

Der MKG-Chirurg

Organ der Deutschen Gesellschaft für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie

**Elektronischer Sonderdruck für
C. Freudsperger**

Ein Service von Springer Medizin

MKG-Chirurg 2013 · 6:301–313 · DOI 10.1007/s12285-013-0364-9

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

C. Freudsperger · G. Castrillón-Oberndorfer · J. Hoffmann · M. Engel

Isolierte, nichtsyndromale Kraniosynostosen

Aktuelle Diagnostik- und Therapiekonzepte

Diese PDF-Datei darf ausschließlich für nichtkommerzielle Zwecke verwendet werden und ist nicht für die Einstellung in Repositorien vorgesehen – hierzu zählen auch soziale und wissenschaftliche Netzwerke und Austauschplattformen.

Redaktion

K. Dawirs, Essen
U. Eckelt, Dresden



Punkte sammeln auf...

springerzahnmedizin.de

Teilnahmemöglichkeiten

- kostenfrei im Rahmen des jeweiligen
Zeitschriftenabonnements

Zertifizierung

Diese Fortbildungseinheit ist mit 3 CME-Punkten zertifiziert von der Landesärztekammer Hessen und der Nordrheinischen Akademie für Ärztliche Fort- und Weiterbildung und damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig.

Nach den Leitsätzen zur zahnärztlichen Fortbildung werden ärztliche Fortbildungspunkte auch von den Zahnärztekammern anerkannt (entsprechend Position F der Punktebewertung von Fortbildungen der BZÄK/DGZMK).

Hinweis für Leser aus Österreich

Gemäß dem Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) der Österreichischen Ärztekammer werden die auf CME.springer.de erworbenen CME-Punkte hierfür 1:1 als fachspezifische Fortbildung anerkannt.

Kontakt und weitere Informationen

Springer-Verlag GmbH
CME-Helpdesk
E-Mail: cme@springer.com
springerzahnmedizin.de

CME Zertifizierte Fortbildung

C. Freudlspurger · G. Castrillón-Oberndorfer · J. Hoffmann · M. Engel

Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsklinikum Heidelberg

Isolierte, nichtsyndromale Kraniosynostosen

Aktuelle Diagnostik- und Therapiekonzepte

Zusammenfassung

Die Kraniosynostose ist ein vorzeitiger Verschluss einer oder mehrerer Schädelnähte aufgrund einer Störung innerhalb der osteogenen Prozesse, die während der Ossifikation des Schädels ablaufen. Diese bedingen ein für die jeweils betroffene Schädelnaht typisches klinisches Erscheinungsbild. Die Standarddiagnostik umfasst die klinische Untersuchung mit zephalometrischen Messungen (analog, 3-D-photometrisch) und eine Sonographie der Schädelnähte. Der Einsatz von ionisierender Strahlung innerhalb der Routinediagnostik sollte ebenso wie die MRT-Untersuchung in Sedierung vermieden und nur in Ausnahmefällen in Betracht gezogen werden. Für die operative Korrektur des Neuro- und Viszerokraniums stehen an das Alter der Patienten angepasste, standardisierte Verfahren mit guten, vorhersagbaren Ergebnissen zur Verfügung.

Schlüsselwörter

Kraniostenose · Skaphozephalie · Schädelnähte · Sonographie · Minimal-invasive Chirurgie

Unter einer Kraniosynostose versteht man den vorzeitigen Verschluss einer oder mehrerer Schädelnähte

Lernziele

Nach Lektüre dieses Beitrags sind Sie in der Lage,

- die klinischen Kennzeichen der häufigsten isolierten Kraniosynostosen zu erkennen.
- einzuschätzen, welche Untersuchungen notwendig sind, um eine sichere Diagnose zu stellen.
- die aus der Diagnose entstehenden Probleme und Behandlungsoptionen dem Patienten darzulegen.
- aktuelle Konzepte der chirurgischen Therapie zu benennen.

Einleitung

Die Therapie von Kraniosynostosen stellt einen der Behandlungsschwerpunkte des Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen dar. Die pathognomonischen Schädeldeformitäten der isolierten, nichtsyndromalen Kraniosynostosen erlauben i.d.R. eine sichere Diagnose auch ohne den Einsatz bildgebender Maßnahmen. Neben den offenen Techniken zur Schädelausformung wurden neue, minimal-invasive und endoskopisch gestützte Techniken entwickelt, die vergleichbare Ergebnisse liefern und mit geringerer Morbidität verbunden sind, jedoch bezüglich des Patientenalters und der Ausprägung der Kraniosynostose Limitationen aufzeigen. Unter einer Kraniosynostose versteht man den vorzeitigen Verschluss einer oder mehrerer Schädelnähte. Bereits Virchow erkannte, dass dies zu einer Wachstumshemmung des Schädels senkrecht zur betroffenen Naht, und gleichzeitig zu einer **kompensatorischen Wachstumsausdehnung** in Richtung der betroffenen Naht führt [50]. Für alle Formen der Kraniosynostosen wird heute eine Gesamtinzidenz von 1:2000 bis 1:2500 angenommen [25, 29], wobei die überwiegende Mehrzahl isolierte, nichtsyndromale Formen darstellen, bei denen nur eine der sechs Schädelnähte betroffen ist.

Die am häufigsten betroffene Naht ist die Pfeil- oder Sagittalnaht (40–55%), gefolgt von der Kranz- oder Koronarnaht (20–25%), der **metopischen Naht** (5–15%) und der Lambdanaht (0–5%). Interessanterweise zeigte sich in den letzten 2 Jahrzehnten eine signifikante Zunahme der Synostosen der metopischen Naht, deren Ursache bisher nicht geklärt werden konnte [48].

Die Therapie der Kraniosynostosen erfordert eine sehr gute interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgen und Neurochirurgen, Pädiatern, Genetikern, Hals-, Nasen-, Ohrenärzten und Kieferorthopäden. Im vorliegenden Beitrag wird eine Übersicht über aktuelle

Isolated, non-syndromal craniosynostosis · Current concepts of diagnostics and therapy

Abstract

Isolated single-suture craniosynostosis, which derives from a premature fusion of one of the cranial sutures, is the most common form of craniosynostosis with a prevalence of approximately 1 in 2,500 live births. As the characteristic clinical manifestations of single-suture craniosynostosis are usually sufficient for an accurate diagnosis and with respect to the biological effects of ionizing radiation and risks of sedation especially in infants, preoperative imaging should be reduced to a minimum and should be reserved for complex craniofacial anomalies. Each deformity requires a specific surgical procedure tailored to the individual case. Although the appropriate timing or method of surgical treatment is still controversially discussed, it is widely accepted that surgery before the age of 1 year results in minimal impairment of brain development and optimal bone regeneration. The objective of this treatment is to induce normal brain development, to prevent increased intracranial pressure and to achieve an acceptable cranial morphology.

Keywords

Craniosynostosis · Scaphocephaly · Cranial sutures · Sonography, medical · Surgical procedures, minimally invasive

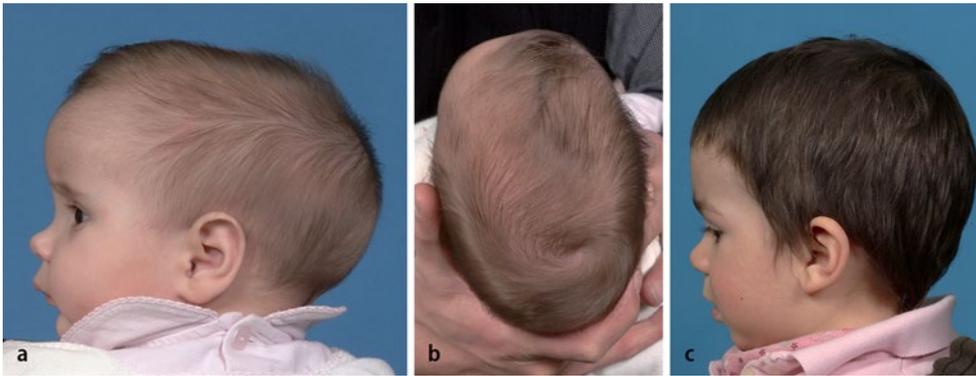


Abb. 1 ▲ Klinisches Erscheinungsbild einer Sagittalnahtsynostose. **a** Präoperativ im Profil und **b** in der Aufsicht, **c** 2,9 Jahre postoperativ im Profil

Konzepte zur Diagnostik und Therapie der isolierten, nichtsyndromalen Kraniosynostosen gegeben, wobei der Schwerpunkt auf den Entwicklungen der chirurgischen Therapie liegt.

Pathogenese

Die genaue Pathogenese dieser komplexen Fehlbildungen ist bis heute nicht vollständig geklärt. Es besteht allgemein die Auffassung, dass das Schädelwachstum ein multifaktoriell beeinflusstes Geschehen ist, das sowohl einer endogenen Steuerung unterliegt als auch von äußeren Faktoren beeinflusst wird.

Während für mehrere syndromale Kraniosynostosen, darunter die Morbi Crouzon, Apert und Pfeiffer, eindeutige genetische Defekte identifiziert werden konnten, ist eine genetische Ursache für isolierte, nichtsyndromale Kraniosynostosen bisher nicht bekannt. Eine Hyperthyreose, die Vitamin-D-resistente Hypophosphatämie, die Mukopolysaccharidose und die Mukolipidose kommen jedoch als mögliche **metabolische Ursachen** in Betracht [2].

Während die Schädelbasis durch enchondrale Ossifikation entsteht, entwickelt sich der Hirnschädel durch desmale Ossifikation. Dabei stellen die Schädelnähte aktive Zentren des Knochenwachstums dar, um sich während der ersten drei Lebensjahre an das schnell wachsende Hirnvolumen anzupassen. Physiologischerweise verknöchert als erstes die metopische Naht mit etwa 9 Monaten und zuletzt die Sagittalnaht mit etwa 16 Jahren [34].

Familiäre Häufungen werden beobachtet: Bei ungefähr 8% der Koronarnahtsynostosen, 2% der Sagittalnahtsynostosen und ca. 6% der Synostosen der metopischen Naht scheint eine genetische Komponente eine Rolle zu spielen [19]. Für eine prämatüre Schädelnahtsynostose ist eine Störung der osteogenen Prozesse hauptverantwortlich, die während der Ossifikation des Schädels ablaufen. Dies betrifft vor allem **undifferenzierte Stammzellen**, die sich im mittleren Bereich der Schädelnähte befinden und sich während des physiologischen Entwicklungsprozesses nicht in Osteoblasten differenzieren und somit nicht zum Knochenwachstum beitragen [20]. Eine Hyperaktivität dieser undifferenzierten Zellen führt zu einer zu frühen Ossifikation der betroffenen Naht. Unterschiedliche Gene sind in die Morphogenese der Schädelnähte involviert, von denen das **WIF1-Gen** aus dem Wnt-Signalweg in prämaturen Synostosen hochreguliert zu sein scheint [7].

Klinik der einzelnen Kraniosynostosen

Skaphozephalus

Der Skaphozephalus gilt als die häufigste isolierte Kraniosynostose mit einer Prävalenz von etwa 1:2000–1:5000. Eine familiäre Häufung wird bei ca. 2% der Patienten beschrieben [19]. Er entsteht durch die prämatüre Synostose der Sagittalnaht. Hieraus resultiert eine verminderte Ausdehnung der bitemporalen Dimension und eine kompensatorischen Verlängerung des Schädels in anterior-posteriorer Richtung (■ **Abb. 1**). Kennzeichnend ist die Betonung der Stirn- bzw. Okzipitalregion, das „frontal bossing“ und/oder „occipital bossing“. Oft ist ein Knochenwulst im Bereich der Sagittalnaht zu erkennen oder zu tasten. Die Schwere der Fehlbildung variiert stark; die Sagittalnahtstenose kann

Das Schädelwachstum wird sowohl endogen gesteuert als auch von äußeren Faktoren beeinflusst

Für eine prämatüre Schädelnahtsynostose ist eine Ossifikationsstörung hauptverantwortlich

Der Skaphozephalus gilt als die häufigste isolierte Kraniosynostose mit einer Prävalenz von etwa 1:2000–1:5000



Abb. 2 ▲ Präoperative Aufnahme eines 6 Monate alten Jungen mit den typischen Kennzeichen des Trigonozephalus. **a** Frontal, **b** Profil, **c** in der Aufsicht

Der routinemäßige Einsatz einer Computertomographie wird aufgrund der hohen Strahlenbelastung kritisch gesehen

Die klinische Untersuchung der Kinder ergänzt durch eine Schädelsonographie wird zunehmend favorisiert

Die MRT stellt aufgrund der dafür notwendigen Sedierung der Kinder keine Routineuntersuchung dar

Eine Funduskopie zum Ausschluss einer Stauungspapille komplettiert die präoperative Diagnostik

Insbesondere wird der routinemäßige Einsatz einer Computertomographie (CT) aufgrund der hohen Strahlenbelastung zunehmend kritisch gesehen [10, 13, 38]. Engel et al. untersuchten bei 63 Patienten mit Trigonocephalus die Wertigkeit einer präoperativen Bildgebung im Vergleich zur alleinigen klinischen Diagnostik [10]. Bei allen Patienten ohne präoperative Bildgebung ließ sich die Diagnose intraoperativ anhand der verschlossenen metopischen Naht bestätigen. Interessanterweise konnten bei keinem der Patienten mit präoperativer Bildgebung pathologische intrakranielle Anomalien entdeckt werden, die einer weiteren Therapie bedurft oder Einfluss auf das operative Vorgehen gehabt hätten, sodass der Nutzen einer präoperativen Bildgebung zumindest beim Trigonocephalus infrage gestellt werden muss. Über ähnliche Ergebnisse wird bei Patienten mit Sagittalnahtsynostose berichtet [1, 11]. Fearon et al. [13] konnten bei 66 von 67 Patienten mit isolierter Kraniosynostose eine sichere Diagnose vor der CT-Diagnostik stellen. Bei nur einem Patienten gelang es anhand der CT, einen als einseitige Lambdanahtsynostose fehldiagnostizierten lagerungsbedingten Plagiozephalus nachzuweisen.

Nationale und internationale Arbeitsgruppen favorisieren in der Diagnostik isolierter Kraniosynostosen zunehmend die klinische Untersuchung der Kinder ergänzt durch eine Schädelsonographie und verzichten auf die routinemäßige Durchführung der CT [1, 5, 38].

Um ionisierende Strahlen zu vermeiden, bietet die Magnetresonanztomographie (MRT) neben der Diagnose einer Kraniosynostose gleichzeitig die Möglichkeit, **intrakranielle Fehlbildungen** wie Balkenagenesien und -dysplasien oder sekundäre Parenchymläsionen zu diagnostizieren oder über die Darstellung des Ventrikelsystems Aufschluss über eine Liquorzirkulationsstörung zu geben. Engel et al. [11] konnten für die isolierte Sagittalnahtsynostose im präoperativen MRT zwar intrakranielle anatomische Auffälligkeiten nachweisen, wobei dies jedoch bei keinem Patienten therapeutische Konsequenzen oder eine Änderung des geplanten chirurgischen Vorgehen bedingte. Somit stellt die MRT aufgrund der für die Untersuchung notwendigen Sedierung der Kinder und der damit verbundenen Risiken keine Routineuntersuchung bei isolierten, nichtsyndromalen Kraniosynostosen dar, solange klinisch kein Anhalt auf intrakranielle Anomalien bestehen.

Der Einsatz der Sonographie ist bei Kindern unter 12 Monaten eine verlässliche diagnostische Maßnahme zum Nachweis einer verschlossenen Naht. In der Studie von Regelsberger et al. [37] konnte mittels Ultraschall bei Patienten mit Kraniosynostose eine sichere Diagnose gestellt werden. Auch unsere klinische Routine bestätigt, dass eine sichere Diagnosestellung bei isolierten Kraniosynostosen innerhalb des ersten Lebensjahres in nahezu allen Fällen anhand der klinischen Untersuchung und Schädelsonographie zu stellen ist und eine weitere röntgenologische Untersuchung auf wenige Ausnahmen limitiert bleibt. Trotz des geringen Risikos eines erhöhten Hirndrucks bei isolierten Kraniosynostosen komplettiert eine Funduskopie zum Ausschluss einer Stauungspapille als indirektes Zeichen eines erhöhten Hirndrucks die präoperative Diagnostik. Als Alternative zur klassischen Funduskopie wird in jüngster Zeit über den effektiven Einsatz der Ultraschalluntersuchung zur Beurteilung des Sehnerven berichtet [9].



Abb. 3 ▲ Klinisches Erscheinungsbild **a** einer linksseitigen Koronarnahtsynostose (*vorderer Plagiozephalus*) und **b** einer rechtsseitigen Lambdanahtsynostose (*hinterer Plagiozephalus*)

isoliert oder mit weiteren Synostosen auftreten. Sehr ausgeprägte Fehlbildungen sind schon bei der Geburt sichtbar; die Mehrzahl ist jedoch klinisch weniger deutlich ausgeprägt und entsteht aufgrund einer möglicherweise späteren Fusion der Suturen [23, 24].

Trigonozephalus

Der Trigonozephalus wird durch eine vorzeitige Fusion der metopischen Naht verursacht. Die Prävalenz wird mit ca. 1:15.000 angegeben, eine familiäre Häufung besteht bei etwa 6% der Patienten [19]. Durch vorzeitige Verknöcherung entwickelt sich eine kielförmige Aufwulstung im Bereich der Stirnmitte, die bei manchen Patienten als deutliche Knochenleiste erkennbar ist (■ **Abb. 2**). Durch die gleichzeitige Abflachung der frontolateralen Region nimmt das Os frontale im horizontalen Schnitt die Form eines Dreiecks an. Gleichzeitig wird die Stirnwölbung niedriger und die Supraorbitalwülste flachen sich nach lateral ab. Insgesamt erscheint die Stirn schmal und relativ hoch, während sich die Hinterkopfregion verbreitert. Das Krankheitsbild ist oft mit einem **Hypotelorismus** vergesellschaftet, da das transversale Wachstum der knöchernen Orbitae behindert ist. Die Nasenwurzel liegt im Vergleich zu den hoch stehenden Augen tiefer; die vordere Schädelbasis ist verengt, die hintere verbreitert. Vornehmlich wird die Region des Frontallappens eingeengt [29, 31, 32].

Vorderer und hinterer Plagiozephalus

Bei einer einseitigen prämaternen Synostose der Koronarnaht dehnt sich auf der Seite des frühzeitigen Suturenverschlusses das **Stirnbein** weniger stark aus. Damit entsteht eine Deformität, die als vorderer Plagiozephalus oder Schiefkopf bezeichnet wird [51]. Die typischen Kennzeichen dieser Deformität ist die Verlagerung des ipsilateralen supraorbitalen Rands in Richtung der verschlossenen Naht („Harlekin-Deformität“), eine frontale Vorwölbung der kontralateralen Stirn sowie ein Orbitatiefstand der kontralateralen Seite ([35], ■ **Abb. 3a**). Darüber hinaus führt eine C-förmige Deformität des Gesichtsschädels zu einer Reduktion des ipsilateralen Ober- und Unterkiefers mit Okklusionsstörungen [28, 47].

Im Rahmen einer äußerst seltenen prämaternen Synostose der Lambdanaht kommt es zur Ausbildung des hinteren Plagiozephalus. Die Lambdanaht kann ein- oder beidseitig betroffen sein. Die Häufigkeit wird hier mit 1:40.000–1:100.000 beziffert [41]. Das typische klinische Bild zeigt eine okzipitale Abflachung der betroffenen Seite sowie die kompensatorische Vorwölbung der kontralateralen Seite. Typisch ist eine Asymmetrie im Bereich der Ohren, die durch eine Wachstumsfehlbildung im Bereich der Schädelbasis hervorgerufen wird. Das Ohr der betroffenen Seite ist nach unten und

Beim Trigonozephalus entsteht durch vorzeitige Verknöcherung eine kielförmige Aufwulstung im Bereich der Stirnmitte

Typisch für den hinteren Plagiozephalus ist eine Asymmetrie im Bereich der Ohren

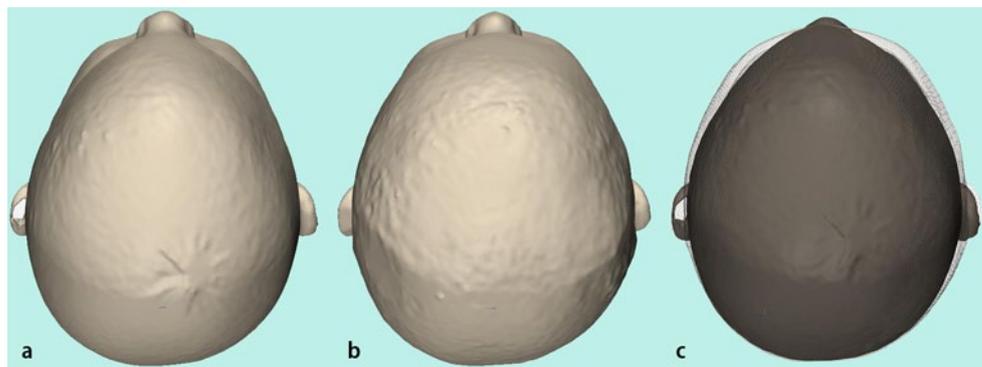


Abb. 4 ▲ Die 3-D-Fotographie zur Dokumentation von **a** prä- und **b** 10 Tage postoperativen zephalometrischen Parametern bei Trigonozephalie. **c** Überlagerung der prä- und postoperativen Aufnahme zur Evaluation des chirurgischen Ergebnisses

vorn verlagert (■ **Abb. 3b**). Der Kopf weist eine trapezoide Form auf [22]. Die wichtigste Differenzialdiagnose stellt der **lagerungsbedingte Plagiozephalus** dar, bei dem eine ipsilaterale okzipitale Abflachung, jedoch ipsilateral eine frontale Vorwölbung und kontralateral eine frontale Abflachung vorliegt und die Kopfform in der Aufsicht wie ein Parallelogramm verschoben erscheint.

Klinische Symptomatik

Bei Vorliegen isolierter Kraniosynostosen werden neben der charakteristischen Schädeldeformität auch Erhöhungen des intrakraniellen Drucks („intracranial pressure“, ICP) beschrieben. Im Vergleich zu syndromalen Kraniosynostosen ist das Risiko eines erhöhten ICP bei den isolierten, nicht-syndromalen Kraniosynostosen jedoch als wesentlich geringer einzuschätzen. Somit erfolgt die Indikation zur Operation bei diesen Patienten bis auf wenige Ausnahmen weniger aus funktionellen, sondern wegen des ästhetischen Defizits aus psychosozialen und kosmetischen Gründen. Dennoch wird über das Vorliegen von **Papillnödemen** als indirektes Hirndruckzeichen bei Patienten mit isolierter Kraniosynostose berichtet, mit einer Inzidenz von bis zu 18% je nach betroffener Naht [6, 12, 14, 15, 26, 39, 46]. Auch nach Einsatz von epiduralen oder subduralen Hirndruckmessungen wurden je nach Nahtsynostose bei 33% der untersuchten Patienten erhöhte Hirndrucke beobachtet [14]. Isolierte Kraniosynostosen sind nicht selten mit einer psychomotorischen Entwicklungsverzögerung verbunden. Allerdings ist nicht vollständig geklärt, ob es sich dabei um eine Folgeerscheinung der Kraniosynostose oder um eine assoziierte **zerebrale Entwicklungsstörung** handelt [43]. Ferner gibt es Hinweise dafür, dass bereits bei Kindern mit isolierter, nichtsyndromaler Trigonozephalie das Risiko verminderter zerebraler Leistungen erhöht ist [4, 40, 44]. Andererseits konnten Kapp-Simon et al. [18] zeigen, dass sich die geistige Entwicklung von operierten Kindern mit nichtsyndromaler, isolierter Kraniosynostose nicht signifikant von Kindern unterscheidet, bei denen die Operation durch die Eltern abgelehnt wurde. Problematisch scheint vor allem die Fülle an unterschiedlichen Testverfahren zur Beurteilung der Gehirnentwicklung zu sein, die i.d.R. lediglich den Status zu einem bestimmten Zeitpunkt widerspiegeln, ohne den Langzeitverlauf zu berücksichtigen. Somit bleibt die Frage, ob die chirurgische Therapie von Kraniosynostosen einer mentalen Entwicklungsverzögerung vorbeugt, weiterhin unbeantwortet und Gegenstand aktueller Forschung.

Diagnostik und präoperative Bildgebung

Die typischen klinischen Kennzeichen einer isolierten, nichtsyndromalen Kraniosynostose erlauben dem erfahrenen kraniofazialen Chirurgen i.d.R. eine sichere Diagnosestellung ohne zusätzliche bildgebende Maßnahmen. Dennoch wird eine kontroverse Diskussion über den Stellenwert von präoperativen bildgebenden Verfahren geführt, sei es um die klinische Diagnose zu bestätigen, begleitende intrakranielle Pathologien auszuschließen oder das operative Vorgehen zu planen. Generell sollte die Verwendung von ionisierenden Strahlen gerade bei Kindern auf ein Minimum reduziert werden und muss, falls appliziert, einen definitiven Nutzen für den Patienten haben.

Bei Vorliegen isolierter Kraniosynostosen werden auch Erhöhungen des intrakraniellen Drucks beschrieben

Isolierte Kraniosynostosen sind nicht selten mit einer psychomotorischen Entwicklungsverzögerung verbunden

Die Fülle an unterschiedlichen Testverfahren zur Beurteilung der Gehirnentwicklung scheint problematisch zu sein

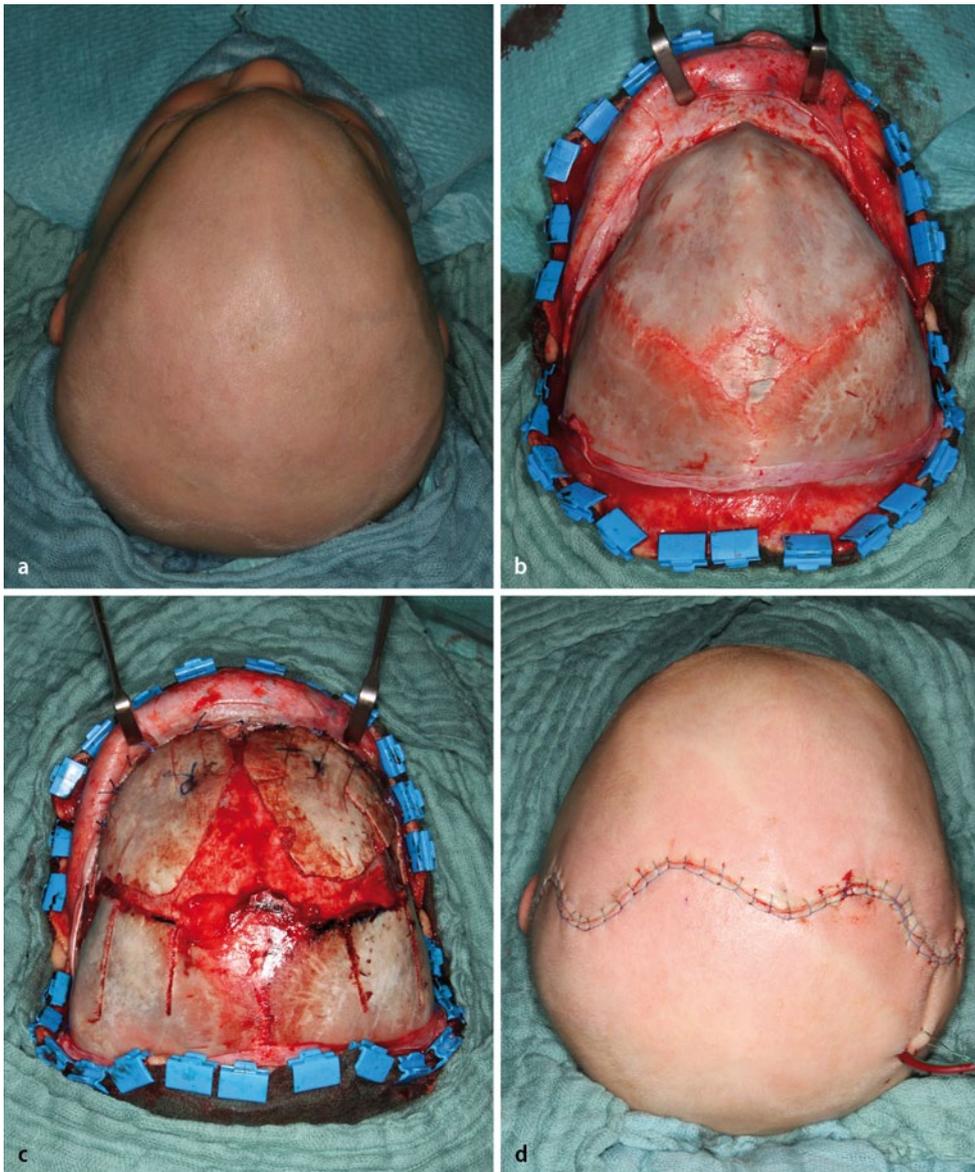


Abb. 5 ▲ Aufnahmen eines frontoorbitalen Advancements zur Korrektur des Trigonozephalus. **a** präoperativ, **b** intraoperativ nach koronarem Zugang und Bildung eines Galeaperiostlappens, **c** intraoperativ nach Kranioplastik und Ausformung, **d** postoperativ

Die **3-D-Fotographie** ist ein sicheres, strahlungs- und sedierungsfreies sowie beliebig wiederholbares Verfahren zur Bewertung und Dokumentation der prä- und postoperativen zephalometrischen Parameter und chirurgischen Ergebnisse ([27, 52], ■ **Abb. 4**).

Chirurgische Therapie

Die operative Korrektur einer isolierten Kraniosynostose erfolgt aufgrund funktioneller, psychosozialer und kosmetischer Indikationen. Das Ziel sollte eine sichere und adäquate Behandlung der Wachstumsstörung durch ein einzeitiges Verfahren sein. Die Wahl des geeigneten operativen Verfahrens hängt hierbei von unterschiedlichen Faktoren ab, wie Alter des Patienten zum Operationszeitpunkt sowie Lokalisation und Ausprägung der Kraniosynostose. Allerdings bestehen unter den einzelnen kraniofazialen Zentren nach wie vor Uneinigigkeiten bezüglich des **optimalen Operationszeitpunkts** und der am besten geeigneten operativen Methode. Daher schwankt das ideale Operationsalter mitunter bei einfachen Kraniosynostosen je nach Technik zwischen dem 1. und 12. Lebensmonat.

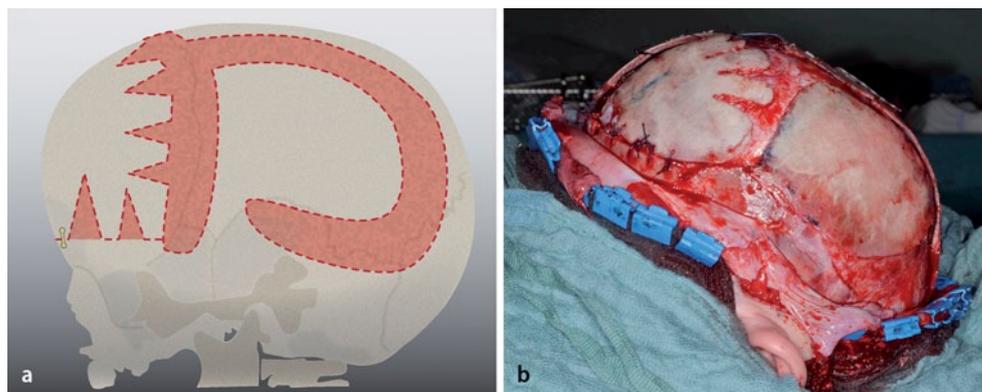


Abb. 6 ▲ Modifizierte „Pi-Prozedur“. **a** Schematische Darstellung der Osteotomielinien, **b** intraoperative Ansicht

Offene chirurgische Techniken („cranial vault remodeling“) bleiben die Standardeingriffe bei Kraniosynostosen

Die Indikation für eine operative Überkorrektur der Asymmetrie nimmt mit zunehmendem Alter der Patienten ab

Minimal-invasive Eingriffe bleiben den sehr jungen Patienten (<3 Monate) vorbehalten

Grundsätzlich wird zwischen frühen endoskopischen und späten offenen Operationstechniken unterschieden. Interessanterweise hat sich die Chirurgie der singulären Kraniosynostosen von der ursprünglichen einfachen Suturotomie bis hin zu umfangreichen kraniofazialen Aus- und Umformungen („cranial vault remodeling“) und neuerdings wieder in Richtung minimal-invasive Eingriffe wie **endoskopische Suturotomien** in Kombination mit einer Kopforthesentherapie oder federunterstützte Distractionen entwickelt. Offene chirurgische Techniken („cranial vault remodeling“), die i.d.R. zwischen dem 4. und 12. Lebensmonat durchgeführt werden, bleiben die Standardeingriffe bei Kraniosynostosen. Das gilt vor allem für das standardisierte **frontoorbitale Advancement** in der Behandlung von Patienten mit Synostose der Sutura metopica sowie der Koronarnaht ([12, 30, 45], ■ **Abb. 5**). Auch das offene „okzipitale Advancement“ nach Zöller hat sich als effektive Operationstechnik in der Therapie der Lambdanahtsynostose bewährt [53].

Der Vorteil des frontoorbitalen Advancements oder ähnlicher offener Kranioplastiken liegt in der Möglichkeit der aktiven Ausformung der gewünschten Schädelform, ohne sich auf die Expansion des wachsenden Gehirns verlassen zu müssen, was vor allem bei älteren Kindern oder bei sehr ausgeprägten Deformitäten von großem Vorteil ist. Im Rahmen dieser Techniken sollte stets eine vollständige und symmetrische, beide Seiten involvierende, frontoorbitale oder okzipitale Korrekturoperation erfolgen. Die Indikation für eine operative Überkorrektur der Asymmetrie richtet sich nach dem Alter des Patienten und nimmt mit zunehmendem Alter ab. Zur intraoperativen Fixierung der Knochenfragmente haben sich resorbierbare Nähte und/oder Osteosynthesesysteme bewährt [3].

Um die Morbidität der offenen Techniken, insbesondere den intraoperativen Blutverlust und die Narkosezeit zu minimieren, wurden in den 1990er Jahren minimal-invasive endoskopische Suturotomien für die Behandlung der Sagittalnahtsynostose eingeführt [17]. Dieses Vorgehen setzt eine frühzeitige Behandlung und eine postoperative Kopforthesentherapie voraus, wobei die Expansion des wachsenden Gehirns zur Ausformung des Schädels genutzt wird. Bei entsprechender Tragezeit des Helms wird hier über gute postoperative Ergebnisse berichtet [17]. Prinzipiell bleiben die minimal-invasiven Eingriffe, wie die endoskopische Methoden, mit nachfolgender mehrmonatiger Helmtherapie den sehr jungen Patienten (<3 Monate) vorbehalten.

Reine „Strip“-Kraniektomien ohne postoperative Kopforthesentherapie hingegen zeigten keine deutliche Verbesserung des kranialen Index [33]. Auch die alleinige Behandlung der Sagittalnahtsynostose mittels Kopforthesentherapie [42] wird kritisch betrachtet [36].

Hier hat sich beispielsweise die „Pi-Prozedur“, bzw. deren Modifikationen [12, 16] bewährt. Diese chirurgische Technik zielt weniger auf die Exzision der verschlossenen Naht als vielmehr auf die kompensatorisch gewachsenen Schädelbereiche ab, indem der Schädel in Form des griechischen Buchstaben Pi osteotomiert wird (■ **Abb. 6**). Die Schädelgröße wird durch dynamische Kompression verkürzt, was eine aktive Verbreiterung des biparietalen Durchmessers bewirkt.

Ähnlich gute Erfolge zeigt die von Renier beschriebene „H-Prozedur“, bei der ein Operationsalter zwischen 4 und 6 Monaten favorisiert wird [8]. Diese dekompressive chirurgische Technik basiert auf einer linearen Kraniektomie mit retrokoronaren sowie prälambdaiden Entlastungsosteotomien.

Lauritzen et al. [21] führten eine **federunterstützte Distraction** ein, bei der mithilfe von omega-förmigen Stahlfedern osteotomierte Nähte entweder gedehnt oder komprimiert werden können. Eingesetzt wurden die Federn bei Synostosen der Sagittal-, der metopischen oder der Koronarnaht mit

einer Komplikationsrate (Dislokation der Feder) von nur 5%. Die federunterstützte Distraction erfordert lediglich 2 Inzisionen und zeigt bei Sagittalnahtsynostosen, zumindest bezogen auf den kranialen Index, ein zu Standardverfahren vergleichbares Ergebnis verbunden mit geringerem Blutverlust und verkürzter Operationszeit [49]. Als Nachteil wird der zur Federentfernung erforderliche Zweit-Eingriff und die nach Platzierung der Feder nicht zu steuernde Expansion des Schädels aufgeführt.

Fazit für die Praxis

- Im Rahmen der Diagnosestellung bei isolierten Kraniosynostosen sollte neben einer eingehenden klinischen Untersuchung der Einsatz der Schädelsonographie favorisiert und auf den routinemäßigen Einsatz der Computertomographie verzichtet werden.
- Die chirurgische Therapie von isolierten, nichtsyndromalen Kraniosynostosen hat sich mit der Einführung von Alternativen zu den klassischen und bewährten offenen Operationstechniken weiterentwickelt, wobei bislang kein Konsens im Bezug auf das beste operative Vorgehen gefunden wurde.
- Befürworter der offenen Operationstechniken verweisen auf sehr niedrige Komplikationsraten und sehr gute chirurgische Ergebnisse, wohingegen kürzere Operationszeiten, geringerer Blutverlust und zum Teil kürzere Krankenhausaufenthalte für die minimal-invasiven Eingriffe sprechen.
- Offene Techniken erlauben es, den Schädel aktiv auszuformen und gelten nach wie vor als Goldstandard, an dem sich die neueren Verfahren in Zukunft messen lassen müssen.

Korrespondenzadressen



C. Freudlsperger

Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsklinikum Heidelberg
Im Neuenheimer Feld 400, 69120 Heidelberg
Chr.Freudlsperger@med.uni-heidelberg.de



Dr. Dr. M. Engel

Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsklinikum Heidelberg
Im Neuenheimer Feld 400, 69120 Heidelberg
michael.engel@med.uni-heidelberg.de

Danksagung. In dankbarer Erinnerung Herrn Prof. Dr. Dr. Joachim Mühling (10.04.1948 bis 02.05.2009), Ordinarius für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie am Universitätsklinikum Heidelberg von 1991 bis 2009, – dem Wegbereiter der kraniofazialen Chirurgie in Deutschland – gewidmet.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. C. Freudlsperger, G. Castrillón-Oberndorfer, J. Hofmann und M. Engel geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht. Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren. Alle Patienten, die über Bildmaterial oder anderweitige Angaben innerhalb des Manuskripts zu identifizieren sind, haben hierzu ihre schriftliche Einwilligung gegeben. Im Falle von nicht mündigen Patienten liegt die Einwilligung eines Erziehungsberechtigten oder des gesetzlich bestellten Betreuers vor.

Literatur

1. Agrawal D, Steinbok P, Cochrane DD (2006) Diagnosis of isolated sagittal synostosis: are radiographic studies necessary? *Childs Nerv Syst* 22:375–378
2. Alden TD, Lin KY, Jane JA (1999) Mechanisms of premature closure of cranial sutures. *Childs Nerv Syst* 15:670–675
3. Arnaud E, Renier D (2009) Pediatric craniofacial osteosynthesis and distraction using an ultrasonic-assisted pinned resorbable system: a prospective report with a minimum 30 months' follow-up. *J Craniofac Surg* 20:2081–2086
4. Becker PT, Engelhardt KF, Steinmann MF et al (1997) Infant age, context, and family system influences on the interactive behavior of mothers of infants with mental delay. *Res Nurs Health* 20:39–50
5. Cerovac S, Neil-Dwyer JG, Rich P et al (2002) Are routine preoperative CT scans necessary in the management of single suture craniosynostosis? *Br J Neurosurg* 16:348–354

6. Cohen SR, Persing JA (1998) Intracranial pressure in single-suture craniosynostosis. *Cleft Palate Craniofac J* 35:194–196
7. Coussens AK, Hughes IP, Wilkinson CR et al (2008) Identification of genes differentially expressed by prematurely fused human sutures using a novel in vivo – in vitro approach. *Differentiation* 76:531–545
8. Di Rocco F, Marchac A, Duracher C et al (2012) Posterior remodeling flap for posterior plagiocephaly. *Childs Nerv Syst* 28:1395–1397
9. Driessen C, Bannink N, Lequin M et al (2011) Are ultrasonography measurements of optic nerve sheath diameter an alternative to funduscopy in children with syndromic craniosynostosis? *J Neurosurg Pediatr* 8:329–334
10. Engel M, Castrillon-Oberndorfer G, Hoffmann J et al (2012) Value of preoperative imaging in the diagnostics of isolated metopic suture synostosis: a risk-benefit analysis. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 65:1246–1251
11. Engel M, Hoffmann J, Mühling J et al (2012) Magnetic resonance imaging in isolated sagittal synostosis. *J Craniofac Surg* 23:e366–e369
12. Engel M, Thiele OC, Mühling J et al (2012) Trigonoccephaly: results after surgical correction of nonsyndromic isolated metopic suture synostosis in 54 cases. *J Craniomaxillofac Surg* 40:347–353
13. Fearon JA, Singh DJ, Beals SP et al (2007) The diagnosis and treatment of single-sutural synostoses: are computed tomographic scans necessary? *Plast Reconstr Surg* 120:1327–1331
14. Florisson JM, Van Veelen ML, Bannink N et al (2010) Papilledema in isolated single-suture craniosynostosis: prevalence and predictive factors. *J Craniofac Surg* 21:20–24
15. Heeckt P, Muhlbauer W, Anderl H et al (1993) Early radical treatment of pancraniofacial synostosis. *Ann Plast Surg* 30:312–319
16. Jane JA, Lin KY (2000) Sagittal synostosis. *Neurosurg Focus* 9:e3
17. Jimenez DF, Barone CM (1998) Endoscopic craniectomy for early surgical correction of sagittal craniosynostosis. *J Neurosurg* 88:77–81
18. Kapp-Simon KA, Figueroa A, Jocher CA et al (1993) Longitudinal assessment of mental development in infants with nonsyndromic craniosynostosis with and without cranial release and reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 92:831–839 (discussion 840–831)
19. Lajeunie E, Le Merrer M, Bonaiti-Pellie C et al (1996) Genetic study of scaphocephaly. *Am J Med Genet* 62:282–285
20. Lana-Elola E, Rice R, Grigoriadis AE et al (2007) Cell fate specification during calvarial bone and suture development. *Dev Biol* 311:335–346
21. Lauritzen CG, Davis C, Ivarsson A et al (2008) The evolving role of springs in craniofacial surgery: the first 100 clinical cases. *Plast Reconstr Surg* 121:545–554
22. Leboucq N, Montoya P, Martinez Y et al (1993) Lambdoid craniosynostosis. A 3D-computerized tomographic approach. *J Neuroradiol* 20:24–33
23. Marchac D (1982) Basic surgical principles in the treatment of craniostenosis, pp 31–38. *Neurosurgical problems related to craniofacial surgery in children*, pp 45–51. General surgical approach, pp 53–165. Complications, pp 175–181. In: Marchac D, Renier D (eds) *Craniofacial surgery for craniosynostosis*. Little Brown, Boston
24. Marchac D, Renier D (1986) Craniofacial surgery for craniosynostosis. Little Brown & Co, Boston
25. Marchac D, Renier D (1989) Craniosynostosis. *World J Surg* 13:358–365
26. Marchac D, Renier D (1987) Treatment of craniosynostosis in infancy. *Clin Plast Surg* 14:61–72
27. Mckay DR, Davidge KM, Williams SK et al (2010) Measuring cranial vault volume with three-dimensional photography: a method of measurement comparable to the gold standard. *J Craniofac Surg* 21:1419–1422
28. Mesa JM, Fang F, Muraszko KM et al (2011) Reconstruction of unicoronal plagiocephaly with a hypercorrection surgical technique. *Neurosurg Focus* 31:E4
29. Mühling J (1995) Kraniofaziale Chirurgie. In: Hausamen E, Machtens E, Reuther J (Hrsg) *Kirschnersche allgemeine und spezielle Operationslehre*. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 403–427
30. Mühling J (1991) Osteotomies for treating developmental disorders of the neurocranium and visceral cranium. *Fortschr Kieferorthop* 52:15–20
31. Mühling J (1986) Zur operativen Behandlung der prämaturnen Schädelnahtsynostosen. *Habilitationsschrift, Julius-Maximilians-Universität, Würzburg*
32. Mühling J, Reuther J, Collmann H et al (1991) Principle of osteotomy for craniosynostoses. In: Pfeifer G (ed) *Craniofacial abnormalities and clefts of lips, alveolus and palate*. Thieme, Stuttgart, p 52
33. Panchal J, Marsh JL, Park TS et al (1999) Sagittal craniosynostosis outcome assessment for two methods and timings of intervention. *Plast Reconstr Surg* 103:1574–1584
34. Park TS, Grady MS, Persing JA et al (1985) One-stage reduction cranioplasty for macrocephaly associated with advanced hydrocephalus. *Neurosurgery* 17:506–509
35. Plooiij JM, Verhamme Y, Bergé SJ et al (2009) Unilateral craniosynostosis of the frontosphenoidal suture: a case report and a review of literature. *J Craniomaxillofac Surg* 37:162–166
36. Proctor MR, Rogers GF (2012) Helmetts and synostosis. *J Neurosurg Pediatr* 9:680–681 (author reply 681–682)
37. Regelberger J, Delling G, Helmke K et al (2006) Ultrasound in the diagnosis of craniosynostosis. *J Craniofac Surg* 17:623–625 (discussion 626–628)
38. Schweitzer T, Böhm H, Meyer-Marcotty P et al (2012) Avoiding CT scans in children with single-suture craniosynostosis. *Childs Nerv Syst* 28:1077–1082
39. Shillito J Jr, Matson DD (1968) Craniosynostosis: a review of 519 surgical patients. *Pediatrics* 41:829–853
40. Sloan GM, Wells KC, Raffel C et al (1997) Surgical treatment of craniosynostosis: outcome analysis of 250 consecutive patients. *Pediatrics* 100:E2
41. Smartt JM, Elliott RM, Reid RR et al (2011) Analysis of differences in the cranial base and facial skeleton of patients with lambdoid synostosis and deformational plagiocephaly. *Plast Reconstr Surg* 127:303–312
42. Sood S, Rozzelle A, Shaqiri B et al (2011) Effect of molding helmet on head shape in nonsurgically treated sagittal craniosynostosis. *J Neurosurg Pediatr* 7:627–632
43. Speltz ML, Kapp-Simon KA, Cunningham M et al (2004) Single-suture craniosynostosis: a review of neurobehavioral research and theory. *J Pediatr Psychol* 29:651–668
44. Stavrou P, Sgouros S, Willshaw HE et al (1997) Visual failure caused by raised intracranial pressure in craniosynostosis. *Childs Nerv Syst* 13:64–67
45. Tessier P, Guiot G, Rougerie J et al (1967) Cranio-naso-orbito-facial osteotomies. Hypertelorism. *Ann Chir Plast* 12:103–118
46. Tuite GF, Chong WK, Evanson J et al (1996) The effectiveness of papilledema as an indicator of raised intracranial pressure in children with craniosynostosis. *Neurosurgery* 38:272–278
47. Ursitti F, Fadda T, Papetti L et al (2011) Evaluation and management of nonsyndromic craniosynostosis. *Acta Paediatr* 100:1185–1194
48. Van Der Meulen J, Van Der Hulst R, Van Adrichem L et al (2009) The increase of metopic synostosis: a pan-European observation. *J Craniofac Surg* 20:283–286
49. Van Veelen ML, Mathijssen IM (2012) Spring-assisted correction of sagittal suture synostosis. *Childs Nerv Syst* 28:1347–1351
50. Virchow R (1851) On dwarfism, particularly in Franconia, and on pathological skull shapes. *Verh Phys Med Ges* 2:230–270
51. Whitaker LA, Bartlett SP, Schut L et al (1987) Craniosynostosis: an analysis of the timing, treatment, and complications in 164 consecutive patients. *Plast Reconstr Surg* 80:195–212
52. Wilbrand JF, Szczukowski A, Blecher JC et al (2012) Objectification of cranial vault correction for craniosynostosis by three-dimensional photography. *J Craniomaxillofac Surg* 40:726–730
53. Zöller JE, Mischkowski RA, Speder B (2002) Preliminary results of standardized occipital advancement in the treatment of lambdoid synostosis. *J Craniomaxillofac Surg* 30:343–348

CME-Fragebogen

Bitte beachten Sie:

- Teilnahme nur online unter: springerzahnmedizin.de
- Die Frage-Antwort-Kombinationen werden online individuell zusammengestellt.
- Es ist immer nur eine Antwort möglich.

? Ein 6 Wochen alter Säugling wird in Ihrer Praxis vonseiten des Kinderarztes zur Mitbeurteilung einer auffälligen Schädelform vorgestellt. Der Kopf erscheint symmetrisch, ist jedoch sehr lang und schmal. Welche Erkrankung liegt dieser Kopfform am ehesten zugrunde?

- Lagerungsbedingter Langschädel
- Lagerungsbedingter Plagiozephalus
- Skaphozephalus bei Kraniosynostose der Sutura sagittalis
- Trigonozephalus bei Kraniosynostose der Sutura metopica
- Plagiozephalus anterior bei einseitiger Kraniosynostose der Sutura coronaria

? Ein Säugling im Alter von 8 Monaten wird Ihnen im Notdienst in Begleitung der Eltern vorgestellt. Die Eltern berichten von einem Umkippen der Kindertrage. Das Kind sei gegen die Kante des Couchtischs gestürzt. Eine Bewusstlosigkeit oder andere Zeichen eines Schädelhirntraumas liegen nicht vor. Im Bereich der gesamten Stirn imponiert eine schmerzlose Schwellung in der Medianen und das Neurokranium sieht aus der Vogelperspektive dreiecksförmig aus. Am ehesten handelt es sich um...

- ein subperiostales Hämatom als Folge des Sturzes.
- eine fissurale Fraktur des Os frontale.
- eine traumatische Sprengung der Sutura frontalis.
- eine suturale Ossifikationsstörung.
- eine Normvariante ohne weiteren Therapiebedarf.

? Isolierte Kraniosynostosen sind...

- ätiologisch monokausal erklärbar.
- pathogenetisch monokausal erklärbar.
- durch Umwelteinflüsse bedingt.
- durch die intrauterine Lage des Säuglings bedingt.
- molekulargenetisch eindeutig identifizierbar.

? Eine Schwangere in der 34. SSW stellt sich mit einem neu aufgetretenen Gestationsdiabetes mit einem Nüchternblutzucker von 128 mg/dl zur pränatalen Beratung auf Empfehlung des behandelnden Gynäkologen und der betreuenden Diabetologin bei Ihnen vor. Sonographisch sei ein großer, langer Kopf aufgefallen. Sie teilen der Patientin mit, dass...

- die auffällige Kopfform (Skaphozephalus) eine Folge des Gestationsdiabetes (Makrosomie) ist.
- eine enge Korrelation zwischen einem Gestationsdiabetes und dem Auftreten von isolierten Kraniosynostosen besteht.
- der Skaphozephalus die seltenste isolierte Kraniosynostose mit einer Prävalenz von 1:200–1:5000 ist.
- der Skaphozephalus die häufigste isolierte Kraniosynostose mit einer Prävalenz von 1:2000–1:5000 ist.
- die Ausprägung der Merkmale beim Skaphozephalus wenig variiert.

? Sie werden von einem Hausarzt im Wochenendnotdienst bzgl. der Merkmale des Trigonozephalus kontaktiert. Er bittet Sie um Hilfestellung bei der Abgrenzung gegenüber einer anterioren, einseitigen Plagiozephalie. Sie nennen ihm folgende Charakteristika: Der Trigonozephalus...

- ist häufig mit einem Hypertelorismus vergesellschaftet.
- zeigt eine Wulstbildung beidseitig im Bereich der lateralen Supraorbitalregion.
- weist eine hohe, schmale Stirnpartie und Verschmälerung der hinteren Schädelbasis auf.
- weist eine hohe, schmale Stirnpartie mit Verbreiterung der anterioren Schädelbasis auf.
- zeigt eine kielförmige, knöcherne Aufwulstung im Bereich der Stirnpartie auf.

? Die klinische Symptomatik isolierter Kraniosynostosen beinhaltet...

- einen teilweise erhöhten intrakraniellen Druck („intracranial pressure“, ICP).
- keine ästhetischen Einschränkungen des Neurokraniums und des Viszerokraniums.
- einen unauffälligen augenärztlichen Untersuchungsbefund.
- Fehlbildungen der Hände und der Füße („Löffelhände“).
- eine psychomotorische Entwicklungsverzögerung.

? Im Rahmen Ihrer Sprechstunde für kraniofaziale Fehlbildungen und lagebedingte Schädelasymmetrien wird Ihnen ein männliches Zwillingpaar, 36+0 SSW, Geburtsgewicht 2690 und 2540 g im Alter von 4 Monaten vorgestellt. Auswärtig sei jeweils eine Lambdanahtsynostose festgestellt worden, die Eltern bitten Sie um eine Zweitmeinung bzw. Diagnostik. Welche Untersuchungsfolge empfehlen Sie zur Diagnosesicherung?

- Klinische Untersuchung und Röntgen des Schädels in 2 Ebenen
- Klinische Untersuchung, Röntgen in 2 Ebenen und Computertomographie (CT)
- Klinische Untersuchung, Röntgen und Magnetresonanztomographie (MRT)
- Klinische Untersuchung und Sonographie der Schädelnähte
- Klinische Untersuchung, 3-D-Photometrie und Magnetresonanztomographie (MRT)

? Die Computertomographie (CT) stellt innerhalb der Diagnostik der isolierten Kraniosynostosen Folgendes dar?

- Ein routinemäßig durchzuführendes Standardverfahren
- Ein für die Diagnostik notwendiges Standardverfahren
- Ein notwendiges Verfahren zum Ausschluss intrakranieller Pathologika
- Ein dem Ausnahmefall vorbehaltenes Verfahren der 2. Wahl
- Ein diagnostisches Verfahren der 1. Wahl

? Ein kleiner Patient (5 Monate, Gewicht 6200 g) wird Ihnen mit der Diagnose anteriore Plagiozephalie bei isolierter Koronarnahtsynostose rechts vorgestellt. Die Eltern bringen Röntgenaufnahmen des Schädels in 2 Ebenen mit und möchten mit Ihnen die weiteren präoperativen bildgebenden Verfahren besprechen. Welche Aussage dazu ist richtig?

- Eine Sonographie der Schädelnähte ist innerhalb der Diagnostik nicht sinnvoll.
- Eine 3-D-Photometrie ist zur Operationsplanung und zur Beurteilung des Operationsergebnisses nicht sinnvoll.
- Eine Magnetresonanztomographie (MRT) ist zur Diagnostik von intrakraniellen Auffälligkeiten nicht sinnvoll.
- Eine Sonographie der Schädelnähte ist innerhalb der Diagnostik nur in Sedierung aussagekräftig.
- Eine Sonographie der Schädelnähte stellt das diagnostische Verfahren der ersten Wahl dar.

? Die operative Korrektur der isolierten Kraniosynostosen erfolgt...

- wenn möglich im Alter von 12 Monaten des Patienten.
- durch rein resektive Verfahren im Bereich der betroffenen Schädelnaht.
- durch kombinierte Verfahren mit osteoklastischen und osteoplastischen Techniken (z. B. frontoorbitales Advancement).
- durch einzeitige offene, operative Techniken mit sehr guten Langzeitergebnissen.
- durch endoskopische Verfahren, die den offenen operativen Techniken überlegen sind.

Diese zertifizierte Fortbildung ist 12 Monate auf springerzahnmedizin.de verfügbar.

Dort erfahren Sie auch den genauen Teilnahmeschluss. Nach Ablauf des Zertifizierungszeitraums können Sie diese Fortbildung und den Fragebogen weitere 24 Monate nutzen.

Hier steht eine Anzeige.

