

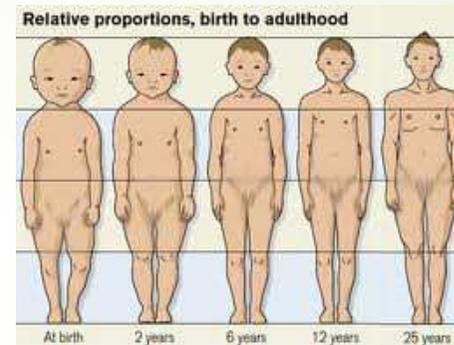
Das Schädelhirntrauma im Kindesalter aus neurochirurgischer Sicht

Aspekte und Beispiele zusammengefasst von Kai Schallock

Neurochirurgie Klinikum Klagenfurt am Wörthersee

SHT - Besonderheiten im Kindesalter

- Kopf-Körper-Proportionen



- Metabolische, neurophysiologische Unterschiede (auch Reife des Gehirns)
- Unterschiede Verletzungsmechanismen (z.B. fehlende Schutzreflexe, Schädeltraumen)



SHT Kindesalter – Epidemiologie

(Daten AWMF-Leitlinie 2022)

- Häufige Todesursache bei Kindern
- Ca. 26% aller SHT Patienten unter 15 Jahre
- 2015 in Deutschland ca. 71500 SHT bei <15-jährigen stationär behandelt
- Davon ca. Hälfte Vorschulalter, Hälfte Schulalter
- Ca. 91-97% leichtes SHT
- < 10% der SHT „mittelschwer (ca.2-4%) oder schwer (ca. 1-5%)“
- Mortalität insgesamt 0,5%
- Mortalität schweres SHT **17,8%** in der Altersgruppe 1-3 jähriger

Definitionen

- *Schädelprellung*: Kopfverletzung **ohne** Hirnfunktionsstörung oder Hirnverletzung
- *Schädelhirntrauma*: Gewalteinwirkung hat zu Funktionsstörung und/oder Hirnverletzung geführt
- **Offenes SHT**: Duraverletzung mit Weichteil- und Knochenverletzung, so dass Verbindung Schädelinnenraum und Außenwelt besteht
- **Primäre** und **sekundäre** Hirngewebeläsion, wobei erstere irreversibel zerstörte Zellen und auch funktionsgestörte Neurone (können regenerieren) einschließt.

Glasgow Koma Skala für Erwachsene

Schweregradeinteilung des SHT

Punkte	Augen öffnen	Verbale Kommunikation	Motorische Reaktion
6 Punkte	—	—	befolgt Aufforderungen
5 Punkte	—	konversationsfähig, orientiert	gezielte Schmerzabwehr
4 Punkte	spontan Glasgow Koma Skala für Erwachsene	konversationsfähig, desorientiert	ungezielte Schmerzabwehr
3 Punkte	auf Aufforderung	unzusammenhängende Worte	auf Schmerzreiz Beugesynergismen (abnormale Beugung)
2 Punkte	auf Schmerzreiz	unverständliche Laute	auf Schmerzreiz Strecksynergismen
1 Punkt	keine Reaktion	keine verbale Reaktion	keine Reaktion auf Schmerzreiz

Schweregradeinteilung des SHT

Glasgow-Koma-Skala für Kinder (jünger als 24 Monate)

Punkte	Augen öffnen	Beste verbale Kommunikation	Beste motorische Reaktion
6 Punkte	-	-	Spontane Bewegungen
5 Punkte	-	Plappern, Brabbeln	Abwehr bei Berührung
4 Punkte	spontan	Irritables Schreien	Abwehr bei Schmerzreiz
3 Punkte	auf Ansprache	Schreien auf Schmerzreiz	Abnorme Beugereaktion
2 Punkte	auf Schmerzreiz	Stöhnen, Jammern auf Schmerzreiz	Abnorme Streckreaktion
1 Punkt	keine Reaktion	keine verbale Reaktion	keine motorische Reaktion

Schweregradeinteilung des SHT

Häufigste Einteilung : leicht, mittelschwer, **schwer**

Bezogen auf GCS: leichtes SHT 13-15 Punkte

mittelschweres SHT 9-12 Punkte

schweres SHT < 9 Punkte (3-8)

GCS berücksichtigt Pupillo- und Oculomotorik sowie motorische Seitendifferenzen nicht – dieses sollte separat dokumentiert werden. Zumindest bei schwerem SHT kann Motorik Hinweise auf Prognose geben! (Emami P. et al, J. Neurosurgery 2017; 126: 760-767)

Bei Seitendifferenzen Bildgebung dringlich!!

Schweres Schädelhirntrauma

orientierende Zahlen - AWMF-Leitlinie 2022

Mortalität wird mit 16-22% angegeben

-dabei Korrelation mit dem initialen GCS 3 – 53%, GCS 5 – 9%, GCS 8 – ca. 3%

Aber: nutzt im Einzelfall nicht!

...weil 11,6% der Kinder mit GCS 3-4 ein Jahr nach dem SHT einen normalen GOS zeigten (Murphy S et al. 2017 J Neurotrauma 2017; 15;34(14):2220-2229)

Einfluss des Alters auf Prognose?

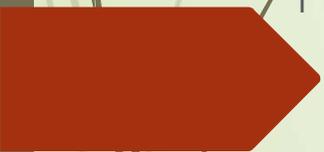
Mittelgradiges bis schweres SHT

Daten sollen insgesamt widersprüchlich sein, aber...

ICP > 20 cmH₂O

Arterielle Hypotension

Prähospitale Hypoxie



... jeweils einheitlich negativer prognostischer Trend hinsichtlich Morbidität und Mortalität (aus AWMF 2022 zitiert)



Präklinische Maßnahmen daher von enormer Bedeutung

- Hypoxie und arterieller Hypotension müssen entgegengewirkt werden (ABCD-Regel), ggf. Pneumothorax /Hämatothorax behandeln: Ziel also Normotonie, Normoxie, Normokapnie
- Bewusstlose Patienten (meist GCS < 9 als Anhaltgröße) intubieren (Erfahrung mit Kindern dabei voraussetzen)
- O₂-Sättigung arteriell unter 90 % vermeiden sofern möglich

Indikationen für eine Krankenhouseinweisung

Zusammenstellung AWMF 2022 starker Konsens

GCS <14

Andauernde Kopfschmerzen

Wiederholtes Erbrechen

Neu aufgetretener Krampfanfall

Otogene oder nasale Liquorrhoe

Hinweise auf Gerinnungsstörung

Undulierende oder fortschreitende Symptomatik

Kindesmisshandlung

Vital bedrohliche Begleitverletzung

Bewusstlosigkeit $\geq 5s$

Schwerer Unfallmechanismus

Schädelfrakturen

Zunehmender Kopfumfang

Gespannte Fontanelle

Sonnenuntergangsphänomen

Pupillendifferenz

Im Zweifel besonders bei Kleinkindern Indikation großzügig stellen

Indikationen für eine Krankenhauseinweisung mit neurochirurgischer und kinder-intensivmedizinischer Expertise

Zusammenstellung AWMF 2022 starker Konsens

Spätestens bei anhaltender Bewusstlosigkeit – GCS <9

Zunehmender Eintrübung

Pupillenstörung

Lähmung

Zerebralen Anfällen



Versorgung im Krankenhaus

- Mehr als 95% der Kinder mit SHT **nicht** bewusstlos: cCT differenziert indizieren, ggf. ist engmaschiger Beobachtung über 12-48 Stunden Vorzug zu geben (Leukämie-Risiko?, Hirntumorisiko?)
- CCT obligat bei:
 1. Koma
 2. Persistierende Vigilanzstörung
 3. Fokalneurologischen Auffälligkeiten (Lähmungen etc.)
 4. V. a. Impressionsfrakturen, Schädelbasisfrakturen, offenen Verletzungen
- CCT fakultativ bei:
 1. schwerer Unfallmechanismus, z. B. Fallhöhe hoch (z. B. > 1 -1,5 Meter)
 2. starken oder anhaltenden Cephalgien
 3. Erbrechen nach Gewalteinwirkung und bei rezidivierendem Auftreten
 4. Intoxikation (Alkohol und/oder Drogen)
 5. Hinweisen auf Gerinnungsstörungen



Versorgung im Krankenhaus

- Eine Nativ-Röntgenaufnahme des Schädels ist **keine** Alternative!
- Bei Kindern < 24 Monate nichtfrontale Hämatome und Verhaltensauffälligkeiten beachten
- Neurologische Verschlechterung: (Kontroll)-CCT
- Fehlende Erholung / Bewusstlosigkeit ggf. nach 4-8 Std. Verlaufs-CCT

Weitere Diagnostik beim SHT (Akutphase)

- ▶ Transfontanellare Sonographie: bis ca. 18. Lebensmonat. Cave: hintere Schädelgrube nicht ausreichend erfasst, Blutungen kalottennah evtl. nicht erfasst
- ▶ MRT: in der Regel zu aufwendig in der Akutphase; wenn CCT unauffällig **und** neurologische Störungen vorliegen zu empfehlen (z. B. diffuser axonaler Schaden); meistens als Verlaufsbildgebung (z. B. nach erfolgter Entleerung eines epiduralen Hämatoms bei klinisch stabiler Situation (Strahlenbelastung senken!))
- ▶ Elektroencephalographie: Ausschluss Status epilepticus bei bewusstlosen Patienten. Hinweise auf zerebrale Anfallsbereitschaft? als mögliche Erklärung für Sturzereignis.

Aspekte der neurochirurgischen Therapie beim SHT

- Innerhalb von 6-12 Stunden klinische Symptome bei intrakraniellen Blutungen fast immer vorhanden
- **Absolut dringliche Operationsindikation:** raumfordernde intrakranielle Verletzungen, z. B. Epiduralhämatome, Subduralhämatome, Kontusionen, Impressionsfrakturen

$$V_{intracranial} = V_{brain} + V_{cerebrospinal\ fluid} + V_{blood}$$

Monro-Kellie-Doktrin (19. Jahrhundert)

- Gehirngewebe (etwa 80 Prozent)
- Blut (etwa 12 Prozent)
- Liquor (etwa 8 Prozent)

Aus
Neurology
Lecture 4,
Quizlet 2013

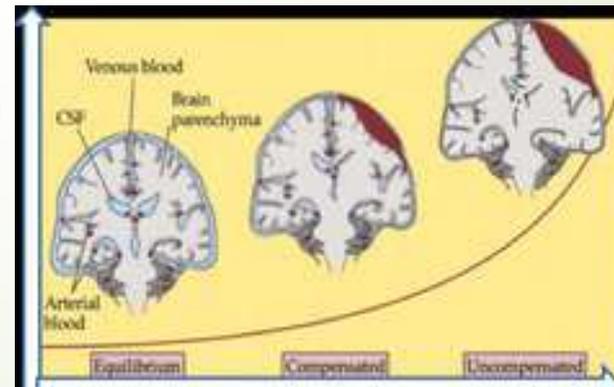
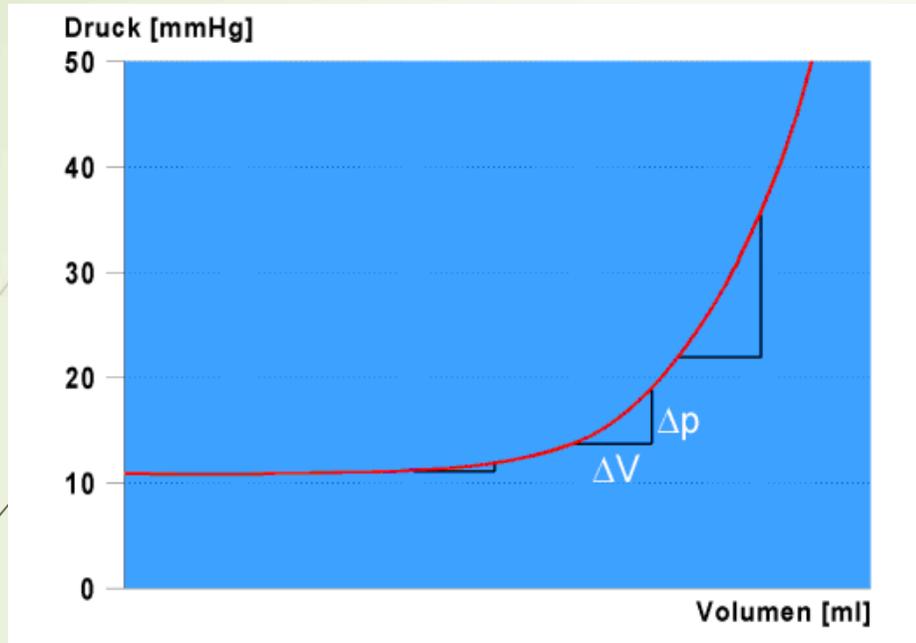


Abb: Hirndrucksteigerung

Kleine Mengen Flüssigkeit (z.B. Blut) führen erst zu einer mäßigen, später aber plötzlich zu einer sehr bedrohlichen Hirndrucksteigerung



DGNC-Homepage

5–15 mmHg

<3-5 mmHg

<7 mmHg

<10 mmHg

normaler ICP (gesunde junge Erwachsene)

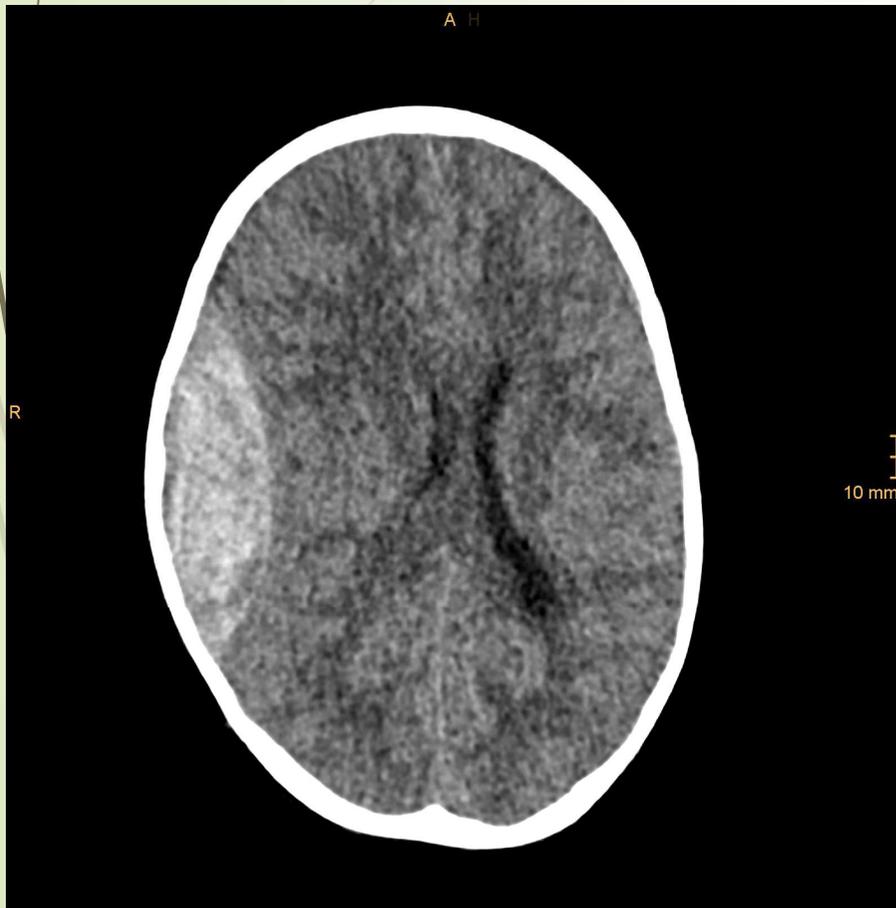
Säuglinge

Kleinkinder

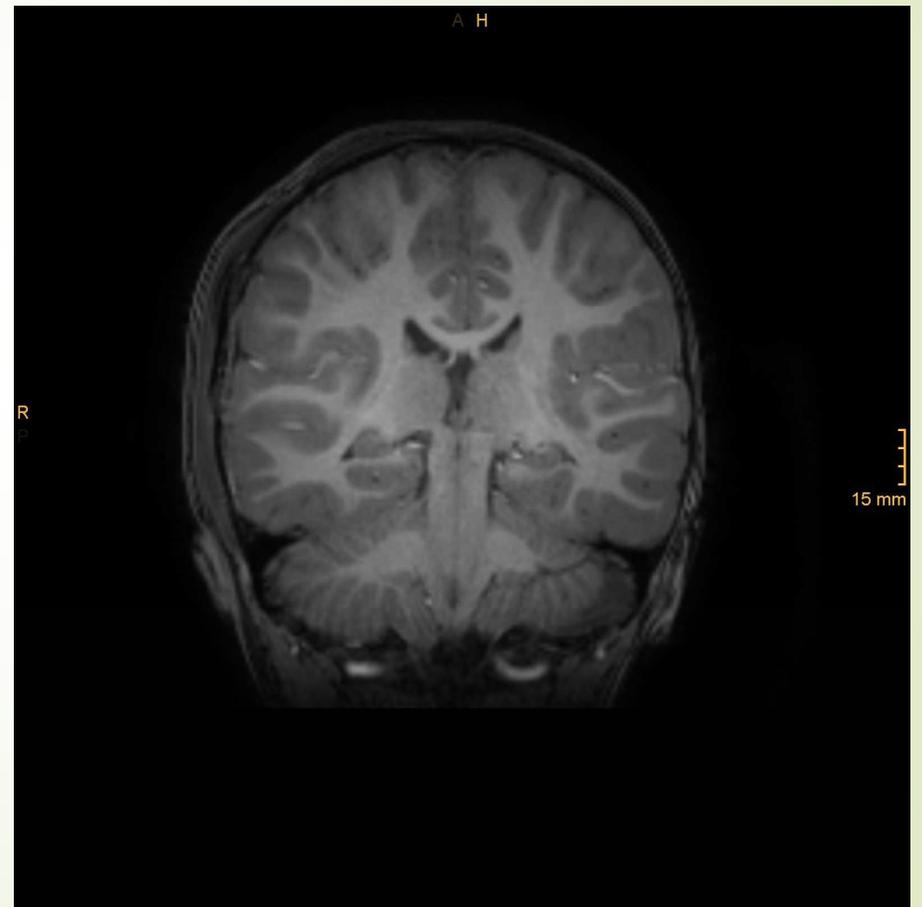
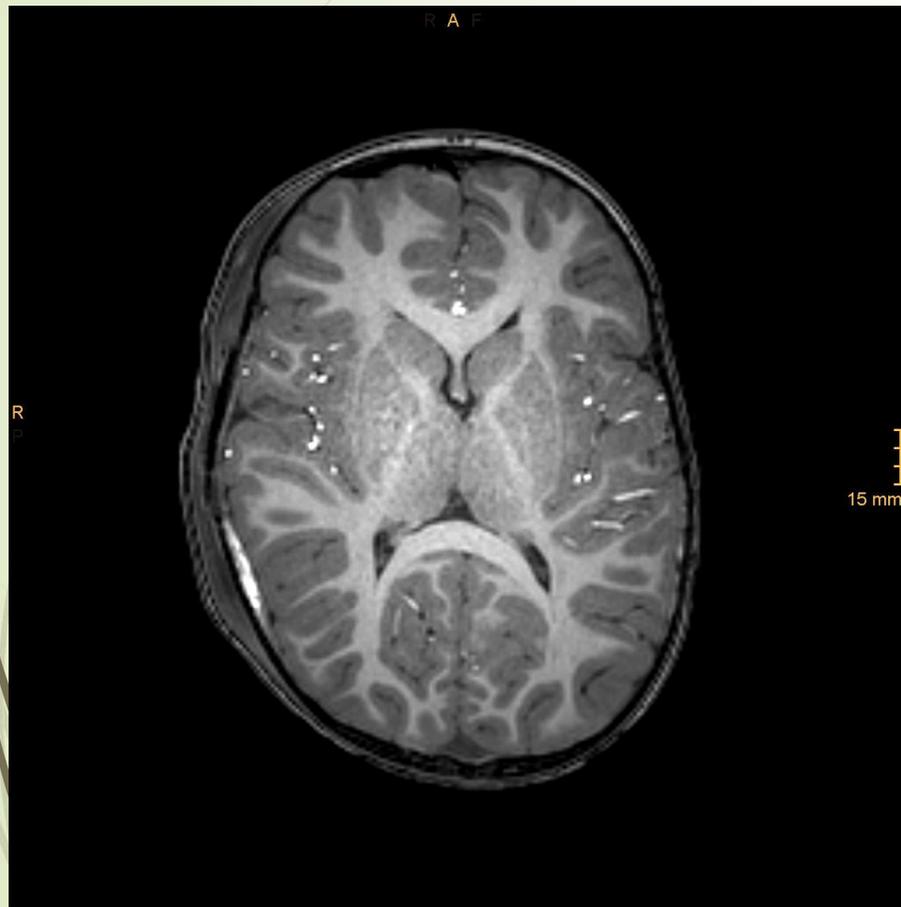
Ältere Kinder

Epidurales Hämatom (Kind 4 10/12 Jahre)

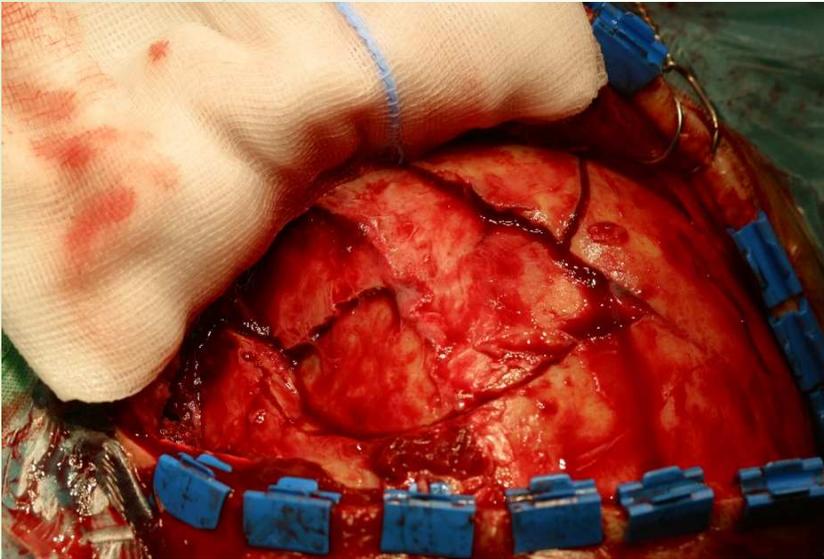
zunächst keine neurologischen Ausfälle, lediglich Erbrechen, dann plötzlich weite Pupille rechts



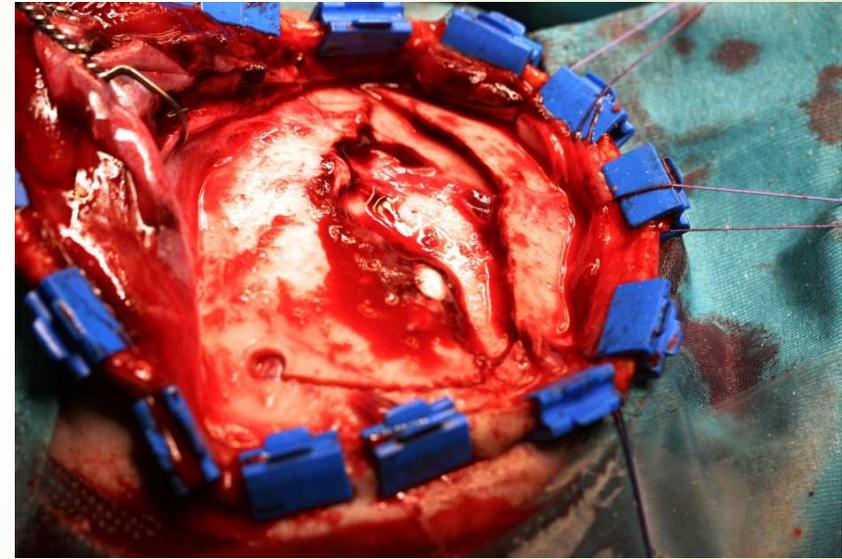
MRT 1 Tag postoperativ



Impressionsfraktur intraoperativ

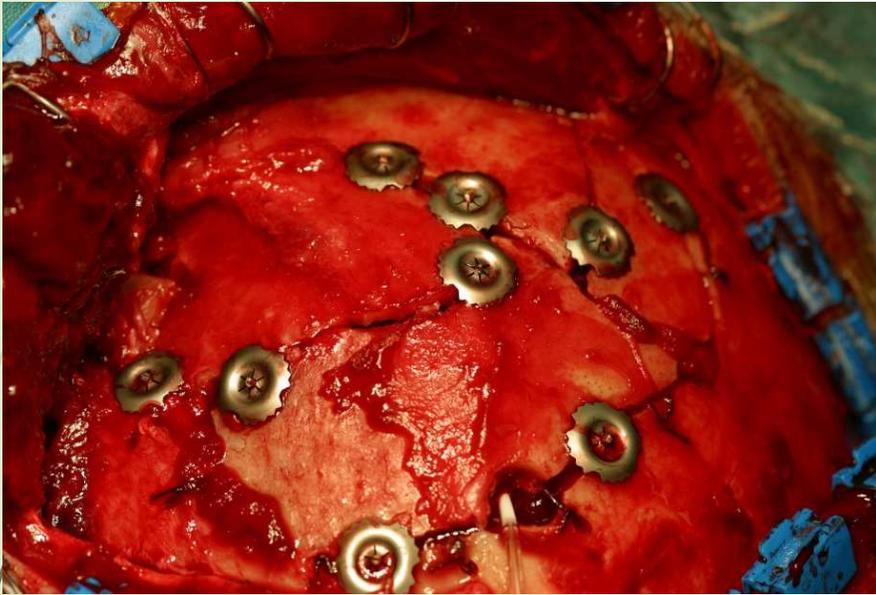


Erwachsener knapp 60-jähriger

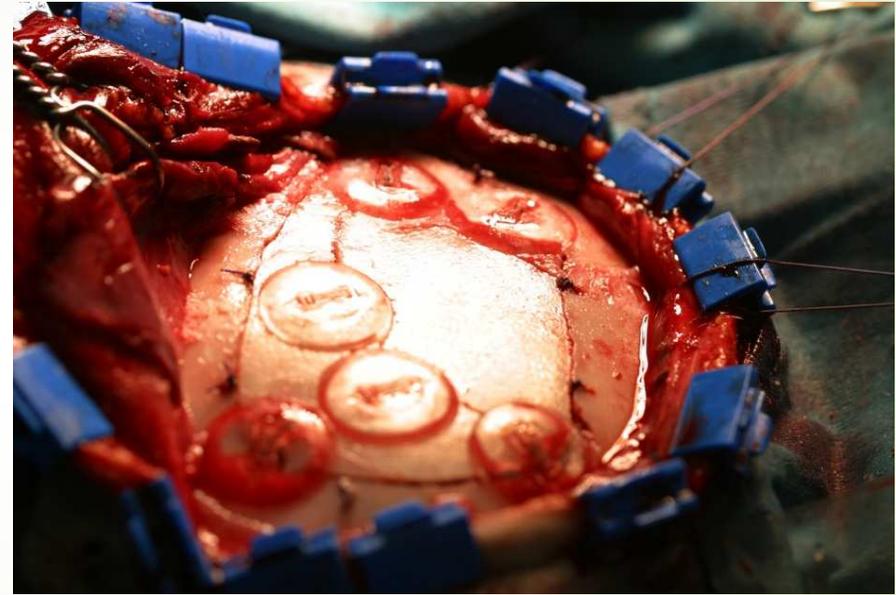


Kind knapp 4 Jahre

Impressionsfraktur intraoperativ

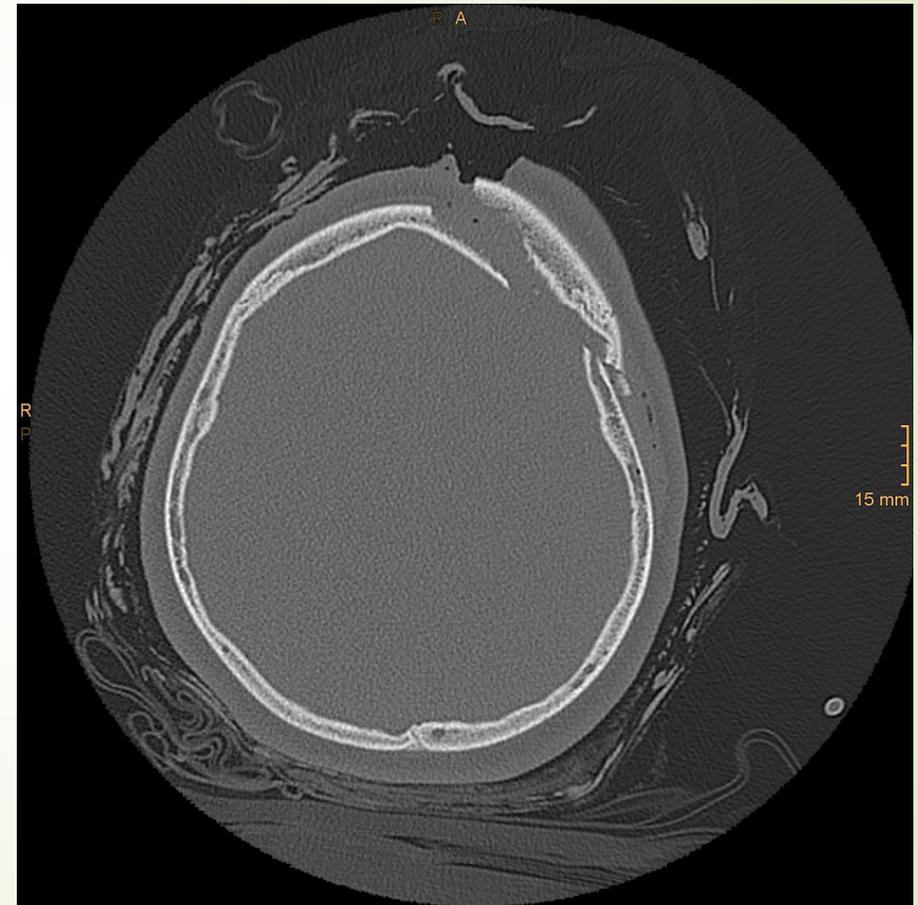
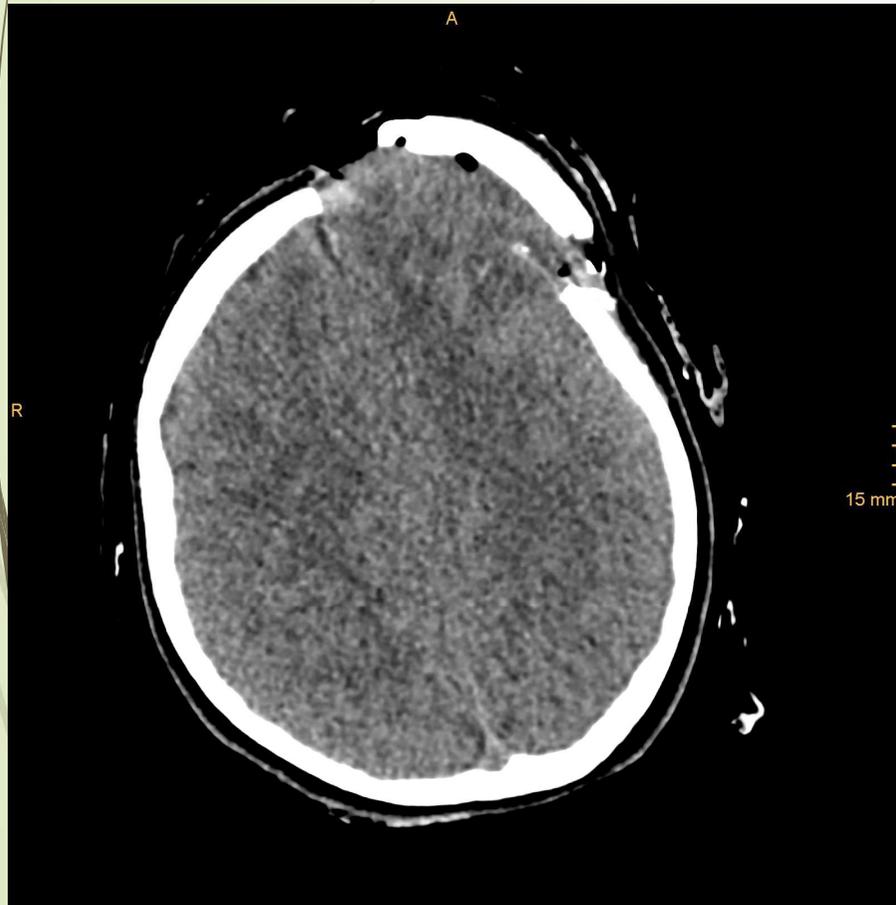


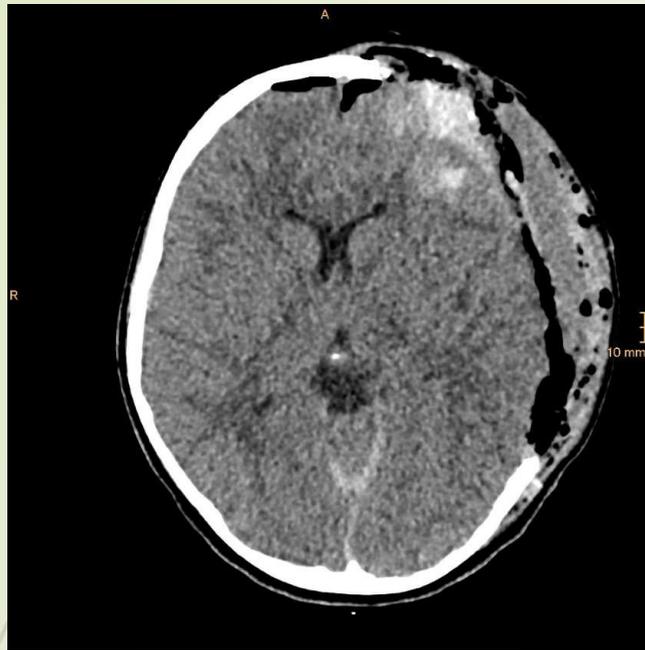
Erwachsener knapp 60-jähriger



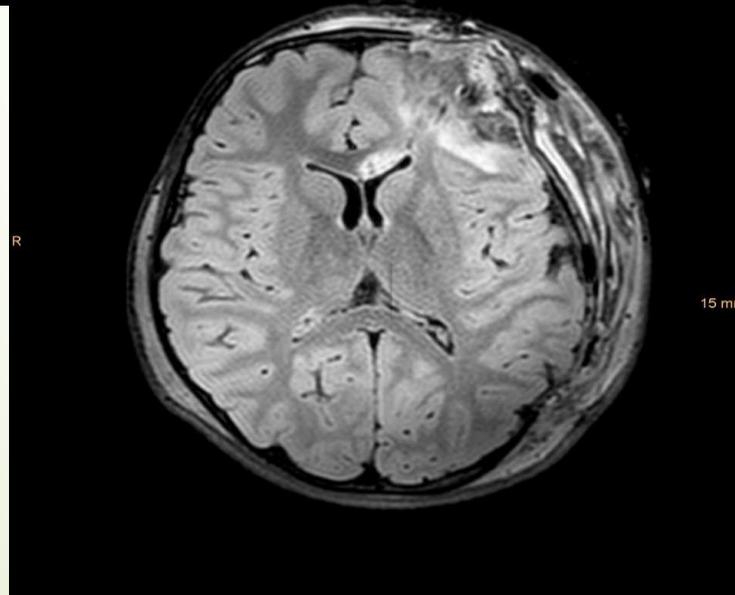
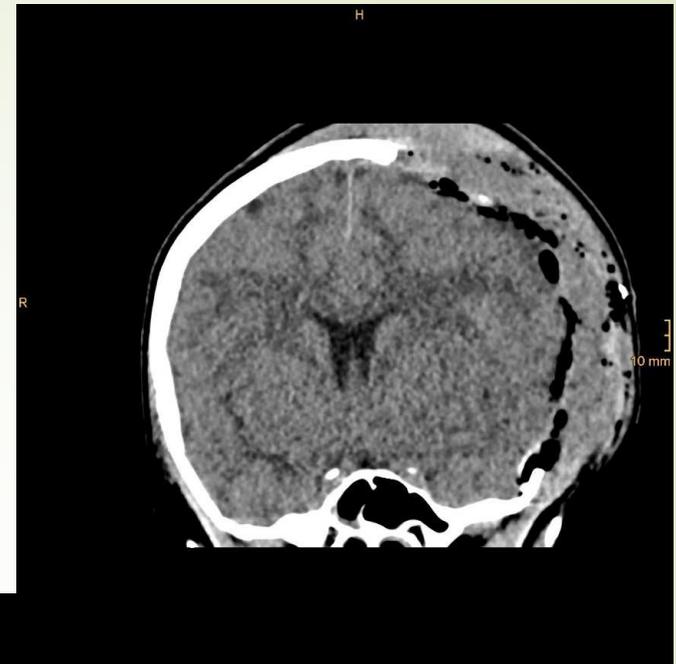
Kind knapp 4
Jahre

Pat. 11 Jahre, Verkehrsunfall, vermutlich nicht angeschnallt von Rückbank nach vorne geschleudert, GCS 6, Pupille links weit

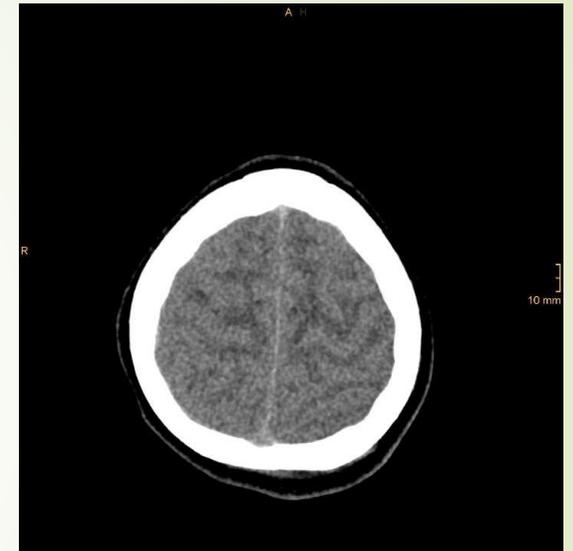




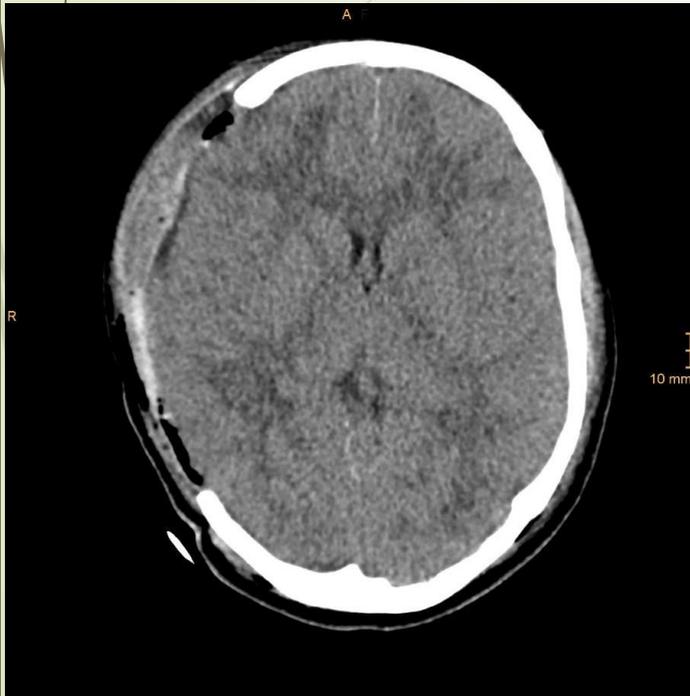
1. Tag nach Trauma



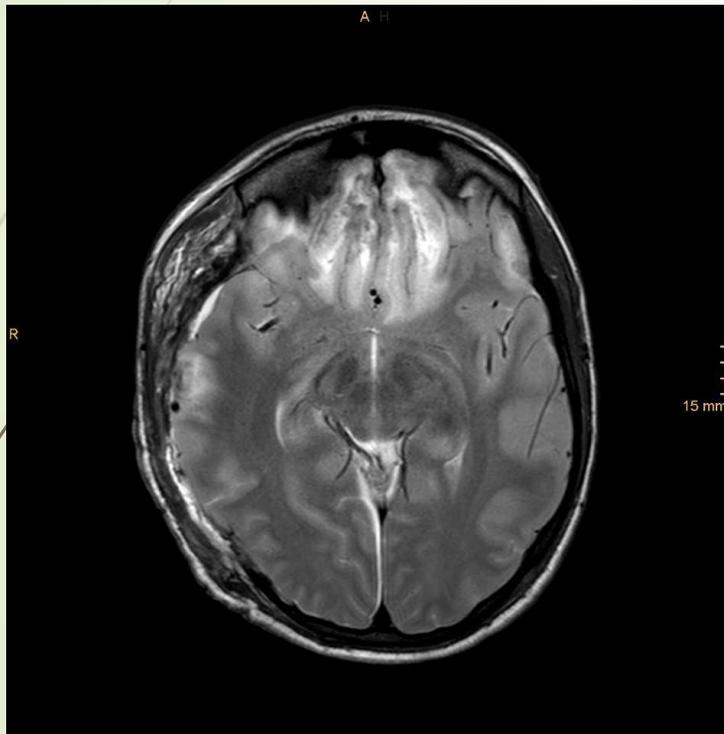
17-jährige, von Motorrad angefahren, Sturz, ca. 10 Minuten bewusstlos, dann aufgeklart, bei Eintreffen Notarzt GCS 7



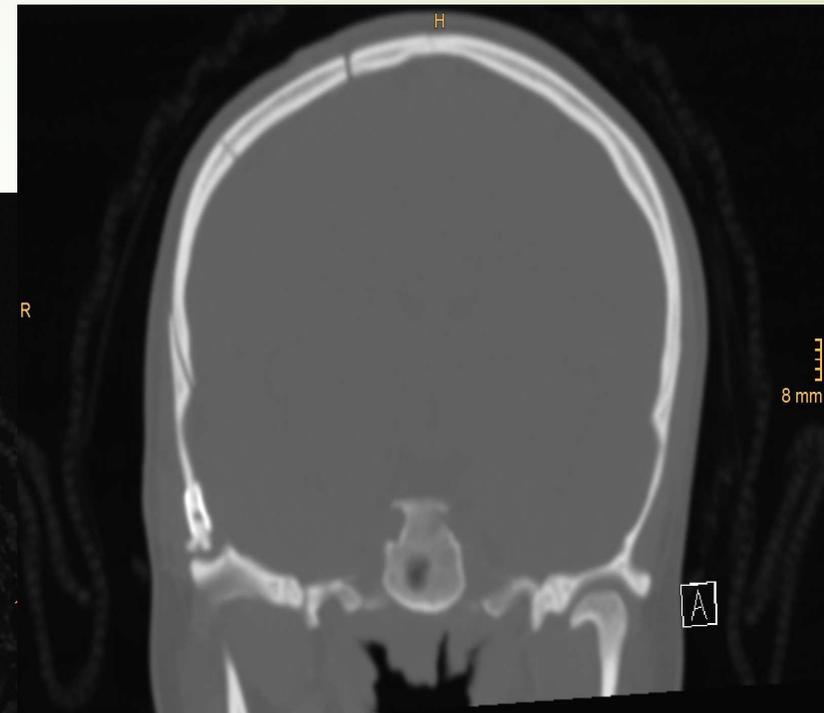
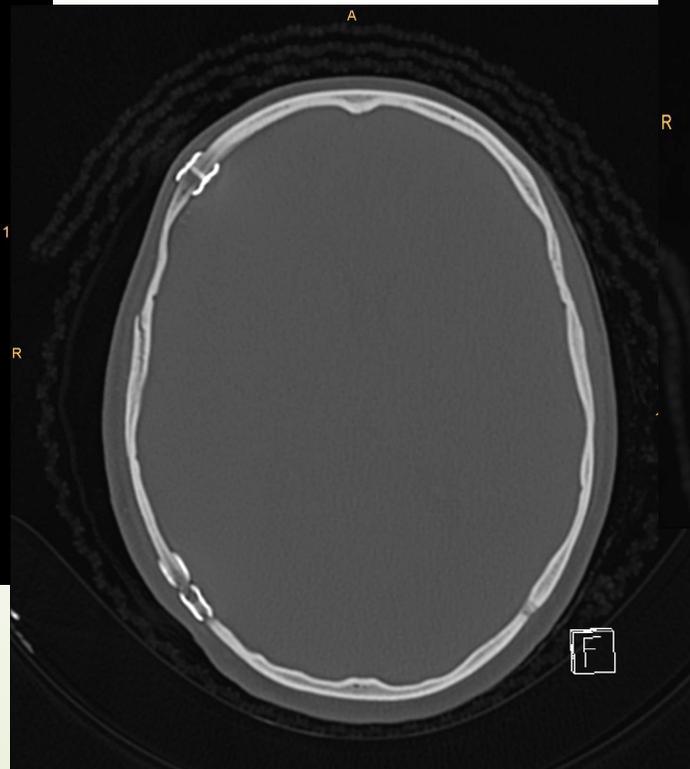
17-jährige mit primär angelegter ICP-Sonde, Hirndrücke unter tiefster 4-fach-Sedierung permanent 24 mmHg, Pupillen immer eng!



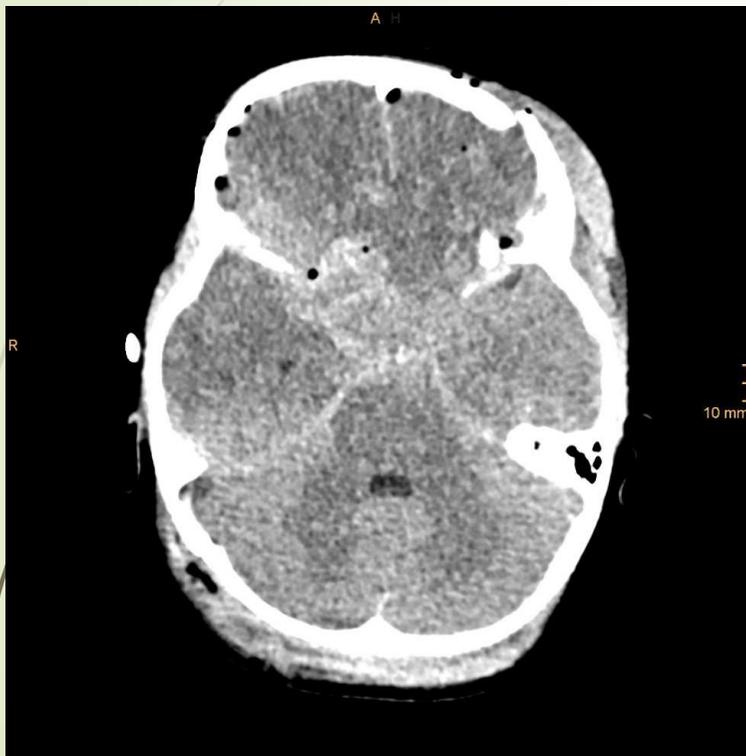
1 Woche später MRT – danach Aufwachversuch, 2 Tage nach MRT
Extubation



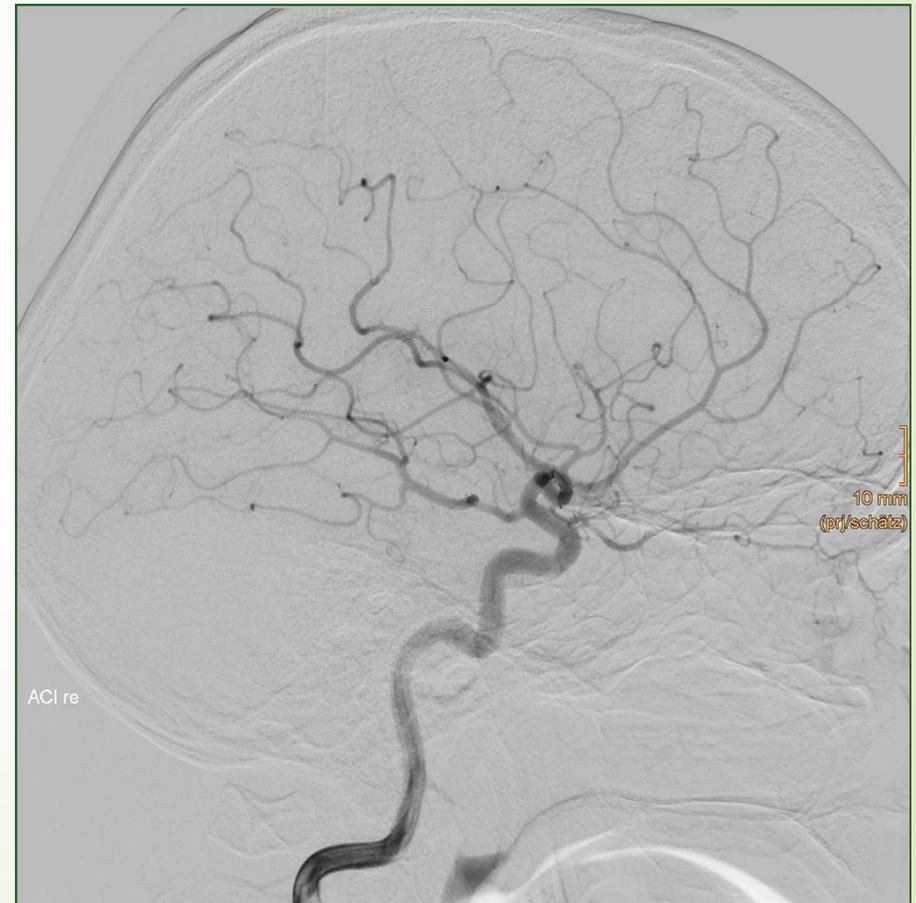
2 Monate nach dem Unfall Knochenreimplantation



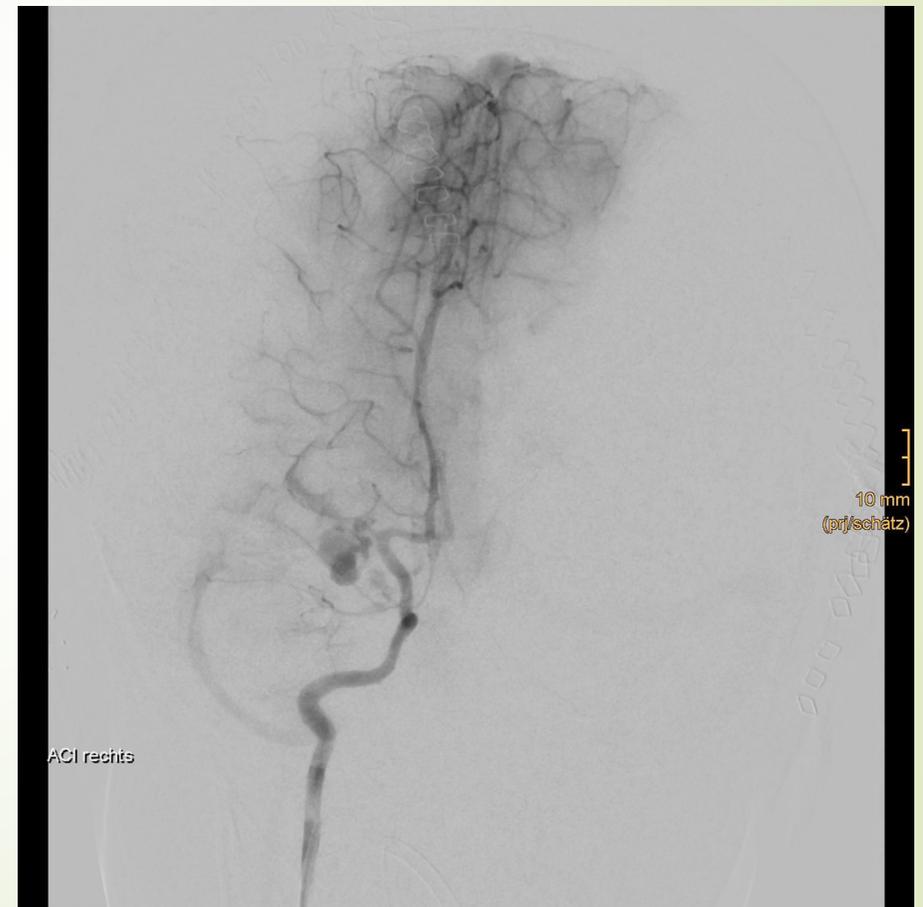
Sehr schweres SHT bei 5-jährigem Buben durch Verschüttung



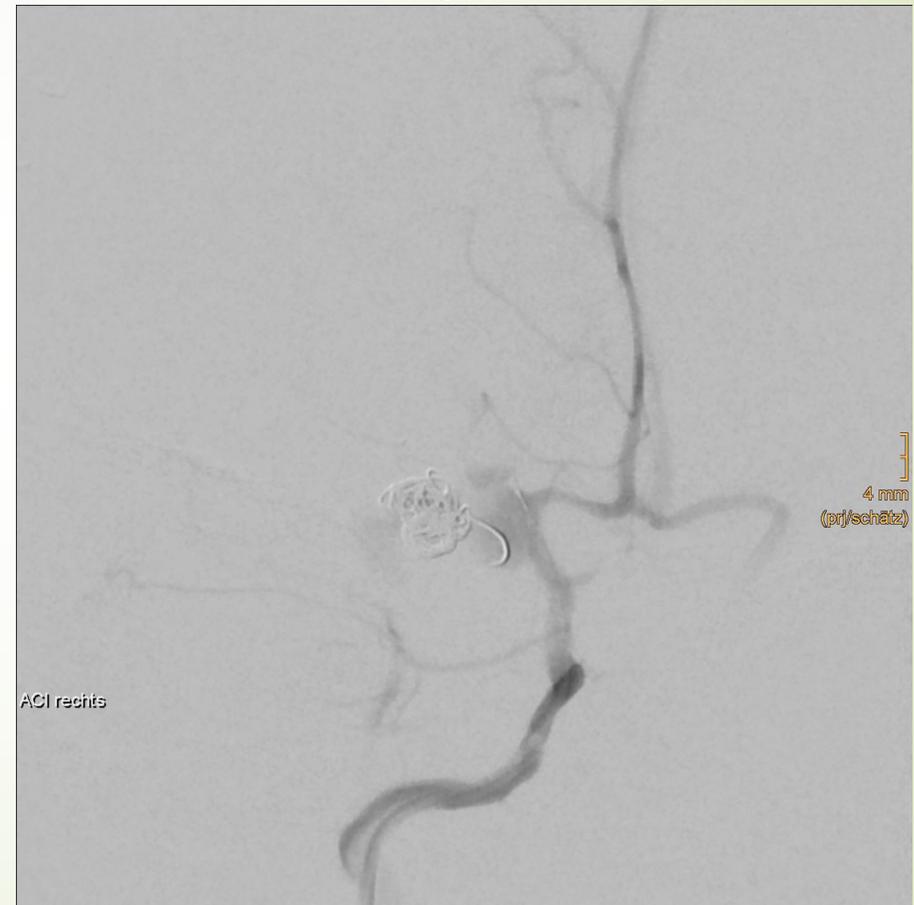
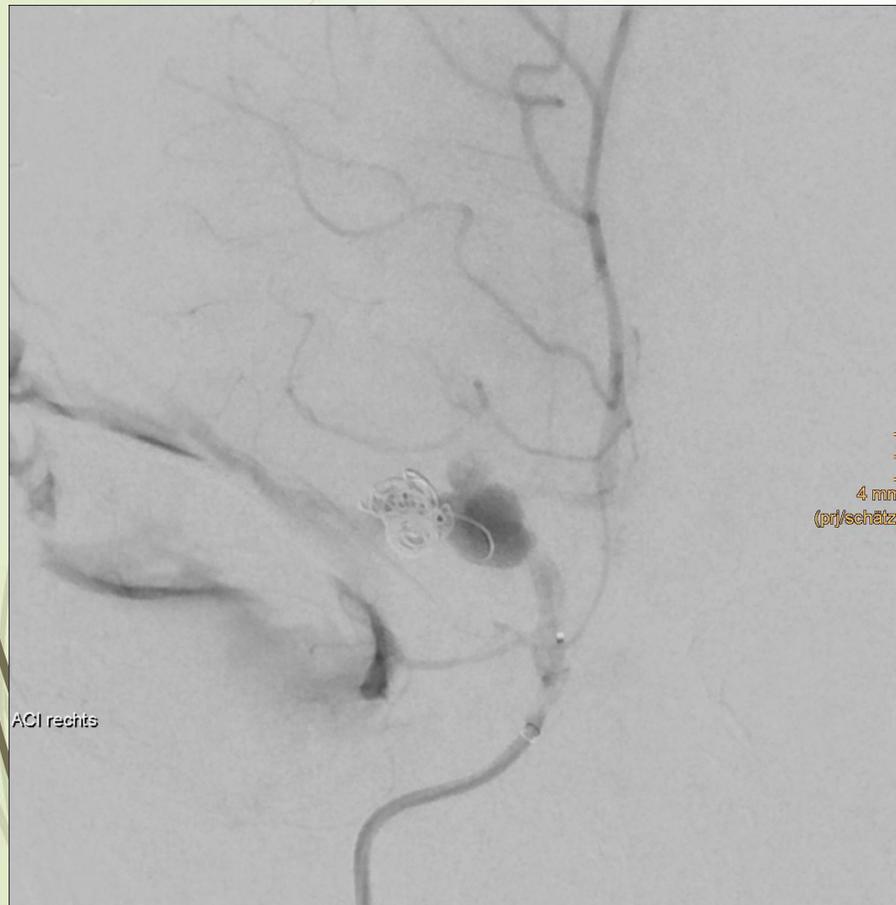
Normale DSA der rechten Hirn-Hemisphäre



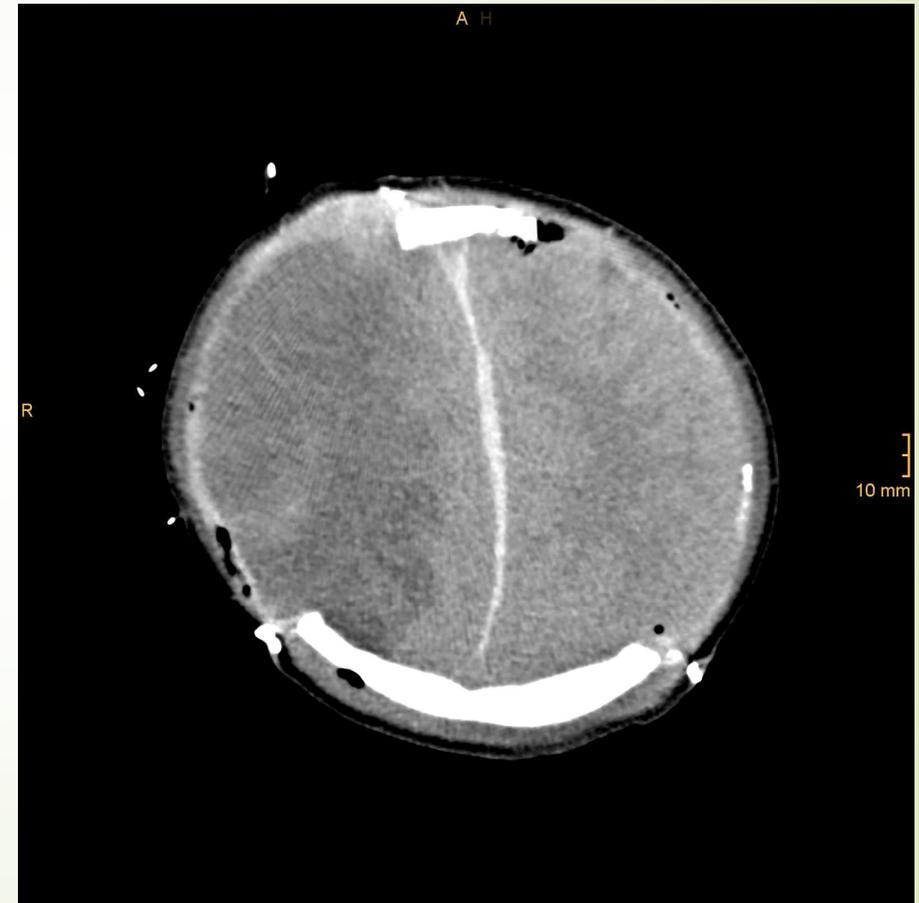
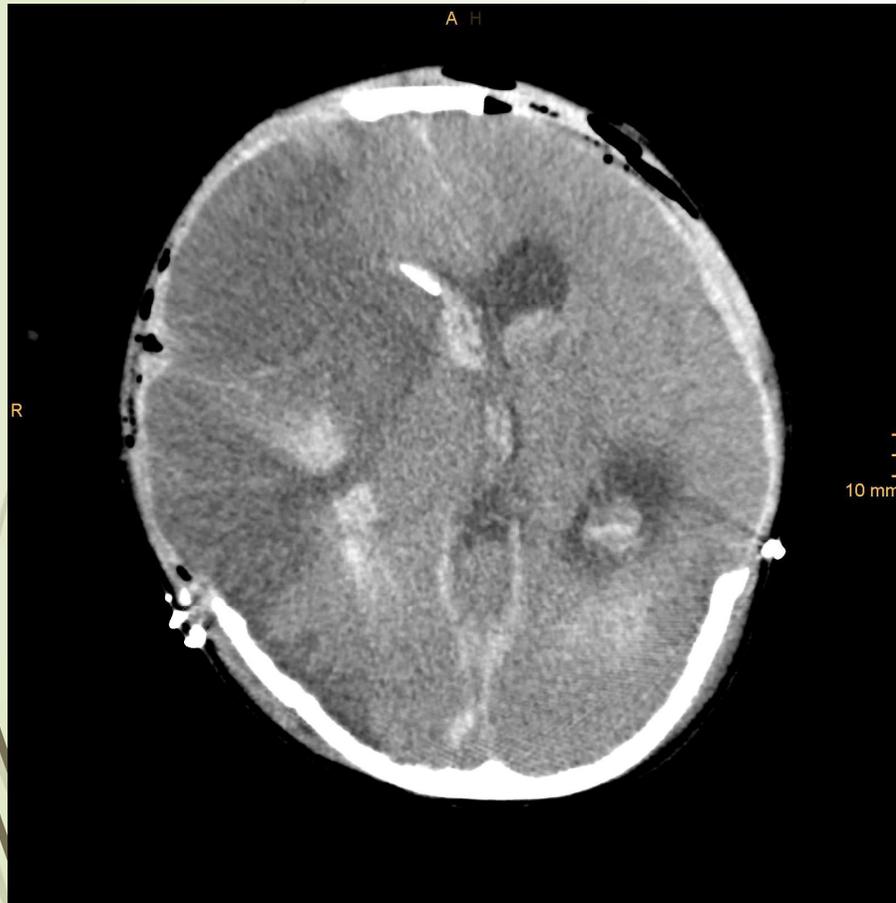
Traumatischer Gefäßverschluss bei dem 5-jährigen Kind ehestens durch Dissektion



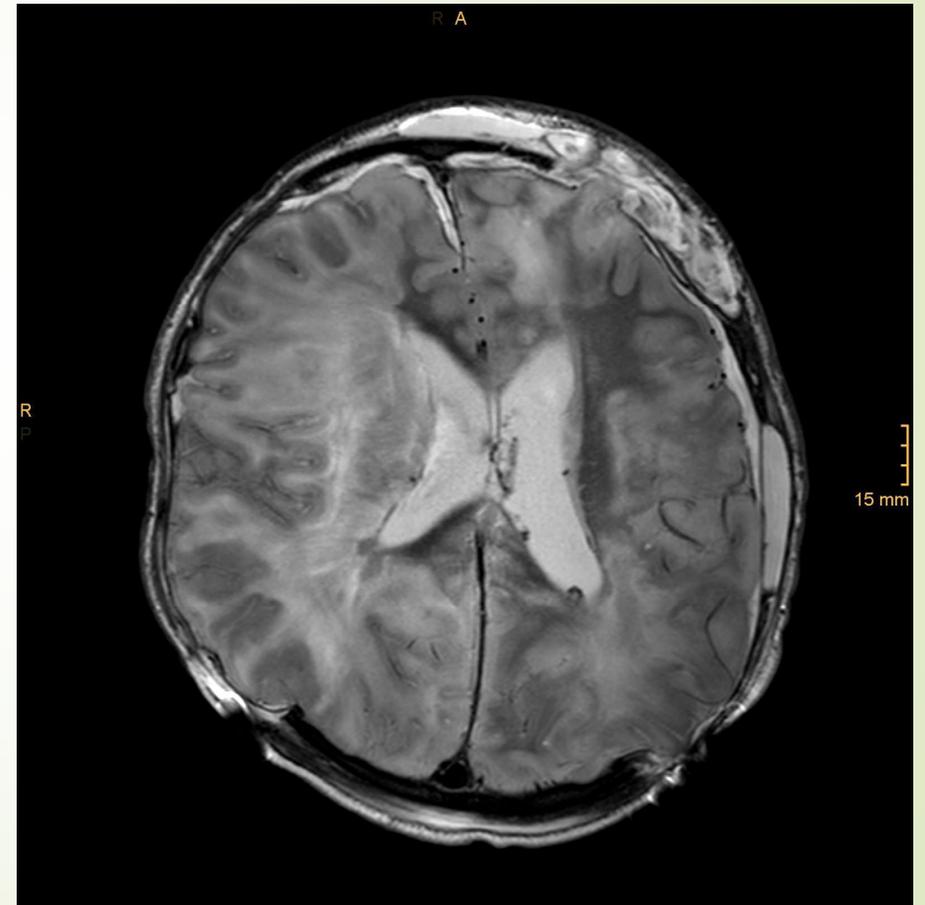
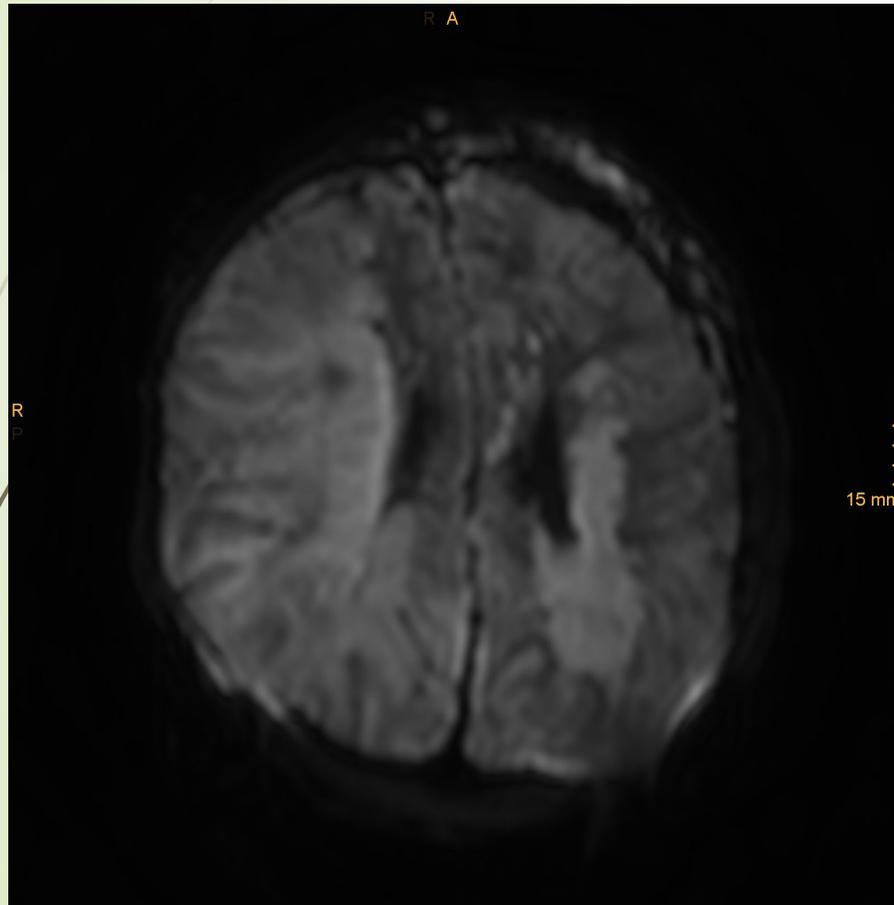
Durch traumatische arteriovenöse Fistel
Blutungen aus dem rechten Auge (Versorgung
durch OA Luca De Paoli RZI Klagenfurt)



Verlaufs-CCT 2 Tage nach Akutversorgung



MRT 18 Tage nach Primärversorgung



Aspekte der neurochirurgischen Therapie beim SHT

Osteoplastische Kraniotomie meist angestrebt, gelegentlich Entscheidung primär zur osteoclastischen Operation (meist intraoperativ zu entscheiden)

Entlastungskraniektomie mit Duraerweiterungsplastik ist bei sich entwickeltem Hirnödem und therapieresistenten ICP-Werten im Einzelfall zu entscheiden (oft mehrtägige Latenz) – Patienten sind meist tief sediert, Monitoring mit ICP-Sonde, Ventrikeldrainage u.ä.

invasive ICP-Messung: bei Umfrage unter Deutschen Intensivstationen gaben 80% der Teilnehmer an, bei GCS <9 immer oder meistens eine invasive ICP-Messung vorzunehmen (aus AWMF –Leitlinie 2022 übernommen)

Neuere Daten sprechen für invasive ICP-Messung, weil CPP vereinfacht aus Differenz MAP-ICP hervorgeht – **CPP** sollte bei Kindern **altersabhängig zwischen 40-60 mmHg gehalten werden**

Diskutiert wird zunehmend die Bestimmung des sogenannten „**cerebrovascular pressure reactivity index**“ (**PRx**) als Messparameter der cerebrovasculären Autoregulation (Software benötigt) – auch dafür ist ICP-Messung erforderlich

Aus AWMF-Leitlinie 2022 zitiert

E45 Wenn eine ICP Messung erfolgt, sollte der CPP mindestens 40 – 60 mmHg betragen. Es sollte keine aggressive Flüssigkeits- oder Katecholamintherapie erfolgen, um einen CPP > 70 mmHg zu erreichen (starker Konsens).

E46 Es können altersabhängige CPP Ziele gewählt werden, bei denen der CPP von minimal 40 mmHg im Säuglingsalter schrittweise auf minimal 60 mmHg bei Adoleszenten ansteigt (starker Konsens).



Aus AWMF-Leitlinie zitiert

Daten sprechen dafür, dass ein CPP < 40 mmHg wie auch ein CPP > 70 mmHg mit einer höheren Mortalität und Morbidität korreliert



Ventrikeldrainage



Spiegelbergsonde zur ICP-Messung



ptiO2-sonde

Schädeldachplastik nach Entlastungskraniektomie



Der Knochen wird eingefroren (minus 76°C) – Ausnahme eindeutig verschmutzter Knochen: Dafür existiert eine zertifizierte Knochenbank im Klinikum Klagenfurt

Reimplantation bis spätestens 8 Monate nach der Entnahme, sofern Abstriche des Knochens keine Kontamination aufweisen

Ansonsten wird der Knochendefekt durch ein patientenspezifisches Implantat (PSI) gedeckt.