoldt, 1922) sind, so muß man postulieren, daß dieser Zustand bereits in frühester Kindheit eingetreten ist, noch bevor sich normalerweise diese Nähte schließen. Spätere Druckänderungen können sie dagegen nicht mehr beeinflussen.

Ein entscheidender Einfluß der Gehirnentwicklung auf das Schädelwachstum und damit die Nahtverhältnisse wird seit langem von zahlreichen Autoren geltend gemacht (Literatur s. bei Burkhardt *et al.*, 1970 und Schmitt *et al.*, 1970). So vertritt auch Böning (1924) auf Grund ihrer Schädelkapazitätstmessungen die Ansicht, daß in der Wachstumsperiode das Gehirn den Schädel quasi vor sich her schiebt, und daß die im Kindesalter physiologischerweise geringere Volumendifferenz zwischen Schädelinnenraum und Gehirn dadurch bedingt ist. Stellt man sich ein „Nachhinken“ des Schädelwachstums hinter der Gehirnentwicklung vor, was einmal durch eine verzögerte Knochenbildung, zum anderen aber auch durch eine gesteigerte Wachstumstendenz des Gehirns bedingt sein könnte, so genügen gerade in der Kindheit geringfügigste Änderungen dieser Proportion, auch durch Krankheitseinflüsse, um einen dauernd oder temporär gering erhöhten Wachstumsdruck zu verursachen, der die Verknöcherung verhindern würde. Dieser zusätzliche Wachstumsdruck könnte sich auch bevorzugt lokal in Form einer gesteigerten Entwicklung des Frontallirns und/oder des Occipitalhirns bzw. einem relativen Zurückbleiben der vorderen und hinteren Hirnschädelabschnitte hinter der Volumenentwicklung der benachbarten Hirnteile auswirken.

Schon Welcker (1862) konnte feststellen, daß die Störung des Nahtschlusses der Sutura frontalis begleitet ist von einem generell verspäteten Schluß auch der anderen Hirnschädelnähte (s. auch Torgersen, 1950), so daß die S.f.p. geradezu als Indikator für verspäteten Nahtschluß gelten kann.

Die mechanistische Interpretation der Verknöcherungsanomalien der Hirnschädelnähte steht in gutem Einklang mit den Erkenntnissen der funktionellen Anatomie der Stützgewebe (Pauwels, 1965; Kummer, 1959). Danach kann sich Knorpel nur unter (hydrostatischer) Druckspannung, Knochen dagegen nur unter völliger mechanischer Ruhe entwickeln; nur die kollagene Fibrille entsteht unter Zugspannung (bzw. Dehnung). Hieraus folgt, daß sich eine Nahtverknöcherung nur dann einstellen kann, wenn der Wachstumsdruck des Gehirns mit Abschluß des Hirnwachstums entfällt und in der Sutur mechanische Ruhe eintritt. Ein, wenn auch nur minimal gesteigerter Schädelinnendruck bedingt im Suturbereich eine Zugspannung, im Bereich der Deckknochen Druck und die von Erdheim (1919, 1938) aufgezeigten adaptativen Umbauvorgänge.

Für die einfache Nahtpersistenz ist nun keineswegs eine eklatante, klinisch relevante intrakranielle Druckerhöhung zu postulieren, sondern es genügen offenbar schon minimale Druckerhöhungen durch Wachstumsdiskrepanzen oder gehäufte temporäre intrakranielle Druckschwankungen aus anderer Ursache, um die Verknöcherung zu verhindern. Die Spannungsgrößen, welche die Wachstumsvorgänge im Bereich von Binde-, Knorpel- und Knochengewebe steuern, brauchen in bezug auf die Mesenchymzelle nur minimal zu sein (Kummer, 1959a). Erst wenn sich ein stärkeres Mißverhältnis zwischen Hirnwachstum und Schädel-

entwicklung einstellt oder pathologische Volumenänderungen des Gehirns mit dauerhafter oder längerer temporärer Druckerhöhung eintreten, können auch psychokonstitutionelle Konsequenzen wie Neurasthenie, Angst, Nervosität, psychische Labilität u.a., oder gar stärkere neurologische Symptome hinzukommen. Daß bei vielen der beschriebenen Fälle auch dauerhafte stärkere intrakranielle Druckerhöhungen vorgelegen haben, zeigt der häufige Befund vermehrter *Impressiones digitatae* an der Glastafel bei Nahtanomalien. Dies kann besonders für solche Fälle von Bedeutung sein, bei denen die auslösenden Todesumstände unklar bleiben (vgl. Schmitt, 1972).

Gegen die Hypothese von der mechanischen Verursachung des fehlenden Nahtschlusses durch intrakranielle Druckänderung scheint das Fehlen einer S.f.p. oder S.m.p. bei verschiedenen Fällen von *Hydrocephalus* zu sprechen. Wendet man allerdings die Grundlagen der funktionellen Morphogenese der Stützgewebe an, so läßt sich hierfür eine plausible Erklärung finden: Leichte Drucksteigerungen führen im Bereich der Hirnschädelnähte zu Zugspannungen; diese verhindern eine Knochenbildung und führen u.U. zur Bindegewebsbildung, oder zumindest zu einer bindegewebigen Persistenz des Nahtspaltes, ohne daß das periostale und parostale Bindegewebe auf der Schädelaußenfläche wesentlich tangiert wird. Entwickelt sich jedoch bei einem progredienten Hydrocephalus relativ kurzfristig ein starker intrakranieller Druck, so wird auch im Bereich des äußeren Schädelperiosts durch die Zugspannung eine Bindegewebsbildung induziert, die zu einer „Zuggurtung“ führt und dem intrakraniellen Druck und einer weiteren Nahtdehiszenz entgegen wirkt. Dadurch kann es schließlich zu einer Aufhebung der mechanischen Beanspruchung im Nahtspalt kommen, wodurch die Voraussetzung für eine Knochenbildung gegeben ist (Pauwels, 1965) (Abb. 2e).

Steigt der intrakranielle Druck nur langsam stetig an, ohne daß es zu einem ausreichenden Reiz zur „zuggurtenden“ epikraniellen Bindegewebsbildung kommt, so tritt eine Nahtverknöcherung infolge der fortbestehenden Zugspannungen nicht ein; der Nahtspalt kann statt dessen breiter werden unter Zunahme des Nahtbindegewebes (Nahtsprengung) (Abb. 2d), sofern nicht ein adaptatives Flächenwachstum im Bereich der platten Schädelknochen mit Schädelumfangvergrößerung die Zugbeanspruchung im Nahtspalt reduziert. Tritt die starke Druckerhöhung schon pränatal ein, so kommt es nicht nur zur Nahtsprengung, sondern zur massiven Knochenbildungsstörung in den Randzonen der Fontanellen bzw. der Deckknochenkerne mit Bildung eines Lückenschädels (Abb. 2f).

Da der Schädel keine glattwandige Kugel ist, sondern ein Ovoid mit zahlreichen Reliefstrukturen wie Leisten, Wülsten und Vorsprüngen, besonders an der Schädelbasis, und das Gehirn, von dem ein Druck ausgeht, zusätzlich noch durch inhomogene fibröse Hüllen umgeben ist, kann sich ein Druck *nicht* wie in einer Kugel nach allen Seiten gleichmäßig auswirken, sondern er wird durch die zitierten Strukturen modifiziert und gerichtet. In bezug auf die Duraduplikaturen spricht Weinoldt treffend von einem „intrakraniellen Bandapparat“ (1922, Teil I). Da aber die Ausprägung und Konstruktion der richtenden Strukturen sowie der gesamten Schädelform individuell sehr variabel sind, kann man unter gleichen Ausgangsbedingungen hinsichtlich einer intrakraniellen Drucksteigerung nicht in jedem Falle ein stereotyped Verteilungsmuster der Auswirkungen auf den Schädelknochen und die Nähte erwarten; ein solches wird viel eher so variabel sein, wie der Bau des Schädelns und der fibrösen Hirnhüllen selbst. Zusätzlich kann, je nach Art und Ursache eines Hydrocephalus, der Druck bereits *primär gerichtet* sein und bestimmte Nahtabschnitte unterschiedlich betreffen. Diese Ansicht der Möglichkeit eines gerichteten Druckes vertritt auch Thoma (1911—1917), während uns die Gegenargumentation von Weinoldt (1922) in diesem Punkte nicht stichhaltig erscheint. Torgersen (1950), der eine Häufung von S.f.p. bei Hydrocephalen leugnet, macht seine Angaben über 26 röntgenologisch untersuchte Fälle nur global, ohne Differenzierung der Hydrocephalusformen und ohne konkrete Angaben, wieviele eine S.f.p. hatten. Weinoldt (1922) verfügte ebenfalls nicht über ein geeignetes Material an Hydrocephalen, zur Belegung ihrer Auffassung von der Häufung offener Stirnnähte bei diesen. Allerdings versuchte sie bereits eine biomechanisch wesentlich genauere Analyse, ohne indessen die Gesichtspunkte der funktionellen Anatomie der Stützgewebe, die in ihren Grundzügen bereits von W. Roux (1895, 1920) entwickelt waren, genügend zu berücksichtigen.

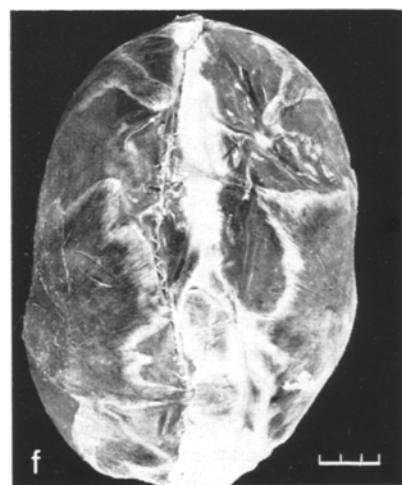
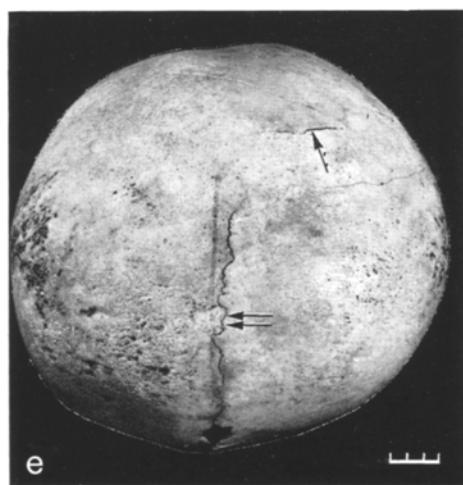
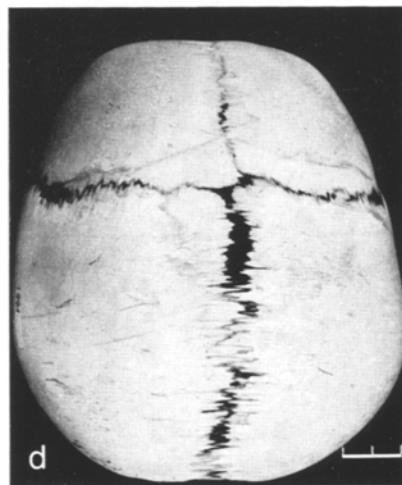


Abb. 2

Über den pathognomonischen und klinischen Wert einer offenen Stirnnaht finden sich in der Literatur stark widersprechende Ansichten: Materna und Gerhard (1936) fanden eine Häufung des Metopismus bei Patienten einer psychiatrischen Anstalt im Vergleich zu einem Kollektiv von Normalpersonen. Burnstein (1935) hingegen konnte in einer ähnlichen angelegten Untersuchung diese Feststellung nicht bestätigen. Eine Beziehung zu Anomalien des Gehirns schien ebenfalls nicht zu bestehen.

Hess (1945) glaubte sogar, von einem „metopischen Syndrom“ sprechen zu dürfen, nachdem er an 45 Geistesgestörten Anomalien wie Schädelasymmetrie und Fingerfehlbildungen im Zusammentreffen mit offenen Stirnnähten feststellen konnte. Der Autor hob ferner, ebenso wie Roche u. Sunderland (1960) und Seward, Roche *et al.* (1962), eine Häufung von S.f.p. bei Mongoloiden hervor, die wiederum von Torgersen bestritten wird. Reichardt (1965) erwähnt einen Metopismus 12mal in seinem Kollektiv von 366 Geisteskranken (=3,3%). Torgersen (1950) hält die S.f.p. ebenso wie Haas (1930) für eine reine Normvariante ohne pathognomonischen Wert. Tönnis (1958) fand eine S.f.p. in 4,6% der Fälle mit vermehrten *Impressiones digitatae* an der Glastafel.

In der vorliegenden Untersuchung fand sich eine gewisse Häufung der besprochenen Nahtanomalien bei Suicidenten, wobei die Differenz im unkorrigierten χ^2 -Test mit $P < 0,05$ signifikant ist. Läßt man die Suicidfälle des Kölner Kollektivs aus, so beträgt die Frequenz an S.f.p. und S.m.p. nur noch etwa die *Hälfte* des Heidelberger Kollektivs, *obwohl* in diesem das Durchschnittsalter noch um 7 Jahre höher liegt. Unter dem Gesichtswinkel der mechanistischen Interpretation des verzögerten Nathschlusses könnte man sich dies damit erklären, daß Faktoren, die zu einer Nahtschlußinsuffizienz führen, in einem pathologisch-anatomischen Sektionsgut häufiger manifest werden oder manifestiert sind, als in einem gerichtsmedizinischen, in dem, auch abgesehen von den Suicidfällen, unnatürliche Todesursachen *sonst gesunder* Menschen dominieren. So wird es z.B. nicht verwundern, wenn man bei einem 8jährigen Jungen mit kongenitalem Vitium cordis (Fallot IV, operativ teilkorrigiert) und der damit verbundenen chronischen Stauung vor dem rechten Herzen (=intrakranielle und intracerebrale Stauung) eine offene

Abb. 2. (a, b) Jugendlicher Selbstmörder (14 Jahre, Tod durch Schuß nach Ohrfeige vom Vater — S. 212/69 G K): leichte Bathrocephalie (→), Einschuß links parietal (►); *Impressiones digitatae* an der Glastafel bei sehr dünner Kalotte; beachte das durchgeschlagene haarfeine Gefäßnetz (unruhige Maserung); (c) 37jähriger Selbstmörder (Tod durch Schuß, angeblich aus Eifersucht): Sutura mendosa aperta mit Os incae bipartitum; rechts parietale Frakturlinien nach Aufschlag des Projektils; Kalottengewicht maceriert 370 g; *Impressiones digitatae* an der Glastafel (S. 1271/73 P HD); (d) hydrocephaler Kreuzschädel eines Kindes mit Nahtsprengung; Kopfumfang 54 cm; *Impressiones digitatae* an der Glastafel (Sammelstück G 10/22); (e) Hydrocephalus permagnus (KU 76 cm) eines Kindes (Sammelstück G 8/175), keine Ableitung; fortgeschrittene Synostose der Frontalnaht, der Coronarnaht und der Pfeilnaht in der Pars bregmatica; → Reste der Sutura coronaria, → Sutura sagittalis; Plagiocephalie; (offene Lambdanaht mit zahlreichen Nahtknochen) (f) Hydrocephalus permagnus (KU 78 cm), ohne Ableitung, bei thoraco-lumbaler Meningomyelozele (S. 497/74 P HD): hochgradige Knochenbildungsstörung mit häufiger Persistenz ausgedehnter Abschnitte (Kind wurde 1 Jahr alt)

Stirnnaht und vermehrte *Impressiones digitatae* als Ausdruck der intrakraniellen Raumbeengung findet (Abb. 1 a, b).

Einige der einleitend zitierten Statistiken mit gleich hohen oder höheren Frequenzen an S.f.p. stammen ebenfalls aus pathologischen Instituten, in denen dem Heidelberger Kollektiv vergleichbare Bedingungen herrschten. Im gerichts-medizinischen Sektionsgut von Schollmeyer (1965) dagegen fanden sich nur 8 Fälle von S.f.p. auf 1000 Sektionen. Leider gibt Schollmeyer (1965) nicht an, wie diese verteilt waren. Auch in Statistiken aus radiologischen Instituten muß man eine höhere Zahl von Fällen mit pathologischen Veränderungen oder Zuständen im Schädelinneren oder am Schädel in Rechnung stellen, da eine Schädel-röntgenaufnahme nie ohne konkrete Veranlassung durchgeführt wird. Die unterschiedlichen Frequenzen an Nahtschlußanomalien, die einleitend zitiert wurden, sollten demzufolge Anlaß geben, die *Vergleichbarkeit* der einzelnen Statistiken zu überdenken.

Ob Altersunterschiede zwischen den verglichenen Fällen in unseren Kollektiven in der Lage sind, die gefundenen Differenzen zwischen Suicidfällen und anderen zu erklären, scheint uns nicht sicher. Zwar waren die Suicidfälle mit S.f.p. und S.m.p. im Durchschnitt 11 Jahre jünger (41/52 Jahre) als die Vergleichsfälle des Kölner Kollektivs und 17 Jahre jünger als die des Heidelberger Kollektivs. Dennoch sind andererseits auch bei älteren Individuen persistierende Frontalsuturen, die sich bereits in einem fortgeschrittenen sekundären Verknöcherungszustand befinden, bei aufmerksamer Inspektion meist noch gut nachweisbar. Nach Torgersen (1950) soll zudem lediglich zwischen 20 und 30 Jahren bei Männern und 30 und 50 Jahren bei Frauen die S.f.p. etwas häufiger vorkommen, als bei älteren; der Altersdurchschnitt der Suicidfälle mit S.f.p. und S.m.p. lag indes jenseits dieses Häufigkeitsgipfels, zumindest der Männer.

Ein offensichtlicher Nachteil der vorgelegten Statistik ist unbestreitbar die noch sehr kleine Stichprobenzahl, besonders an Suicidfällen, obwohl auch bei der Berechnung von χ^2 mit einer Kontinuitätskorrektur für kleine Stichproben die Null-Hypothese noch gerade abgelehnt wird.

Schließlich soll mit den vorgelegten Befunden zunächst nur eine Anregung bezüglich weiterer Beobachtungen an Suicidfällen an geeigneten Orten gegeben werden, da sich hier eine Parallele zu den Befunden von Materna und Gerhard (1936) u. Hess (1945) zumindest andeutet. Denn hätte die mechanistische Theorie der Entstehung der Verknöcherungsdefekte im Bereich der Nähte recht, so ließe sich von den wirksamen Mechanismen leicht eine gedankliche Brücke schlagen zu den psychischen Veränderungen (s.o.), die auch den Boden für eine erhöhte Suicidbereitschaft bilden können. Die mögliche Bedeutung derartiger, vielleicht nur Minimalfaktoren für die Psychokonstitution sollte unseres Erachtens nicht außer Acht gelassen werden (s. auch Bartel, (1922) und Krjukow, 1926), besonders wenn es sich um schwer interpretierbare jugendliche Suicidfälle (s. Abb. 2a, b) handelt.

Literatur

- Acken, F. van: Die Sutura frontalis im Röntgenbild. Fortschr. Röntgenstr. 48, 209—222 (1933)
 Bartel, J.: Über Obduktionsbefunde bei Selbstmörtern. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 1, 389—400 (1922)

- Bartucz, L.: Palaeopathologia. III. A prähistorikus trepanációes orvostörténetivonatkozású sirleletek. (Die prähistorische Trepanation und Grabfunde mit medizingeschichtlichem Bezug.) Budapest: Medicina 1966
- Böning, H.: Zur Kenntnis des Spielraums zwischen Gehirn und Schädel. Z. Neurol. Psychiat. **94**, 72—84 (1924)
- Bolk, L.: On metopism. Amer. J. Anat. **22**, 27—28 (1917)
- Bolk, L.: Über Metopismus. Z. Morph. Anthropol. **21**, 209—226 (1920)
- Burkhardt, L., Fischer, H.: Pathologische Anatomie des Schädels. In: O. Lubarsch, F. Henke, R. Rössle, E. Uehlinger, Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie und Histologie, Bd. IX/7, Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1970
- Burnstein, F.: Metopismus nach Beobachtungen am Sektionstisch. Thèses méd. (Genéve), 1519 (1935)
- Comas, J.: Contribution à l'étude du métopisme. Thèses méd. (Genéve) 1038 (1942)
- Double, A. F. Le: Traité des variations des os du crâne de l'homme. Paris: Masson 1903
- Erdheim, J.: Über die Folgen gesteigerten Hirndruckes. Jb. Psychiat. Neurol. **39**, 322—401 (1919)
- Erdheim, J.: Der Gehirnschädel in seiner Beziehung zum Gehirn unter normalen und pathologischen Umständen. Virch. Arch. path. Anat. **301**, 762—818 (1938)
- Essen-Möller, E.: Statistische Untersuchungen über die persistierende Stirnnaht. Metopismus. Anthropol. Anz. **5**, 321—326 (1928)
- Fischer, E.: Zur Kenntnis der Fontanella metopica und ihrer Bedeutung. Z. Morph. Anthropol. **4**, 17—22 (1902)
- Gegenbaur, C.: Lehrbuch der Anatomie des Menschen, Bd. 1, VII. Aufl., S. 219. Leipzig: Engelmann 1899
- Grob, M.: Über die röntgenologischen Nahtverhältnisse der hinteren Schädelgrube beim Kinde mit spezieller Berücksichtigung der Sutura mendosa. Fortschr. Röntgenstr. **57**, 265—275 (1938)
- Günther, H.: Über funktionelle Varianten der Schädelform und ihre klinische Bedeutung, unter besonderer Berücksichtigung des Turmschädels. Virch. Arch. path. Anat. **278**, 309—340 (1930)
- Haas, L.: Über einige Probleme der Schädelnahtverknöcherung. Nervenarzt **3**, 284—291 (1930)
- Haas, L.: Über die Sutura frontalis persistens. Eine röntgenanatomische Studie. Fortschr. Röntgenstr. **48**, 708—716 (1933)
- Hess, L.: The metopic suture and the metopic syndrome. Hum. Biol. **17**, 107—136 (1945)
- Hiltemann, H.: Fonticulus metopicus und Sutura frontalis persistens mit Hypoplasie der Sinus frontales. Fortschr. Röntgenstr. **81**, 407—409 (1954)
- Krjukow, A. J.: Zur Deformation des Schädels bei Selbstmördern. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **7**, 38—42 (1926)
- Krogman, W. M.: The human skeleton in forensic medicine. Springfield, Ill.: Charles Thomas Publ. 1962
- Kummer, B.: Biomechanik des Säugetierskelets. In: Handbuch der Zoologie VIII/6 (2), S. 1—80. Berlin: Walter de Gruyter & Co. 1959a
- Kummer, B.: Bauprinzipien des Säugerskelets, S. 162—170. Stuttgart: G. Thieme 1959b
- Loeschke, H., Weinoldt, H.: Über den Einfluß von Druck und Entspannung auf das Knochenwachstum des Hirnschädels. Beitr. path. Anat. **70**, 406—439 (1922)
- Marciniak, R., Nizankowski, C.: Metopism and its correlation with the development of the frontal sinuses. Acta radiol. (Stockh.) **51**, 343—352 (1959)
- Marcozzi, V.: Metopismo e caratteri infantili. Ric. Morph. **22**, 1—16 (1947)
- Martin, A., Saller, K.: Lehrbuch der Anthropologie, Bd. I u. II, 3. Aufl. Stuttgart: Gustav Fischer 1957
- Materna, G. F., Gerhard, F.: Der Metopismus und sein Vorkommen in Nordmähren-Schlesien. Virch. Arch. path. Anat. **296**, 599—602 (1936)
- Mijsberg, W. A.: Die Funktion der Nähte am wachsenden Schädel, mit besonderer Berücksichtigung des Stirnnahtproblems. Z. Morph. Anthropol. **30**, 535—551 (1932)
- Muscettola, G.: Sutura metopica ipoplasia ed alterazioni morfologiche del seno frontale. Quadro anatomo-radiologico. Quadr. radiol., N.s., **7**, 82—110 (1942)

- Papillault, G.: La suture métopique et ses rapports avec la morphologie crânienne. *Mém. Soc. d'Anthropol.*, Paris, Sér. 3, T. 2 (1896)
- Pauwels, F.: Der Schenkelhalsbruch. Ein mechanisches Problem. (und) Grundriß einer Biomechanik der Frakturheilung. (und) Eine neue Theorie über den Einfluß mechanischer Reize auf die Differenzierung der Stützgewebe. In: *Gesammelte Abhandlungen zur funktionellen Anatomie des Bewegungsapparates*, S. 1—138, 139—182, 481—518. Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1965
- Rauber, A., Kopsch, Fr.: *Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen*, Bd. 1. Leipzig: Georg Thieme 1947
- Reichardt, M.: Schädelinnenraum, Hirn und Körper. Ein Beitrag zur Hirnpathologie. Stuttgart: Gustav Fischer 1965
- Roche, A. F., Sunderland, S.: Post mortem observations on mongoloid crania. *J. Neuropath. exp. Neurol.* **19**, 554—558 (1960)
- Rochlin, D., Rubaschewa, A.: Zum Problem des Metopismus. *Z. Konst.-Vererb.-Lehre* **18**, 339—348 (1934)
- Rössle, R.: Die pathologische Anatomie der Familie. Berlin: Springer 1940
- Roux, W.: *Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik*, Bd. I u. II. Leipzig: W. Engelmann 1895
- Roux, W.: Bemerkungen zur Analyse des Reizgeschehens und der funktionellen Anpassung sowie zum Anteil dieser Anpassung an der Entwicklung des Reiches der Lebewesen. *Arch. Entw.-Mechan.* **46**, 485—536 (1920)
- Schmidt, F.: Über einige Varianten im Röntgenbild des Schädels. *Inaug.-Diss.* Bonn (1932)
- Schmitt, H. P.: Die Bedeutung der chronischen intracranialen Raumbeengung für die Ätiologie „ungeklärter“ plötzlicher Todesfälle. *Beitr. gerichtl. Med.* **29**, 294—302 (1972)
- Schmitt, H. P., Tamáska, L.: Beiträge zur forensischen Osteologie. IV. Untersuchung über die Verknöcherung der Schädelnähte unter besonderer Berücksichtigung der Frage der Altersbestimmung. *J. Legal Med.* **67**, 230—248 (1970)
- Schollmeyer, W.: Die Sutura frontalis (metopica) als Erb- und Identifizierungsmerkmal. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **56**, 245—249 (1965)
- Schultz, A. H.: The metopic fontanelle, fissure and suture. *Amer. J. Anat.* **44**, 475—499 (1929)
- Schwalbe, G.: Über die Fontanella metopica (medio-frontalis) und ihre Bildung. *Z. Morph. Anthropol.* **3**, 93—129 (1901)
- Serfling, H. J., Parnitzke, H.: Die Kraniostenosen, mit Bemerkungen über klinische Erfahrungen. *Zbl. Chir.* **81**, 1849—1864 (1956)
- Seward, F. S., Roche, A. F., Sunderland, S.: The lateral cranial silhouette in mongolism. *Amer. J. Roentgenol.* **85**, 653—658 (1961)
- Simpson, G. G., Roe, A., Lewontin, R. C.: Quantitative zoology, p. 190f. New York: Harcourt, Brace a. World, Inc. 1960
- Sitsen, A. E.: Entwicklung der Nähte des Schädeldaches. *Z. Anat. Entwickl.-Gesch.* **101**, 121—152 (1933)
- Sitsen, A. E.: Über die Ursachen der Verknöcherung der Schädelnähte. *Frankf. Z. Path.* **48**, 499—524 (1935)
- Sitsen, A. E.: Zur Pathologie der Schädelnähte (über die sogenannte Nahtsprengung). *Virch. Arch. path. Anat.* **301**, 287—304 (1938)
- Spalteholz, W.: Handatlas der Anatomie des Menschen. Leipzig: S. Hirzel 1938
- Starck, D., Kummer, B.: Zur Ontogenese des Schimpansenschädels (mit Bemerkungen zur Fetalisationshypothese). *Anthrop. Anz.* **25**, 204—215 (1962)
- Thoma, R.: Untersuchungen über das Schädelwachstum und seine Störungen. 1.—4. *Virch. Arch. path. Anat.* **206**, 201—271 (1911); **212**, 1—67 (1913); **219**, 80—191 (1915); **223**, 73—165 (1917)
- Tönnis, W.: Das Verhalten der Schädelnähte bei kraniellen und intracranialen Prozessen. *Langenbecks Arch. klin. Chir.* **298**, 418—434 (1958)
- Torgersen, J.: Roentgenological study of metopic suture. *Acta radiol. (Stockh.)* **33**, 1—11 (1950)

Weinoldt, H.: Untersuchungen über das Wachstum des Schädels unter pathologischen und physiologischen Verhältnissen. Teil I u. II. Beitr. path. Anat. **70**, 311—341 u. 345—391 (1922a, b)

Welcker, A.: Untersuchungen über Wachstum und Bau des menschlichen Schädels. Leipzig: Engelmann 1862

Dr. H. P. Schmitt
Institut für Neuropathologie
der Universität Heidelberg
D-6900 Heidelberg 1
Im Neuenheimer Feld 220