

Forum Kinder-AINS Auf der Bult, 25. Sept. 2013



Der Weg des schwer brandverletzten Kindes – Von der Notaufnahme über den OP auf die Intensivstation

Holger Guericke
Abt. Anästhesie, Kinderintensiv- und Notfallmedizin,
Kinder- und Jugendkrankenhaus AUF DER BULT,
Hannover; guericke@hka.de



Pathophysiologie



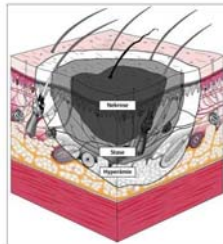
- **Verlust der Schutzfunktion**
 - Wärmeregulation
 - Schutz vor Flüssigkeitsverlust
 - Infektionsschutz
- **Lokale und systemische Mediatorwirkung**
 - Lokalisierte Ödembildung
 - SIRS (Verbrennungskrankheit)

Pathophysiologie



• Zweiphasiger Ablauf

- Volumenbedarfsphase
 - Ödembildung max. 8 – 12 h
 - Dauer 1 – 3 d
- Hypermetabole Phase
 - Ernährung
 - Medikation
 - Infektionen



Verbrennungszonen nach Jackson

Cardiovaskuläre Veränderungen



Früh

Spät

↓ Cardiac output
↑ Systemic vascular resistance
Hypovolemia

↑ Cardiac output
Tachycardia
Systemic hypertension

Hämatologische und gastrointestinale Veränderungen



Früh

Spät

Hemoconcentration
Hemolysis
Thrombocytopenia

Anemia

↓ Perfusion with mucosal damage
Endotoxemia

Stress ulcers
Adynamic ileus
Acalculous cholecystitis

Endokrine und metabolische Veränderungen



Spät

↑ Metabolic rate
↑ Core body temperature
↑ Muscle catabolism
↑ Lipolysis
↑ Glucolysis

↑ Futile substrate cycling
↑ Insulin resistance
↓ Thyroid hormones
↓ Vitamin D
↓ Parathyroid hormone

Neurologische Veränderungen



Früh

Spät

↑ Cerebral edema
↑ Intracranial pressure

Hallucination
Personality change
Delirium
Seizure
Coma

Strukturierte Übernahme des (schwer-)brandverletzten Kindes – das ABCDE Schema



Sichere Umgebung, Stopp der Kühlung, Sichtung
Atemwege & Analgesie, Anamnese

Die 3 „S“



- Schockraum & OP-Saal **aufheizen** (ca. 28 - 35°C)
- Konvektive **Wärmesysteme** („Wärmedecke“), Heizstrahler
- Entfernen aller feuchten Bedeckungen und Unterlagen
- Sichtung des Verletzungsmuster

Atemwege



- Aktive Suche nach Zeichen des **gefährdeten Atemweges**: Inhalationstrauma? Präexistente Anomalien?
- Ggf. definitive Versorgung des Atemwegs und endoskopische **Diagnostik** (OP), bzw. Kontrolle der Tubuslage
- **Intubation**: Bewusstlose Pat., Hypoxie, Atemwegsverletzungen, Flammenverletzung des Gesichtes, Einleitung der Narkose zur OP



Inhalationstrauma



- **Direkte thermische Schädigung**
- **Brandgasnoxen**

Symptome: Schwellung und Atemwegsverlegung
Stridor, Heiserkeit, Husten,
Bronchospasmus, Lungenödem

Hinweise: Carbonsputum, versengte Nasen- und Gesichtshaare, pathologische Schleimhautverfärbung

Inhalationsintoxikation



- **DD der Bewusstseinsstörung** neben dem SHT, Hypoxie und der Kreislaufinsuffizienz
- Inhalationsintoxikation durch systemische Aufnahme von Brandgasbestandteilen
 - **CO**
 - Therapie Sauerstoff FiO 1,0
 - **Cyanid**
 - Therapie Sauerstoff FiO 1,0
 - Evtl. Hydroxycobalamin, Natriumthiosulfat

Cave – unzuverlässige SpO₂-Messung!

Anamnese:

- **Zeitpunkt**
- **Begleitumstände**, Hergang
 - z.B. Zimmerbrand (Intoxikation)
- **Traumamechanismus**
 - Explosion, Strom, Verkehr, Sprung
- Allergien, Medikamente,
- **Begleiterkrankungen**
- **Größe und Gewicht**

Kindesmisshandlung ?

10-20% aller Verbrennungen bei Kindern unter 10 Jahren sind Folge einer Misshandlung oder Vernachlässigung (Erhebung aus dem angloamerikanischen Sprachraum)

Sehr hohe Dunkelziffer!



Intranasale Applikation der Analgosedierung



Rascher & effektiver als rektal
Fast so rasch & zuverlässig wie i.v.



MAD® (Mucosal Atomization Device)

Analgosedierung

Fentanyl	2 µg/kg KG (in, iv, io)
Morphin	0,1 mg/kg KG (iv, sc, io)
S-Ketamin	0,25 – 1 mg/kg KG (iv, io) 4 mg/kg KG (in)
Midazolam	0,5 mg/kg KG (in, po, supp) 0,1 mg/kg KG (iv, io)

Strukturierte Übernahme des (schwer-)brandverletzten Kindes – das ABCDE Schema

Sichere Umgebung, Stopp der Kühlung, Sichtung

Atemwege & Analgesie, Anamnese

Be-Atmung, Befundung & Berechnung

Be-Atmung

•Sofern Beatmung nötig:

- Prinzipien der lungenschonenden Beatmung einhalten
 - 4 – 8 ml/kg Atemzugvolumen

Befundung

Lund and Browder chart

Neunerregel (Erwachsene und Kinder über 15 Jahre):
Kopf, Arm je 9% KOF
Bein, Brust und Rücken je 18% KOF

Region	head	neck	anterior trunk	posterior trunk	right arm	left arm	buttocks	genitalia
Area								
Age 0	1	1	1	1	1	1	1	1
1	9%	9%	8%	5%	4%	4%	3%	
5	16%	16%	14%	9%	7%	7%	5%	
10	17%	17%	14%	9%	7%	7%	5%	
15	18%	18%	14%	9%	7%	7%	5%	
Adult	18%	18%	14%	9%	7%	7%	5%	

Berechnungen

- **Modifizierte Parkland-Formel (Baxter 1968):**
 - $4 \text{ ml} \times \% \text{ VKOF} \times \text{kgKG}$
 - davon 50 % in den ersten 8 h
- **plus Basisbedarf nach der 4-2-1-Regel**
 - 4 ml/kgKG/h für jedes kg von 0 – 10 kg
 - 2 ml/kgKG/h für jedes kg von 10 – 20 kg
 - 1 ml/kgKG/h für jedes kg ab 20 kg

Beispiel:

4 Jahre, 23 kg, Verbrühung 15 % KOF

Verbrennungsbedarf nach der mod. PF:

- $4 \text{ ml/kg/\%} \times 15 \% \times 23 \text{ kg} = 1380 \text{ ml}$
- Davon also in den ersten 8 h: 690 ml
- Ungefähr 86 ml/h

Basisbedarf nach der 4-2-1 Regel:

- $10 \times 4 \text{ ml} + 10 \times 2 \text{ ml} + 3 \times 1 \text{ ml} = 63 \text{ ml/h}$

Gesamtbedarf:

$63 \text{ ml/h} + 86 \text{ ml/h} = 149 \text{ ml/h}$

14 Jahre, 51 kg, Verbrennung 55 % KOF

- **Verbrennungsbedarf** nach der mod. PF:
 - $4 \text{ ml/kg/\%} \times 55 \% \times 51 \text{ kg} = 11220 \text{ ml}$
 - Davon also in den ersten 8 h: 5610 ml
 - Ungefähr 701 ml/h
- **Gesamtbedarf:**
 - = 701 ml/h

Strukturierte Übernahme des (schwer-)brandverletzten Kindes – das ABCDE Schema

Sichere Umgebung, Stopp der Kühlung, Sichtung

Atemwege & **A**nalgesie, **A**namnese
Be-Atmung, **B**efundung & **B**erechnung
Circulation (Zugang, Volumen) & **C**over
Dokumentation

Venenpunktionsorte beim Kind

Skalpvenen
 Jugularis externa
 Kubitalvenen
 Unterarmstreckseite
 Handgelenkinnenseite
 Lateraler Fußrücken

V. jugularis interna
 V. subclavia/V. brachiocephalica
 Thorax- und Bauchwand
 V. cephalica
 Handrücken
 Finger/Daumen
 V. femoralis
 V. saphena magna
 Großzehe

Modifiziert nach: Frei, Erb, Jonmarker, Sümplermann, Werner: Kinderanästhesie, 3. Auflage, Springer 2004

Venenzugänge in loco atypico



K.-H. Mücke



C. Eich



K.-H. Mücke

Manuelle und automatisierte i.o.-Systeme



Circulatorische Stabilisierung

- **Monitoring**
- **Schockgefahr** bei Kindern ab **10 % VKOF**
- **Balancierte Vollelektrolytlösungen**
- Bei Kindern **unter 20 kg** den **Basisbedarf** als **1 – 5 % Glucosevollelektrolytlösung** geben
- unter Monitoring der **Urinausscheidung**
 - **Über 30 kg:** **30 – 50 ml/h**
 - **Kinder:** **0,5 – 1 ml/kg/h**
- **Kolloide** als Zusatzmaßnahme möglich (Fluid creep, Polytrauma)
 - Möglichst nicht in den ersten 8 – 12 h
- Enge **Bindung** an die mod. Parkland **Formel** während der ersten **24 h** mit **zusätzlichem Basisbedarf**

Höherer Flüssigkeitsbedarf

- Inhalationstrauma
- Starkstromunfälle
- Großflächige 3. gradige Verbrennungen
- Verzögerter Beginn der Infusionstherapie
- „Overresuscitation“
- (Myoglobinurie)
- Infektion
- **Cave** 250 ml/kg/d – Gefahr des abdominalen Kompartmentsyndroms

Colloid Normalizes Resuscitation Ratio in Pediatric Burns

Iris Faraklas, RN, BSN,* Uyen Lam, BS,* Amalia Cochran, MD, FACS,* Gregory Stoddard, MPH,† Jeffrey Sathe, MD, FACS*

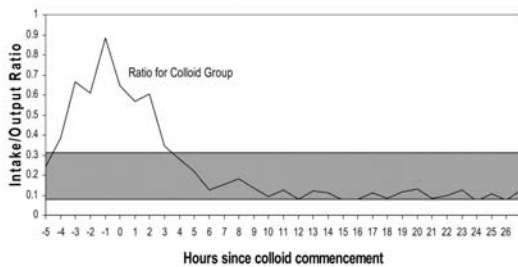


Figure 3. The median I/O ratio for colloid group.

$$= \frac{\text{total fluid intake (ml/Kg/\%TBSA/hr)}}{\text{urine output (ml/Kg/hr)}}$$

Dokumentation

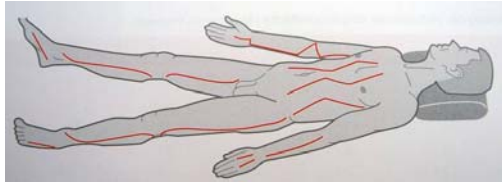


Escharotomie



Sofortmaßnahme in der Klinik:

-Bei zirkulären Verbrennungen ggf Entlastungsschnitte



Strukturierte Übernahme des (schwer-)brandverletzten Kindes – das ABCDE Schema



Sichere Umgebung, Stopp der Kühlung, Sichtung



Atemwege & Analgesie, Anamnese

Be-Atmung, Befundung & Berechnung

Circulation (Zugang, Volumen) & Cover

Dokumentation

Erhalt der Körpertemperatur & Evaluieren



Präoperative Überlegungen



- Begleitverletzungen/-erkrankungen
- Hämodynamik (Volumenbedarf, Katecholamine...)
- Blutkomponentenbestellung/-verfügbarkeit
- Lungenfunktion / Beatmungsparameter
- Atemwege
- Medikamente (Kalium, Diuretika.....)
- Ernährung, Nüchternheit
- Monitoring, Labor (BGA, BB, E'lyte, Gerinnung, CRP, Creatinin...)
- Prämedikationsmedikation

Anästhesieführung



• Monitoring

- Temperaturmonitoring
- Standardmonitoring schwierig zu platzieren
- Pulsoximetrieableitung evtl. unzuverlässig
- Stundenurinmessung
- Invasives Monitoring (invasive Blutdruckmessung, ggf. PiCCO)
 - Insbesondere bei hohem Volumenbedarf und hämodynam. Instabilität
 - Unmöglichkeit der RR Messung
 - Ausgeprägtem SIRS/Sepsis

Anästhesieführung



• Narkoseeinleitung und Aufrechterhaltung

- **Bedarfsabschätzung** an die Phasen anpassen
 - Akut: Kreislaufinstabilität!
 - Spätphase: Rezeptor „Upregulation“
Toleranzentwicklung
Umverteilung bei Hyperdynamie
- **Succinylcholin** in den ersten 24 h ok
 - Hyperkaliämiegefahr
- Kein **Etomidate**
- **Balancierte Verfahren** von Vorteil
- **Cave: Intraoperative Wachheit**
- **Cave Intensivpatient:** Kalium, Katecholamine, Sedativa.... **Perfusoranpassung!**

Anästhesieführung



• „Airway management“

- vor bestehende Anomalitäten feststellen ?
- Inhalationstrauma ?
- Hals- und Gesichtsverletzung ?
- „störende“ Verbände ?
- Vorbereitungen für den schwierigen Atemweg treffen
- Ausreichende Narkosetiefe erreichen oder fiberoptische „Wachintubation“ beim erwartet schwierigen Atemweg!
- Bei V. a. Inhalationstraumen immer eine endoskopische Kontrolle durchführen
- Extubation schlafend oder wach
- Nachbeatmung ?
- Tubusfixation



Anästhesieführung



• Flüssigkeitsmanagement

- Akutbedarf in der Frühphase nach der mod. Parklandformel und Zusatzbedarf nach klinischen Parametern, insbesondere
 - Stundenerin, SBH, RR, Kurvenform, ITBV, ZVD
- Blutverluste bei Exzisionen
 - Abhängig vom OP Zeitpunkt
 - Abhängig von der OP Technik
 - Ausgangs-Hb, Hb-Monitoring intraop Cave: sc Volumeninfiltration mit Vasopressoren u./o. Lokalanästhetika
- Cave: sc Volumeninfiltration mit Vasopressoren u./o. Lokalanästhetika

Anästhesieführung



• Temperaturhaushalt

- Sichere Umgebung!
 - Saaltemperatur 28 – 32 ° C
 - Konvektive Wärmezufuhr und ggf. Heizlampen
 - Isolierende Unterlagen
 - Abgedeckte Wunden
 - Zugedeckter Patient, vor Transport das Bett angewärmt
 - Bei Transfusionen und Massivinfusion auf Erwärmung achten
 - Klimatisierte Atemgase



AUF DER BULT
HANNOVERSCHE KINDERHEILANSTALT
STIFTUNG DES PRIVATEN RECHTS SEIT 1863



Foto: M. Sinnig, KChir Bult, Hannover

Guericke@hka.de