

POLYTRAUMA BEIM KIND

J. Schalamon

Kinder- und Jugendchirurgie
Klagenfurt

KABEG

KLINIKUM KLAGENFURT
AM WÖRTHERSEE

Kindliches Polytrauma

- Trauma: Haupt-Todesursache bei Kindern (> 1y)
- Trauma: Ca. 50% aller Notfälle im Kindesalter
- Mehrfachverletzung → Verkehrsunfälle



Demographie Österreich 2022

- Population: 8.978.929
- 0-19: 1.730.794 (19%)
- 0-14: 1.257.050 (14%)

- Kinderunfälle (stationär): 166.000
- Todesfälle (0-15a): 46

Wachsende Zahl von Kindern

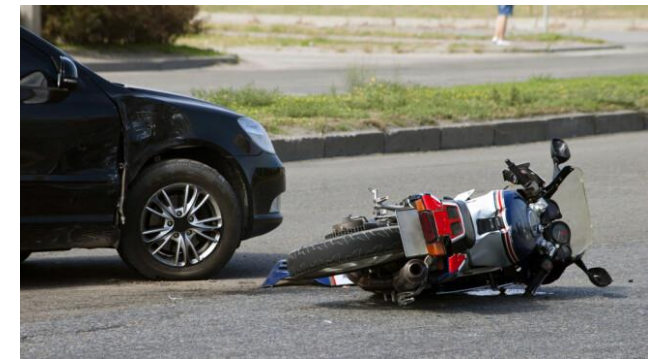
Bevölkerungsstand und -struktur			
	2000	2016	▸ 2030 ¹⁾
▸ Bevölkerung im Jahresdurchschnitt	8.011.566	8.739.806	9.432.086
Anteil 0 bis 19 Jahre (in %)	23,1	19,6	19,6
Anteil 20 bis 64 Jahre (in %)	61,5	61,9	57,6
Anteil 65 und mehr Jahre (in %)	15,4	18,5	22,8

Was ist ein „Polytrauma“?

- ISS \geq 16, injuries of \geq 2 body regions (Baker, O´Neill, Haldon 1974)
- \geq 3 injuries, life threatening (Tscherne)
- \geq 2 severe injuries with considerable influence on the clinical course (Hofmann v. Kap-herr)
- ... → Keine allgemein akzeptierte Definition; Wissenschaft?

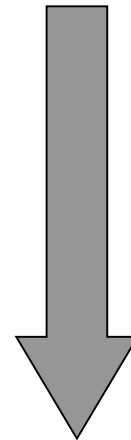
Altersspezifische Ursachen für schwere (Mehrfach-) Verletzungen

- **< 1 Jahr**
 - Shaken baby
 - Kfz-Insasse
 - Sturz aus Höhe
- **< 6 Jahre**
 - Verkehrsunfälle (Insasse/Fußgänger)
 - Sturz aus Höhe
- **6-10 Jahre**
 - Fahrrad (sinkende Zahlen)
 - Verkehr
- **> 10 Jahre**
 - Verkehr (Moped)
 - Sport
 - Freizeit
 - Selbstmord?



Multiple Trauma in Children

(Study results; n=70)



n=61 (87%) Head injuries

n=53 (76%) Extremities

n=43 (62%) Thorax

n=28 (40%) Abdomen

n=10 (14%) Pelvis

n=4 (6%) Spine

Ø 5.1 Injuries/Patient

- Wachsendes Skelett → Remodelling, Wachstumszonen...
- 90% stumpfes Trauma = wenig äußere Verletzungszeichen = wird oft übersehen (Milz, Leber)
- Niedrige Hypoxieschwelle, bessere initiale Kompensation → Schnelle Dekompensation
- Großer Kopf = Schwerpunkt = viele Kopfverletzungen
- ↑ Wärmeverlust, Glukose & Flüssigkeit, Medikamente berechnen
- Psychologische Aspekte, Stress, fehlende Erfahrung mit Kinderunfällen
- Ungenaue Unfall-Meldungen ("unobserved accidents")
- Schwere durch leichte Verletzungen maskiert ("blinders phenomenon")
- Technische Probleme (Intubation, Venenweg)



Präklinische Versorgung...

- Risiko-Einschätzung bei Kindern schwierig
- High risk:
 - Verkehrsunfälle mit ungleichen Partnern
 - Kein Gurt/Helm
 - Sturz aus Höhe (>3x Körpergröße)
- Weinende Kinder, Abwehr = normal
- **Ruhige, brave Kinder = Gefahr!!!**
- Falls möglich, Eltern bei den Kindern lassen
- Kein Fläschchen zur Beruhigung...



Präklinische Versorgung...

- Stress – Beruhigung
 - Zähle bis 10 oder Eigenpulsmessung
- Unkontrollierte Blutung?
- All roads lead to A,B,C,D,E...
 - A - Airway
 - B - Breathing
 - C - Circulation
 - D - Disability (Neurologie)
 - E - Exposure/Environment (Exploration)



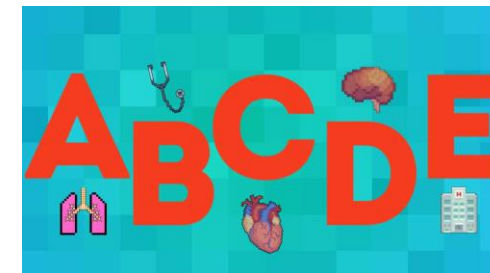
Präklinische Versorgung...

- Aus der Ferne beobachten, was sehen Sie?
 - Wachheitsgrad?
 - Hautfarbe?
 - Bewegungen/Interaktion?
- **A= Airway**
 - Bewusstlose Kinder schützen die Atemwege nicht
 - Meist blockiert durch Zunge
 - Atemwege sehr klein, werden leicht verlegt
 - In den ersten 30 Lebenstage – obligate Nasenatmer
 - Sauger bereithalten: Blut/Schleim



Präklinische Versorgung...

- **B = Breathing**
 - Alle Kinder brauchen Sauerstoff und zwar viel !!!!
 - Maskenbeatmung einfacher als Intubation
- **C= Circulation**
 - Puls
 - Farbe, Temperatur, Hauttextur
 - Rekap-Zeit
 - ≤ 2 Sekunden GOOD NEWS
 - 2-4 Sekunden WATCH OUT
 - ≥ 4 Sekunden DEEEP TROUBLE!!!



Welche Kindernotfälle sind häufig? Normwerte...

Atemfrequenz nach Alter	1 Monat	1 Jahr	2 Jahre	5 Jahre	10 Jahre
Obergrenze Normbereich	60	50	40	30	25
Untergrenze Normbereich	25	20	18	17	14

Herzfrequenz nach Alter	1 Monat	1 Jahr	2 Jahre	5 Jahre	10 Jahre
Obergrenze Normbereich	180	170	160	140	120
Untergrenze Normbereich	110	100	90	70	60

→ Puls < 60 = Reanimation

Blutdruck nach Alter	1 Monat	1 Jahr	5 Jahre	10 Jahre
50 Perzentile systolisch	75	95	100	110
5. Perzentile Systolisch	50	70	75	80

Faustregel:

Systolischer Druck: Höher als 70 mmHg + doppeltes Alter in Jahren

→ Kompliziert!

→ Puls im Notfall wichtiger als Blutdruck!

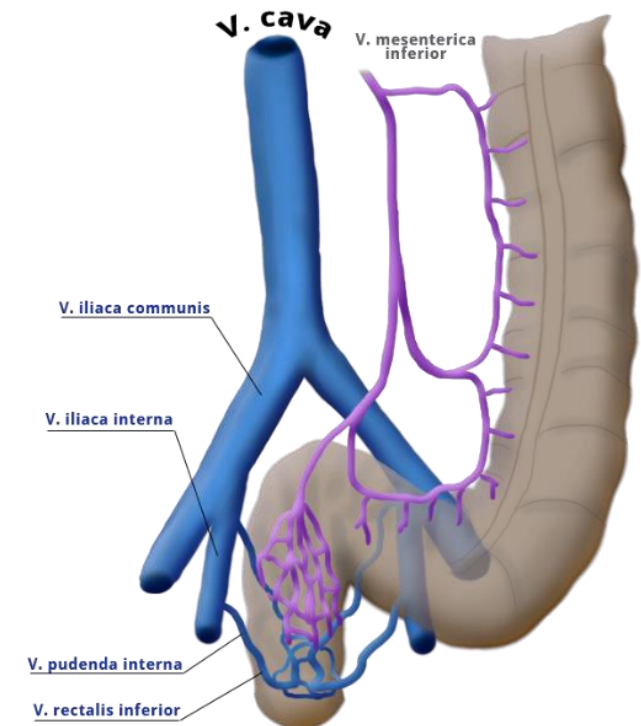
Venenweg

- Frühzeitig! (Solange es noch geht...)
- Mögliche Venen bei Babies/Kindern:
 - Cubita
 - Hand
 - Kopf
 - Fuß
 - Sprunggelenk
 - Jugularvene
 - ...Knochen!
- Gewicht Faustregel
 - $(\text{Alter} + 4) \times 2 \dots$



Alternative Applikation

Medikament	i.v.	Rektal	Nasal
Midazolam	0,1mg/kg	0,5-1,0mg/kg	0,2-0,3mg/kg
Fentanyl	1-3mcg/kg	-	3mcg/kg
Ketanest-S	0,25-0,5mg/kg	1-2mg/kg	-
Nalbuphin	0,1-0,2mg/kg	-	0,1-0,2mg/kg



- Todesfälle meist durch SHT
- Großer Kopf = Mehr Hebelwirkung am Nacken
- Gehirn weicher, weniger Myelin, größere Liquorräume, Kalotte dünner
 - Mehr Platz
 - Beschleunigung, Bremsen
 - Scherkräfte = Blutung
- Vorteile:
 - Plastische Verformbarkeit
 - Offene Nähte
 - Offene Fontanelle



Kopfverletzungen – Wann bedrohlich?

- Risiko-Sturzanamnese trotz Beschwerdefreiheit
- Neurologische Symptome
 - Bewusstseinstörung
 - Erbrechen, Kopfschmerzen
 - Koma
- Krampfanfall
- Hinweise auf Schädelfraktur
- Verdacht auf nasale oder otogene Liquorfistel
- Verdacht auf Kindesmisshandlung



Fünfwähriges Mädchen schien zunächst nur leicht verletzt – Notoperation kam zu spät

Kind starb nach Sturz über Stiege

Nur eine kleine Wunde – mehr war da nicht! Und dennoch war ein fünfjähriges Mädchen aus dem Waldviertel (NÖ) nur Stunden, nachdem es in ihrem Elternhaus über eine Stiege gestolpert war, tot. Ursache des tragischen Unglücks: eine Hirnblutung! Die kleine Natascha starb trotz Notoperation im Amstettnrer Mostviertel-Klinikum.

„Tragisch, schicksalhaft!“ So bezeichnet Krankenhausdirektor Helmut Krenn den Fall der kleinen Natascha. Und tatsächlich lassen sich für den plötzlichen Tod des Mädchens aus St. Oswald im Yspertal im Herzen des Waldviertels (NÖ) kaum andere Worte finden. Das Mädchen war nur über zwei kleine Stufen gestolpert – sie war diese Stiege schon Hunderte Male hinunter gestiegen. Doch bei dem Sturz zog sich die Fünfjährige über

dem Ohr eine Rissquerschwund zu. Sofort fuhr die verantwortungsvolle Mutter mit ihrem Töchterchen ins Mostviertel-Klinikum nach Amstetten. „Dort wurde die Patientin von einem unserer

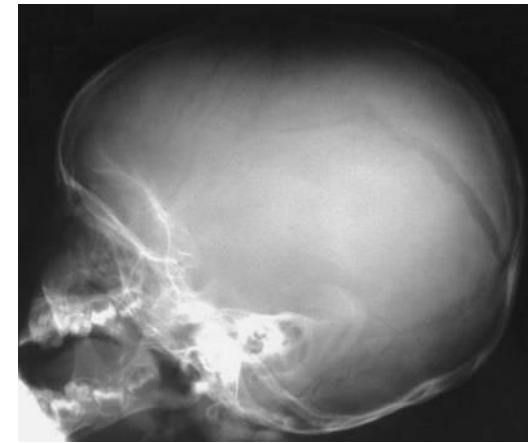
VON MARK PERRY

erfahrensten Mediziner untersucht. Es waren aber keine inneren Verletzungen zu erkennen“, erklärt Direktor Krenn gegenüber der „Krone“. Das Kind wurde in häusliche Pflege entlassen, doch Stunden später verschlechterte sich Nataschas Zustand dramatisch. Nach einem Kreislaufversagen musste sie vom Notarzt wiederbelebt werden. Bei einer neuerlichen Untersuchung im Klinikum wurde ein Bluterguss festgestellt. Es war erst später aufgetreten und letztlich tödlich.



Das Mädchen starb trotz Notoperation im Mostviertel-Klinikum

- 93% der Kinder mit intrakranieller Blutung haben „Beule“ + Neurologie
- Vordere Fontanelle = Hirndruckmonitor
- Weiche, teigige Schwellung = Liquorkissen = Frakturzeichen



- Kortison
- Hyperventilation
- Mannitol
- Hypertone Kochsalzlösung
- Hypothermie
- ...



Präklinisch nicht empfohlen!



- Oberkörper hochlagern, HWS immobilisieren!
- Kind beruhigen, nichts essen oder trinken lassen
- GCS ≤ 8 = Intubation = wie beim Erwachsenen
- Atmung/Kreislauf: Normokapnie, Normoxie (SpO₂ über 90%), Normotonie

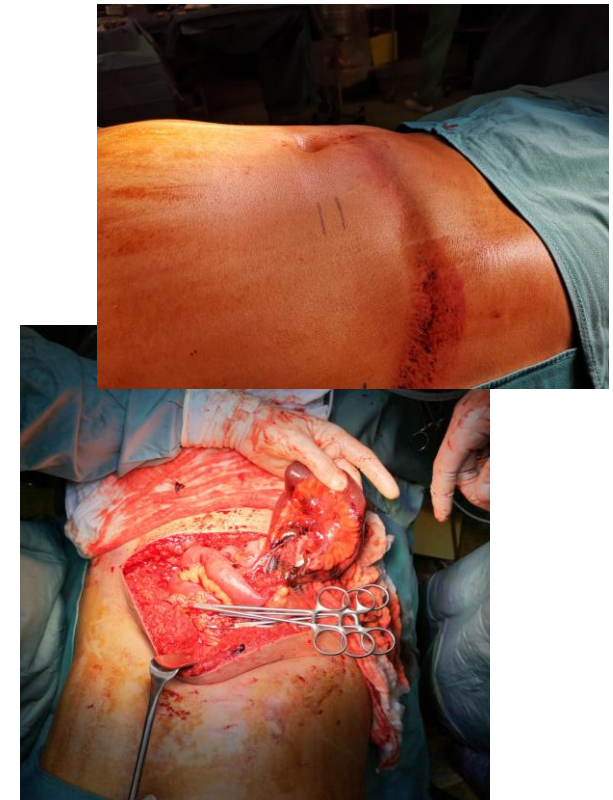
Atemweg/Thorax beim Kind

- Große Zunge
- Hals kürzer = schwierige Intubation
- Rippen elastisch = Frakturen ↓, Lungenkontusion ↑
- Elastisches Mediastinum: Spannungspneu-Toleranz ↓
- Zwerchfellbeweglichkeit wichtig für Atemmechanik



Abdomen beim Kind

- Oberbauchorgane: Weniger Schutz durch Rippen
- Organe relativ größer als bei Erwachsenen
- Rippen sind weicher
 - Nieren, Leber, Milz weniger geschützt
- 90%: Stumpfes Trauma
- Schocktherapie! Rascher Transport!



■ Prellmarken?

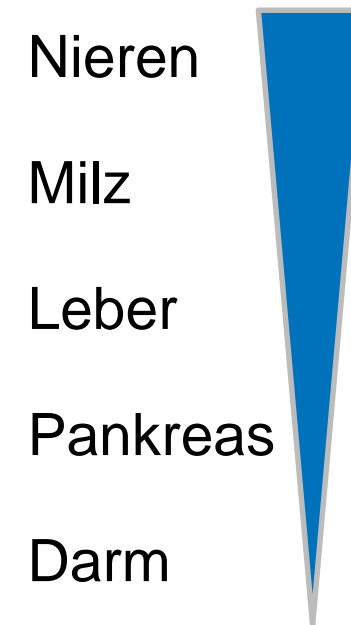
- Flanke → Retroperitoneum/Nieren
- Seat-belt-sign → Darmruptur, LWS#
- Handle-bar → Duodenum, Pankreas

■ Schmerzen?


- Lokalisation über Organ
- Schulterschmerzen links → Milz
- Epigastrisch → Pankreas

■ V.a. relevantes Trauma:

- Tachykardie, Hypotension, Tachypnoe
- Lagerung, Schmerztherapie, Kreislauf?
- Entlastung mit Magensonde (v.a. bei distendiertem Abdomen)



- Welche Frakturen sind häufig?

	Speiche (Handgelenk)	23,3	
	Hand (Finger, Mittelhand...)	20,1	
	Ellbogenbereich	12,0	
	Schlüsselbein	6,4	
	Speiche (Schaft)	6,4	
2/3 obere Extremität ←	Schienbein	6,2	
	Fuß (Zehen, Mittelfuß...)	5,9	
	Sprunggelenk	4,4	
	Oberschenkel	2,3	
	Oberarm (mitte/oben)	1,4	
	Andere	11,6	
		<hr/> 100%	

„Blinders Phänomenon“



Oh Gott...

- Schienung!
- Schmerztherapie!
- Wunde?

Messer im Rücken?

Milzruptur?

Pneumothorax?

Kreislauf?

.....

- Durchblutung? Sensibilität?
- Wunde? Andere Verletzungen?
- Schmuck abnehmen (Ringe/Armband)
- Schienung, Lagerung, Kühlung = Schmerztherapie
- Sam Splint kann zugeschnitten werden (Finger)
- Vor Ort reponieren ist extrem selten erforderlich
 - Weil meist kurze Transportzeiten in Mitteleuropa
 - Evtl. bei Pulslosigkeit und extremer Fehlstellung
 - Lange Ischämietoleranz (Extremitäten: 6-8 Stunden!)

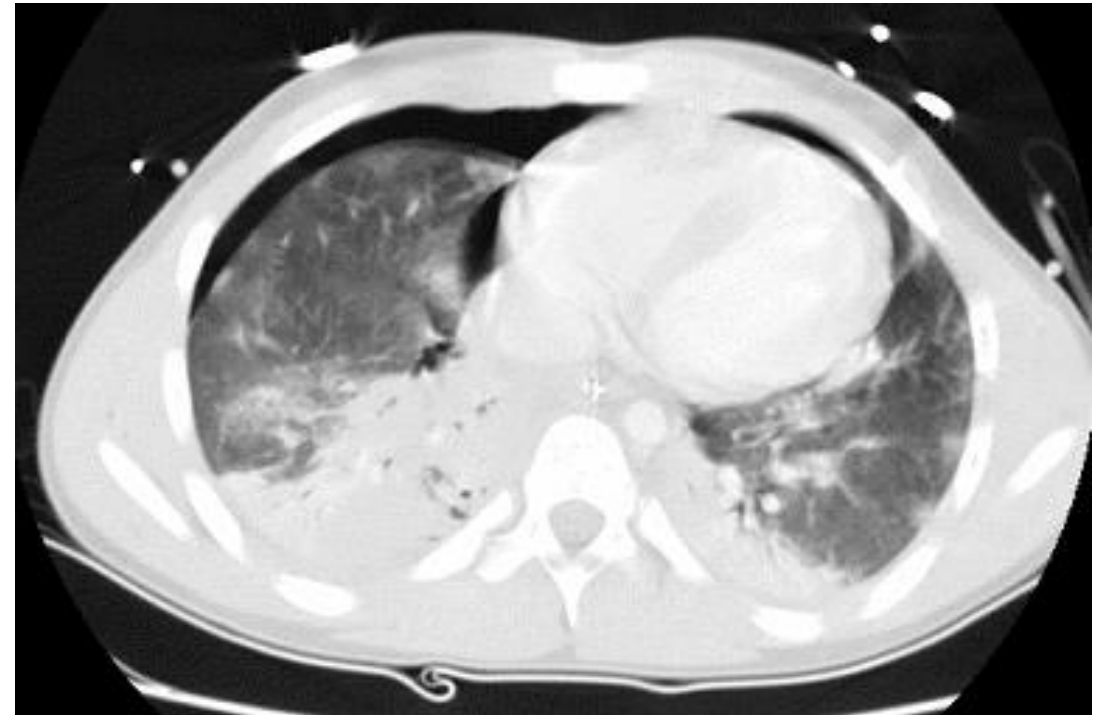
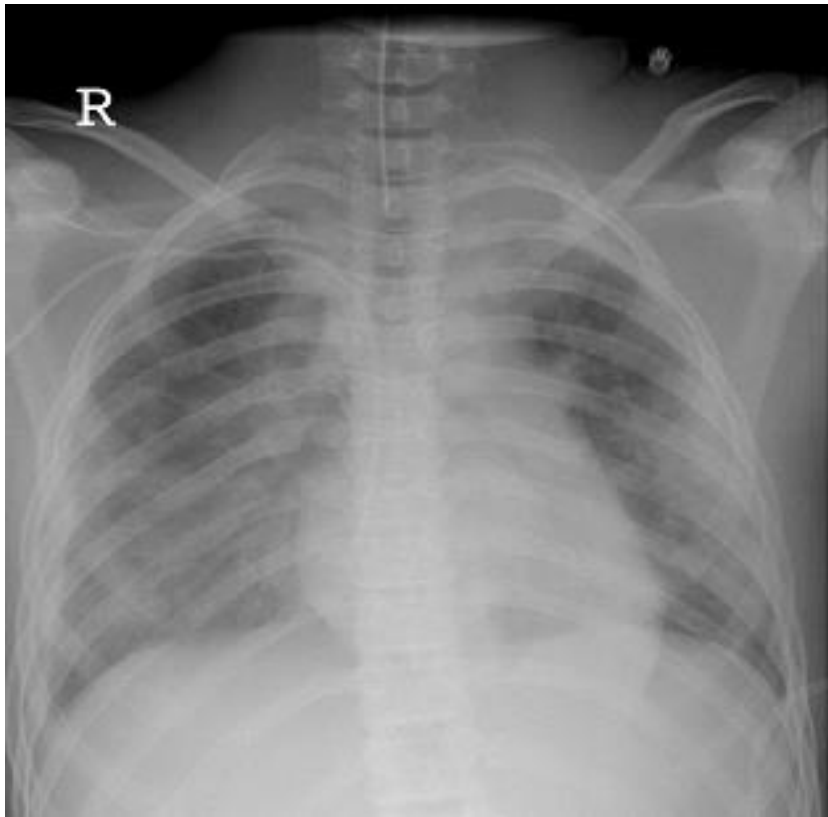


Untersuchung...



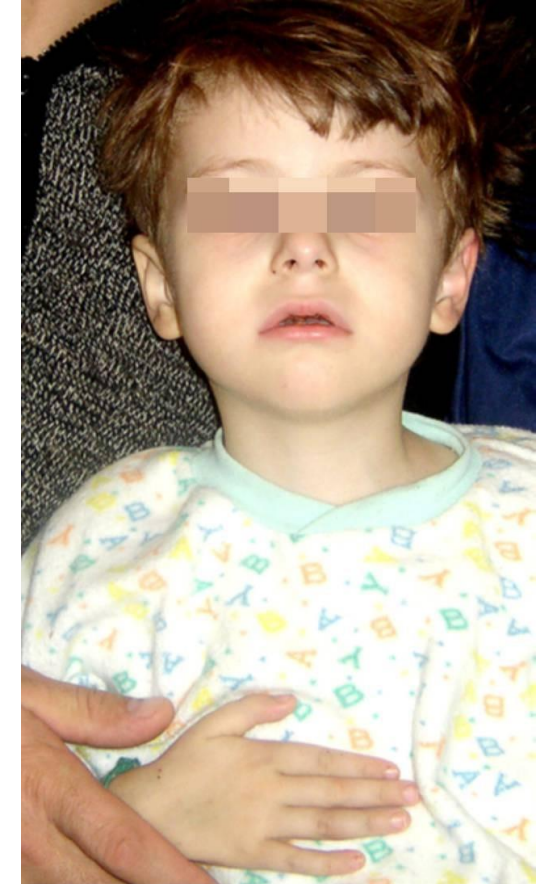
Martin, 12a PKW-Insasse

Untersuchung...



■ Hypovolämie erkennen

- Tachykardie, Tachypnoe, Hypotonie, Apathie, Blässe
- Fontanelle (immer im Liegen beurteilen)
- Blutdruckmessung bei Kindern im Notfall unzuverlässig, weil Kompensation trotz 25% Blutverlust (Fleming et al, Lancet 2011)



Anämisches Kind, kreislaufstabil

Rieger-Fackeldey E., Monatsschrift Kinderheilkunde 2018

Ohne Ausrüstung	Mit Ausrüstung zusätzlich
Kind bei Bewusstsein	
Beruhigen	Monitoring
Ursache bekämpfen (Blutung stoppen)	Venöser Zugang iv. oder io.
Lagerung (Beine hoch, Autotransfusion)	Infusion isotone, kristalloide Lösung (Ringer-Laktat besser als NaCl): 10ml/kg Bolus, 4-6x wiederholen Bei Kindern im Blutungs-Schock 40-60ml/kg!
Trinken lassen	
Puls fühlen	
Kind bewusstlos	
Seitenlagerung, Notruf	Sauerstoffgabe
Bei Fieber: Kühlen	

- Reversible Ursachen für Herzstillstand, die 5 H's



Ursache	Therapie ohne Ausrüstung	Therapie mit Ausrüstung zusätzlich
Hypoxie	Reanimation; Atemwege frei machen, beatmen	Sauerstoffgabe
Hypovolämie	Reanimation; Verluste stoppen (Blutung), evtl. Autotransfusion (Beine hoch)	Infusion 10ml/kg Bolus, 4-6x wiederholen Bei Kindern im Blutungs-Schock 40-60ml/kg!
Hypothermie	Reanimation; Anwärmen, Decke	Wärmelampe, Heizdecke
Hypo/Hyperkaliämie	Reanimation	Hypokaliämie: Kaliumchlorid iV Hyperkaliämie: Salbutamol (Sultanol®)-Inhalation, Na-Bikarbonat, Calciumglukonat, Glukose-Insulin-Infusion....
Hypoglykämie (Neugeborenen)	-Reanimation	Glukagon 100-300mcg/kg i.m. Glukose iV (4-8 mg/kg/min Glukose, z.B. 10%ige Glukose mit ca. 2,5–5 ml/kg/h)

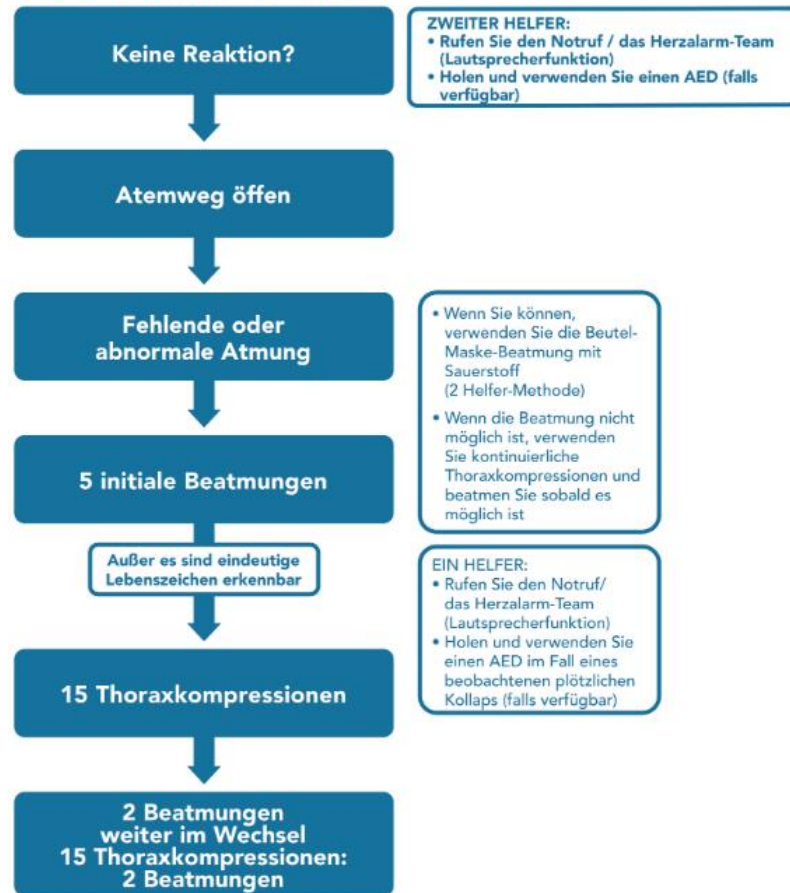
- **Reversible Ursachen für Herzstillstand, die 4 HITS**



Ursache	Englisch: Die 4 „T“	Therapie ohne Ausrüstung	Therapie mit Ausrüstung zusätzlich
Herzbeuteltamponade	Tamponade	Reanimation	Perikardpunktion
Intoxikation	Toxins	Reanimation	Antidot
Thrombembolie	Thrombembolism	Reanimation	Thrombolyse
Spannungspneumothorax	Tension pneumothorax	Reanimation	Thoraxdrain

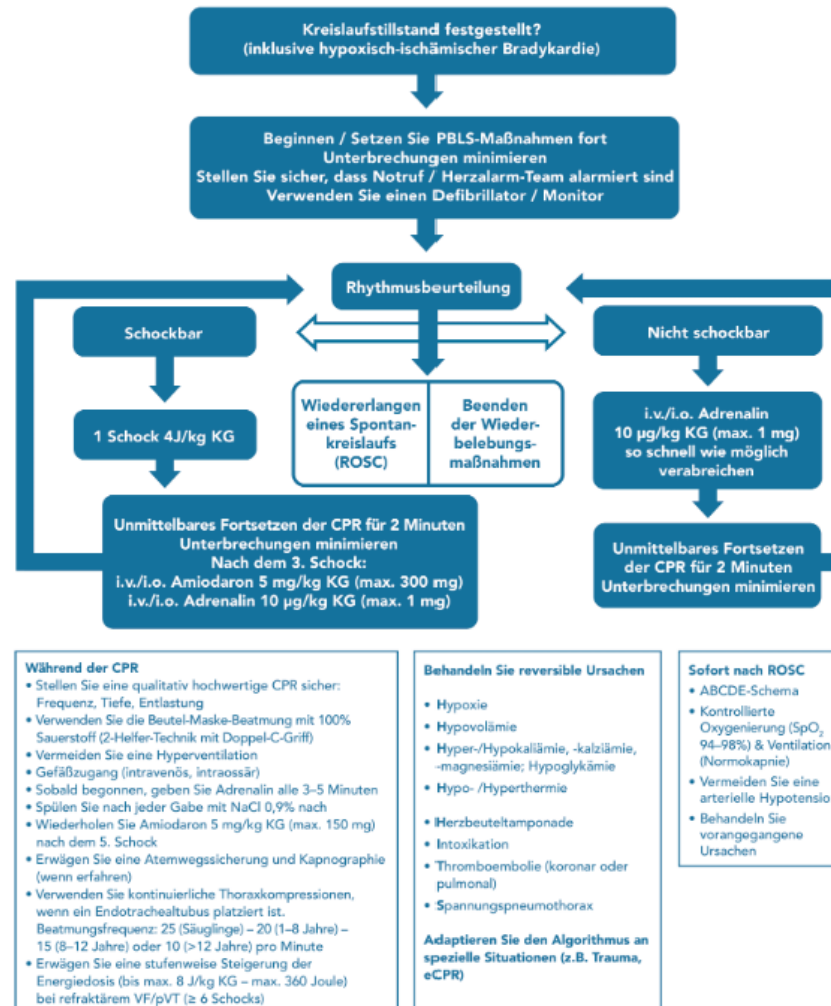
LEBENSRETTENDE MASSNAHMEN BEI KINDERN

SICHER? RUFEN SIE UM HILFE



ERWEITERTE MASSNAHMEN ZUR REANIMATION VON KINDERN

SICHER? RUFEN SIE UM HILFE



→ kompliziert...

- Vereinfacht: Kinder brauchen Sauerstoff!

Ein bis zwei Helfer, keine Ausrüstung	Zusätzlich mit Ausrüstung und mehrere Helfer
Hilfe rufen	So viele Helfer wie möglich, Ausrüstung herbeischaffen (inkl. Defi)
Keine normale Atmung + keine Lebenszeichen = Reanimation	Beutel-Maske-Beatmung + Sauerstoff, Intubation
Atemweg öffnen, 5x beatmen → Lebenszeichen?	Kontinuierliche Beatmung während Thoraxkompression (Streitthema)
Keine Lebenszeichen: 15 Thoraxkompressionen	Venöser Zugang iv. oder io., Rhythmusbeurteilung:
2 Beatmungen, 15 Kompressionen im Wechsel (Kinder 15:2, Erwachsene 30:2)	<u>Schockbar (VF, pulslose VT):</u> 1. Schock 4J/kg, 2 min CPR, 2. Schock, 2 min CPR Nach 3. Schock: - Amiodaron 5mg/kg (max. 300mg) - Adrenalin 10µg/kg (max. 1mg) → Alle 3-5 min
Weitermachen bis Rettungsdienst eintrifft	<u>Nicht Schockbar:</u> - Adrenalin 10µg/kg (max. 1mg) alle 3-5 min

- Abbruchkriterien Reanimation bei Kindern
 - Sicherheit des Ersthelfers nicht gewährleistet
 - Reversible Ursachen ausgeschlossen
 - Offensichtlich tödliche Verletzungen
 - 20 min keine Herzfrequenz trotz erweiterter Maßnahmen → „Abbruch erwägen“

- Erwachsene: „TOR-Rule“ (Termination of Resuscitation)
 - Herzstillstand nicht beobachtet
 - Keine Laienreanimation bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes
 - Keine Defibrillation
 - Kein ROSC bis zum Transportbeginn
 - Cave: Ausnahmen bei Kindern möglich!



Rotering VM, Trepels-Kottek S, Heimann K, Brokmann JC, Orlikowsky T, Schoberer M. Adult "termination-of-resuscitation" (TOR)-criteria may not be suitable for children - a retrospective analysis. Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2016 Dec 7;24(1):144.

Einrichtungen im Krankenhaus



Einrichtungen

- Hubschrauber-Landeplatz
- Schockraum
- CT, Ultraschall
- Verfügbarer OP
- Traumateam
(Traumaleader, 2x Chirurg+Pflege, Anästhesist+Pflege, RT)
- Verfügbarkeit von Spezialisten (Kinderchirurgie, Radiologie, Neurochirurgie, Plastische Chirurgie, Augenheilkunde, Kieferchirurgie, HNO...)
- Intensivstation



Team work....



Chaos



Perfektion

Team approach and guidelines



Positionen an der Schockraumliege

- Atemweg
- O2-Maske
- Monitoring
- i.v./i.o.

1 AN

US

OA1

2

RT

Rx

Medocs

TL

- Briefing, Teameinteilung
- Whiteboard
- 5sec round
- Kontrolle Rücken bei Log-roll
- Organisation OP/ITS/Konsile
- Transfusion
- SR-Dokumentation

Konzept: Barbara Hallmann

Arzt

Pflege

Radiologie

Wundversorgung

A Atemweg
HWS-Immobilisation

B Beatmung

C Infusion
Transfusion
Gerinnung

D GCS

E Anamnese
Allergien
Medikamente
Log-roll

Ass 3

A HWS Stabilisierung

C T-Pod
I.v./i.o.-Zugang
Periph. Blutungen
Harnkatheter

D Pupillen
GCS
pMDS

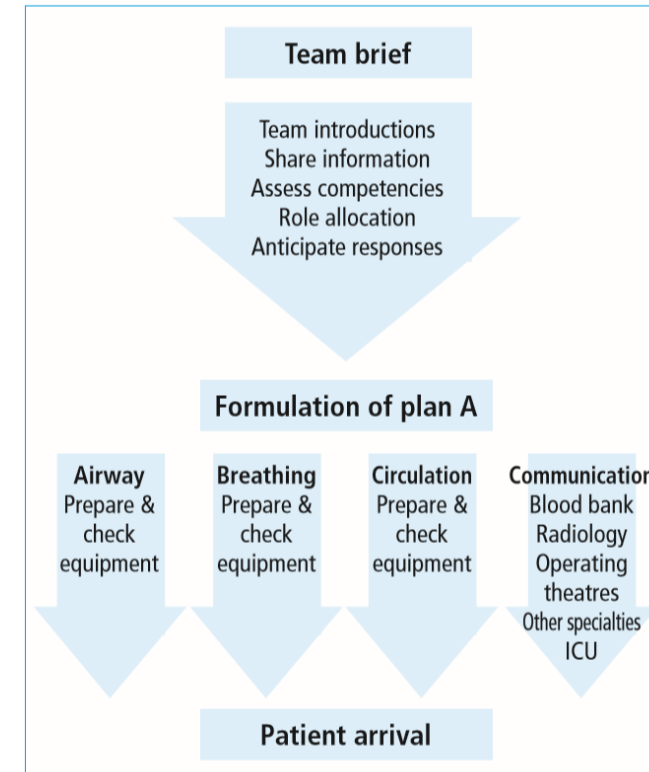
E Log-roll
Wundversorgung
Secondary Survey

Standard Erstmaßnahmen

- Monitoring
- EKG/SpO2/NIBP/etCO2/Temp
- Iv Zugänge
- ABCDE – Diagnostik
- Wärmung

Kommunikation (Traumaleader)

- Akute vitale Bedrohung
- Stabil/instabil
- Prozedere
- Polytrauma ja/nein → Abbruch



Ausstattung...



Wo finde ich was?



Teamwork

- Vorbereiten: Team (Information...) und Schockraum (Medikamente berechnen, Whiteboard...)
- Einer ist team-leader
- Zahl der Anwesenden limitieren
- Patient vollständig entkleiden, aber warm halten
- Dokumentation (Zeiten, Medika, Diagnosen...)
- OP bereithalten

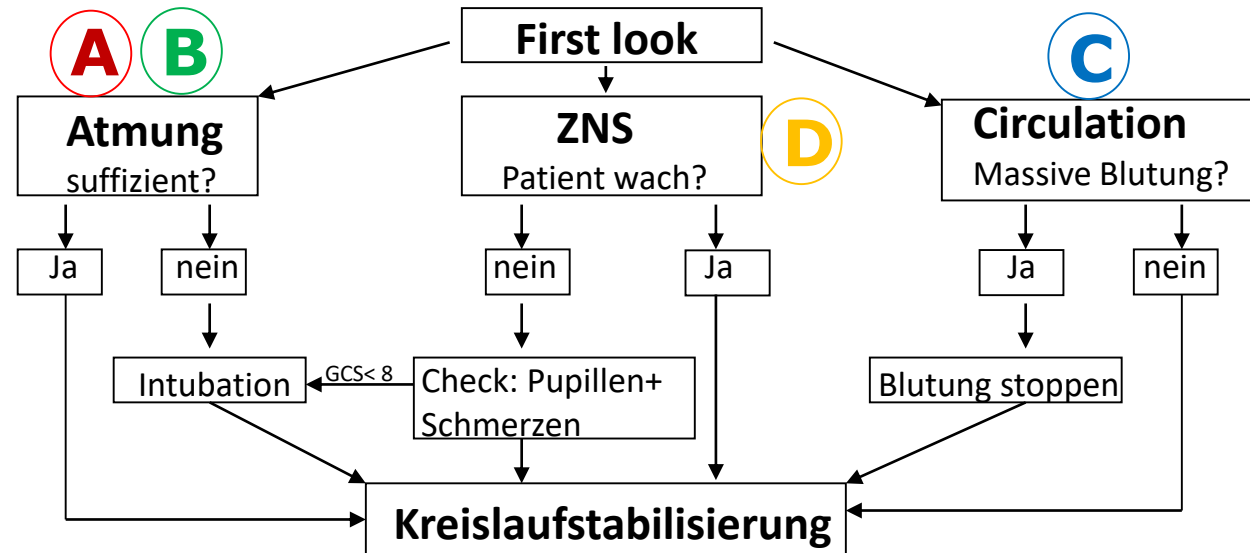


Untersuchung

- **Timetable:**
 - First look : 1 min
 - Stabilisierung: 5 min
 - Klinische Untersuchung: 15 min
 - **Second look:** 60 min
 - Blutung eventuell durch Schock maskiert
 - Neurologie
 - Extremitäten



Untersuchungstechnik



Untersuchung

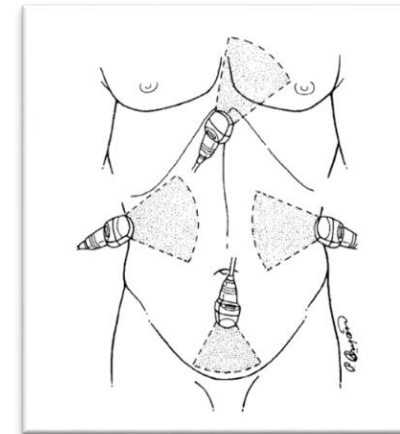
Check: ZNS	→	- SHT, CT?
Check: Thorax	→	- Auskultation, Stabilität? - Thoraxröntgen - Drainage?
Check: Abdomen	→	- US (FAST) - Katheterharn (Urographie?)
Check: Frakturen	→	- Rö (Standard): Schädel, HWS, Becken - Rö (Optional): WS, Extremitäten
Check: Peripherie	→	-Doppler-Sonographie?

„Trauma-Spirale“: Kopf, Hals, Thorax, Abdomen, Becken

→ CT restriktiv einsetzen, Strahlenbelastung!

(E-)FAST-Ultrasound

- „Focused assessment with sonography for trauma“
- Thorax, Abdomen
 - 1. RUQ: Morrison, Hepatorenal recess
 - 2. Pericardium – subxiphoid or intercostal
 - 3. LUQ: Perisplenic space
 - 4. Pelvis
 - (5. E-Fast: Bilateral pleura)

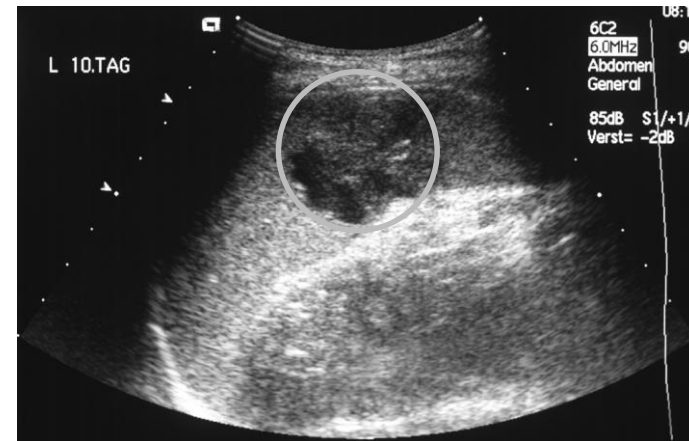


FAST follow up

Ultraschall-Kontrolle!



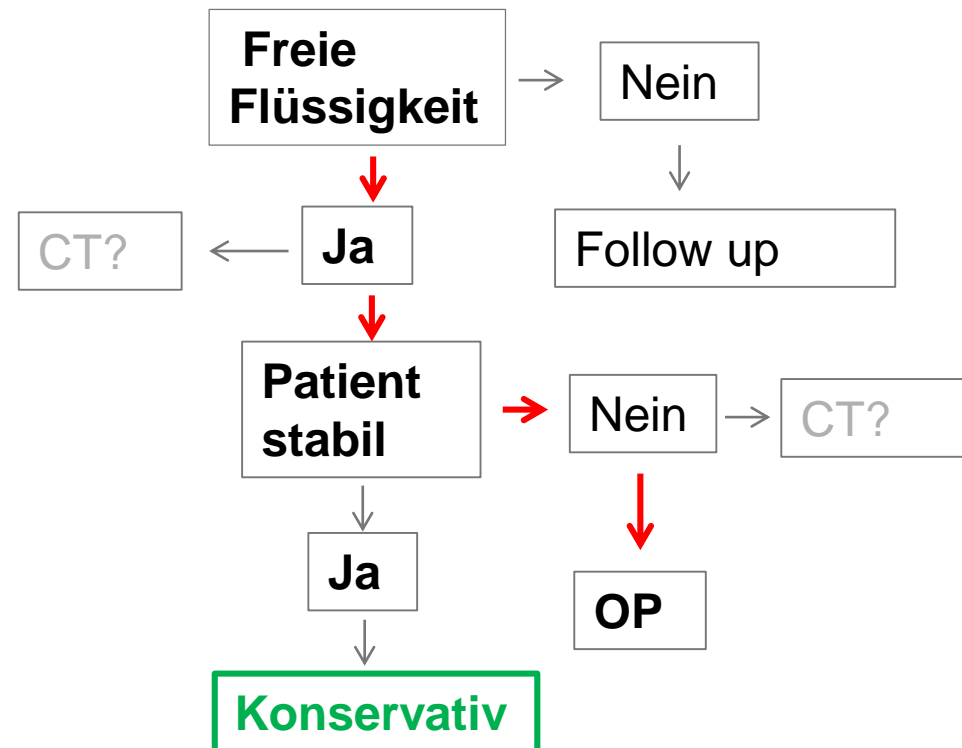
Milzruptur Tag 1



Milzruptur Tag 10

Stumpfes Bauchtrauma

- Untersuchung
 - Ultraschall
 - CT, (MRI)
- Behandlung
 - Konservativ > 95%
 - OP (selten)



Stumpfes Bauchtrauma

Bei instabilem Patient: Es ist wichtiger, die klinische Entscheidung hinsichtlich einer OP zu treffen als eine erweiterte Diagnostik zu vervollständigen, die keine Konsequenz hat!

Early versus delayed fracture stabilization

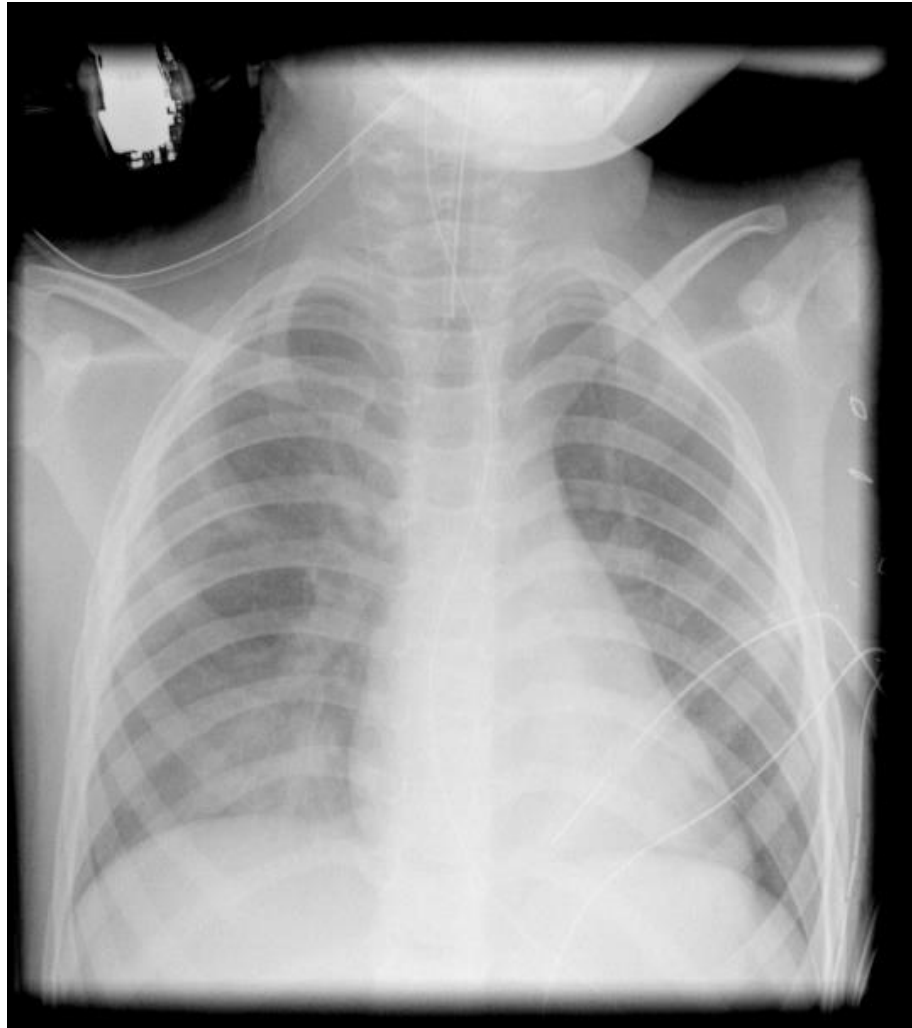
- Pulmonary complications?
 - Hedequist et al. 1999: Pulmonary complications not related to fracture stabilization (children)
- Outcome, Survival?
 - Brundage et al. 2002: Outcome better in case of early fracture stabilisation (adults)
 - Flierl et al 2010: „early total care“ in mild head trauma, „damage control“ in severe head trauma (secondary intervention: ICP < 20 for >48 hours)

Fall

Gheorge V

- Vater Gastarbeiter, Spanien-Rumänien, VU
- Vater hatte Sekundenschlaf
- Kind wurde aus Auto geschleudert, kein Gurt angelegt
- Intubation am Unfallort
- Schockraum Ankunft 3:45 am





Beidseitige
Lungenkontusion

Gheorge`s Situation

- Hautverlust linker Arm
- Keine messbare Durchblutung
- Beidseitige Lungenkontusion
- Knochendefekt Schädeldach, multiple Scherblutungen
- Fingerluxation
- Defekt und Dislokation linkes Handgelenk
- Verlust der Strecksehnen dig 2+3 und des Extensor pollicis longus

Gheorge`s Strategie

- SHT, Lungenkontusion → mögliche Langzeitbeatmung
- Offene Wunden mit extensiven Haut und Muskeldefekten → temporäre Deckung
- Wiederherstellung der Durchblutung
- Stabilisierung Handgelenk und Fingerfraktur
- Hirndrucksonde – ICP-Monitoring

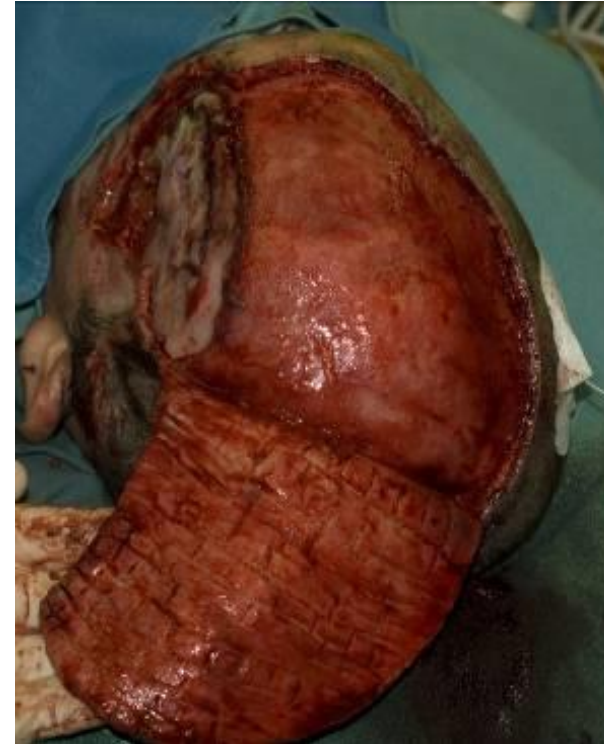




Latissimus dorsi flap –
Plastische Chirurgie



Rekonstruktion der A. brachialis mit saphena grafting
– **Gefäßchirurgie**



Defekt mit Eröffnung der Dura - Rotationslappen:
Plastische- und Neurochirurgie



Frakturversorgung und Spalthautdeckung:
Kinder- und Jugendchirurgie

6 Monate nach dem Trauma



Zusammenfassung

- Pädiatrisches Polytrauma ist eine multidisziplinäre Herausforderung
- Die Koordination der Spezialisten erfolgt im Kinderzentrum –
“Leadership in pediatric trauma”
- Kinder-Traumacenter: Moderne Behandlungsstrategien für alle Kinder
und Jugendlichen

Noch Fragen?

