



Klinische Anästhesie (7)

Stundenplan

22.11.11	Einführung, Geschichte, physiologische Grundlagen
24.11.11	Sicherung der Atemwege, Inhalationsanästhesie
29.11.11	Intubation, intravenöse Anästhesie, Sedierung
1.12.11	Beatmung, Blutgasanalyse
6.12.11	Voruntersuchungen, Aufklärung, Prämedikation
8.12.11	Analgesie, Relaxation
13.12.11	<b>Volumenersatz</b> , Therapie mit Blutkomponenten
15.12.11	Lokal- und Regionalanästhesie, Lokalanästhetika
20.12.11	Aufwachraum, postoperative Schmerztherapie
22.12.11	Intra- und postoperatives Monitoring, Simulation
10.1.12	Narkosekomplikationen, Zwischenfälle
12.1.12	Narkoseführung bei Risikopatienten (Fallbeispiele)
23.1.12	Abschlussklausur (LFI HS 1 & 2)

Klinische Hospitation / METI im Sommersemester

Klinische Anästhesie (7)



Der 4-jährige Junge klagt seit einigen Tagen über Schmerzen im rechten Ohr. Sie wurden gestern deutlich schlimmer; das Kind entwickelte leichtes Fieber und wollte den ganzen Tag über nicht mehr richtig essen und trinken.

Heute früh waren die Eltern so besorgt, dass sie in die Ambulanz der Hals-Nasen-Ohren-Klinik kamen.

Dort wurde eine ausgeprägte Otitis media diagnostiziert. Man riet den Eltern zu einer baldigen Parazentese und Einlegung eines Paukenröhrchens; eine „kleine Vollnarkose“ sei überhaupt kein Problem.

Der apathisch wirkende Junge wiegt 18 kg, sein Blutdruck beträgt 80/50, die Herzfrequenz liegt bei 150/min. Er hat 38,7° Fieber.

Die zuständige Anästhesistin wird informiert.

**Anästhesieplan (Kurzarkose, Flüssigkeitssubstitution)**

Klinische Anästhesie (7)


### Flüssigkeitstherapie: Erhaltungsbedarf

**4-2-1-Faustregel**

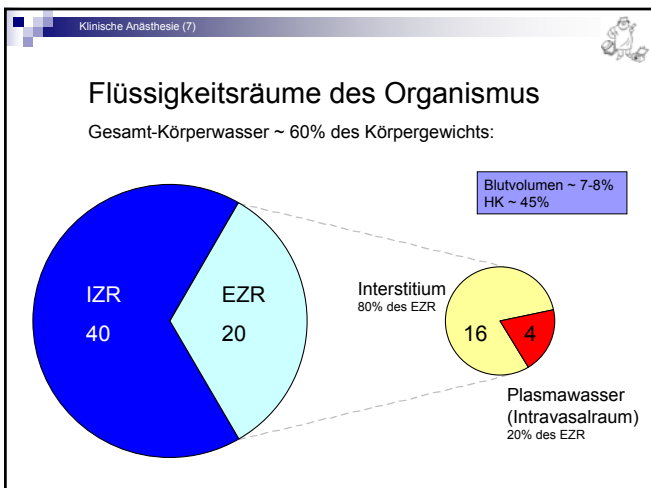
**4:** für erste 10 kg = 4 ml/kg/h  
**2:** für zweite 10 kg = 2 ml/kg/h  
**1:** für jedes restliche kg = 1 ml/kg/h

Schulkind, 24 kg:  
 $10 \cdot 4 + 10 \cdot 2 + 4 \cdot 1 = 64 \text{ ml/h}$

Professor, 95 kg:  
 $10 \cdot 4 + 10 \cdot 2 + 75 \cdot 1 = 135 \text{ ml/h}$




Volumendefizit Pascal, 18 kg, ca. 12 h nüchtern:  
 $10 \cdot 4 + 8 \cdot 2 = 56 \text{ ml/h} \rightarrow 56 \text{ ml/h} \cdot 12 \text{ h} = 672 \text{ ml}$



- Klinische Anästhesie (7)
- ### Volumenersatzmittel
- **Kristalloide Lösungen**
  - **Kolloidale Lösungen**
    - Hydroxyethylstärke
    - Gelatine
    - Dextrane
    - Humanalbumin
    - Frischplasma
  - **Erythrozytenkonzentrate**

Klinische Anästhesie (7)

### Grundstoffe für kristalloide Lösungen



Risiken bei übermäßiger Infusion: allgemeine Überwässerung und Ödembildung, Verschlechterung des pulmonalen und kapillären Gasaustauschs

**Kristalloide Lösungen** können praktisch ungehindert durch das Kapillar-Endothel diffundieren. Deshalb verlassen 80% rasch den Intrasalraum und verteilen sich im Interstitium.

Sie sind sinnvoll zur Korrektur eines intravasalen und interstitiellen Flüssigkeitsdefizits (z.B. bei Dehydratation oder bei moderatem Blutverlust).

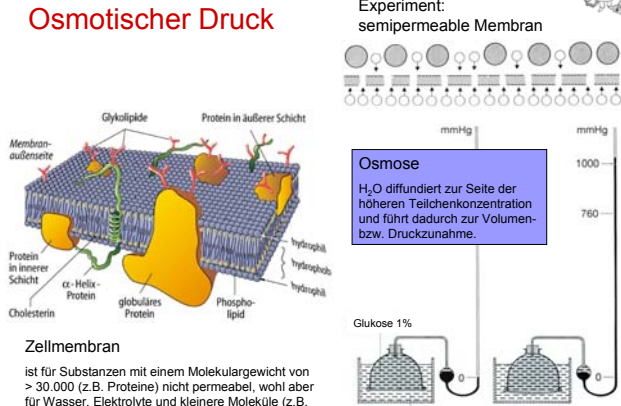
**Elektrolytlösungen** (z.B. physiologisches NaCl, Ringer-Laktat, Sterofundin) werden je nach ihrer ionalen Zusammensetzung im Vergleich zu Plasma als Voll- oder Halb-Elektrolytlösungen bezeichnet.

**5%ige Glucose** wird schnell zu freiem Wasser metabolisiert (Zellhydrops).

Klinische Anästhesie (7)

### Osmotischer Druck

Experiment: semipermeable Membran



**Osmose**  
H<sub>2</sub>O diffundiert zur Seite der höheren Teilchenkonzentration und führt dadurch zur Volumen- bzw. Druckzunahme.

**Zellmembran**  
ist für Substanzen mit einem Molekulargewicht von > 30.000 (z.B. Proteine) nicht permeabel, wohl aber für Wasser, Elektrolyte und kleinere Moleküle (z.B. Glukose).

Klinische Anästhesie (7)

### Osmolarität

	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Plasma
mg / l	3.265	100	
mmol / l	145	2,6	
mval / l	145	5,2	
mosmol / l			300

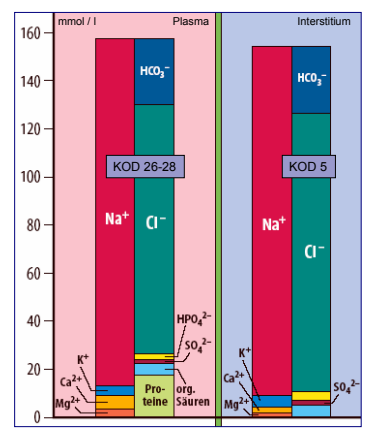
### Kolloid-osmotischer Druck

Da Proteine nicht frei durch die Gefäßmembranen diffundieren können, bauen sie einen osmotischen Druck zum Interstitium auf.

Der **kolloidosmotische Druck (KOD)** des Plasmas beruht zu etwa 80% auf der Albumin-Fraktion, er beträgt im Mittel 26-28 mm Hg.

Klinische Anästhesie (7)

### Wasser-Flux



kolloid-osmotischer Druck ←

hydrostatischer Gefäßdruck → 32

arteriell: Filtration  
venös: Resorption → 15

Ödemschwelle: KOD Plasma 15 (-20) mm Hg

Klinische Anästhesie (7)

### Kolloidale Volumenersatzmittel


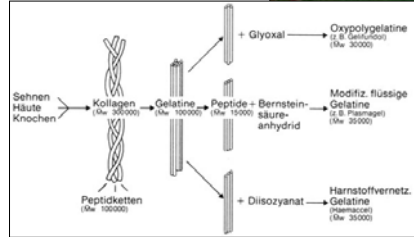
enthalten hochmolekulare Substanzen mit Molekulargewichten von > 10.000. Diese können normalerweise nicht durch die Zellmembranen diffundieren. Weil sie Wasser an sich binden, üben sie – wie die Plasmaproteine – einen kolloidosmotischen (onkotischen) Druck aus.

Wenn die Wasserbindungsfähigkeit kolloidaler Lösungen genau so groß ist wie bei den Plasmaproteinen, werden sie als **isoonkotisch** bezeichnet. Solche Lösungen werden als **Plasmaersatzmittel** benutzt.

Bei **hyperonkotischen** kolloidalen Lösungen ist die Wasserbindungsfähigkeit größer als bei den Plasmaproteinen, sie ziehen Wasser aus dem Gewebe in den Intrasalraum. Solche Substanzen nennt man **Plasmaexpander**.

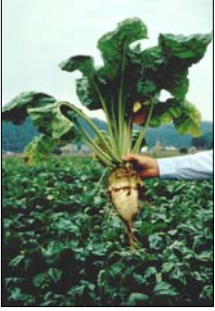
Klinische Anästhesie (7)

### Gelatine aus Kollagen

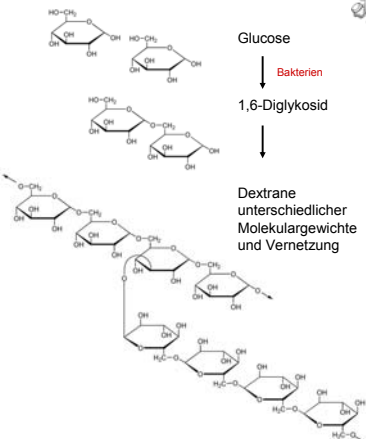
unterschiedliche Vernetzungsgrade

Klinische Anästhesie (7)




Dextran aus Zuckerrüben

Glucose  
↓  
Bakterien  
↓  
1,6-Diglykosid  
↓  
Dextrane unterschiedlicher Molekulargewichte und Vernetzung

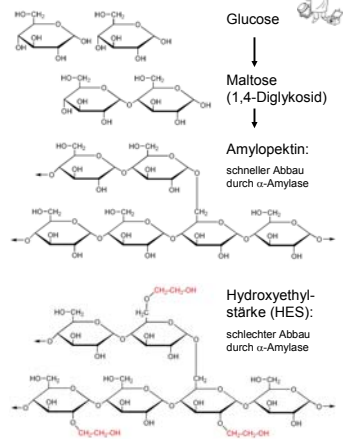


Klinische Anästhesie (7)



HES aus Mais- oder Kartoffelstärke

Glucose  
↓  
Maltose (1,4-Diglykosid)  
↓  
Amylopektin: schneller Abbau durch  $\alpha$ -Amylase  
↓  
Hydroxyethylstärke (HES): schlechter Abbau durch  $\alpha$ -Amylase



Klinische Anästhesie (7)

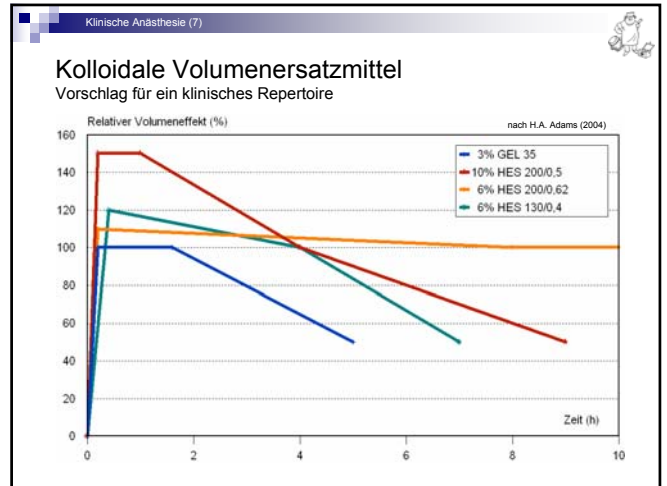
### Kolloidale Volumenersatzmittel (kleiner Überblick)

	Konzentration (%)	Molekulargewicht	Volumeneffekt (%)	Wirkdauer (h)
Human-Albumin	5	66.000	70	3-4
Gelatine	4	40.000	70	1-2
Dextran 60	6	40.000	200	2-4
HES 130	6	130.000	120	4-6
HES 200	10	200.000	150	3-4

Dextrane werden heute praktisch nicht mehr verwendet („coating“ von Thrombozyten mit Beeinträchtigung der Gerinnung; anaphylaktischer Schock = Kreuzreaktion gegen weit verbreitete Antikörper gegen bakterielle Polysaccharide; Nierenfunktionsstörungen, besonders bei dehydrierten Patienten).

Gelatinepräparate werden rasch über die Niere ausgeschieden (osmotische Diurese); anaphylaktische Reaktionen sind seltener als bei Dextranen.

Volumenersatz mit Humanalbumin ist nicht mehr indiziert.



Klinische Anästhesie (7)

### Kolloidale Volumenersatzmittel: Nebenwirkungen

	HES 130	HES 200	Gelatine	Dextran 60
Allergische Reaktionen (%)	0,06		0,3	0,2 *
Gerinnungshemmung	-	+	-	++
Störung der Nierenfunktion	-	(+)	-	+++


\* nach Prophylaxe mit Promit

Klinische Anästhesie (7)

### Kolloidale Volumenersatzmittel: Zusammenfassung

- Wirkprinzip: intravasale Wasserbindung durch Erhöhung des **KOD**
- längere **intravasale** Verweildauer
- Wirkeffekt abhängig von der **Molekülgröße**
- Elimination abhängig von **Molekülstruktur**

Klinische Anästhesie (7)



Der 54-jährige Beamte leidet seit mehreren Jahren an einem Morbus Crohn. Die konservative Therapie war in den zurückliegenden Monaten immer weniger wirksam geworden (Strikturen, Malnutrition), so dass sich die Abdominalchirurgen zu einer partiellen Dünndarmresektion entschlossen haben.

Der Patient wird stationär auf die Operation vorbereitet.

Bei der Prämedikationsvisite wird der 70 kg schwere Mann in die Risikogruppe ASA-II eingestuft; er soll vor dem elektiven Eingriff 6 Stunden nüchtern bleiben.

Geplant ist eine Allgemeinanästhesie mit „Crash-Einleitung“ (Thiopental, Succinylcholin, rasche Intubation), die Unterhaltung soll mit Isofluran, Fentanyl und nicht-depolarisierenden Muskelrelaxantien erfolgen. Für die frühe postoperative Phase ist eine Intensivüberwachung vorgesehen.

Die Anästhesieschwester fragt, welche Infusionen sie vorbereiten soll.

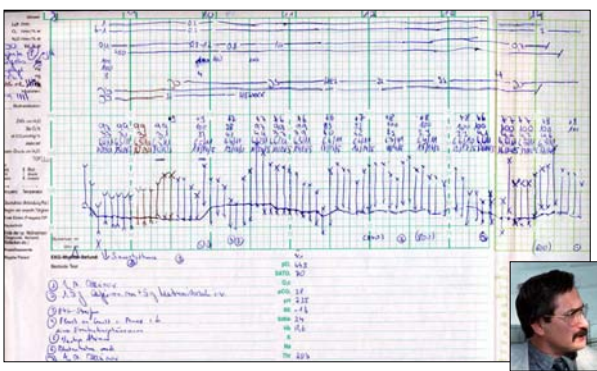
Klinische Anästhesie (7)

### Perioperative Infusion (Beispiel eines 70-kg-Patienten)

	Gewebsstrauma		
	gering	mittel	ausgeprägt
Sequestration ins Gewebe und Verdunstung	3 ml/kg/h = 210 ml	6 ml/kg/h = 420 ml	10 ml/kg/h = 700 ml
Basisbedarf	1,5 ml/kg/h = 105 ml		
Nachholbedarf	6 h Flüssigkeitskarenz = 630 ml		
Aktueller Verlustbedarf (z.B. Blutung)			
Summe (in der 1. OP-Stunde)	945 ml	1155 ml	1435 ml

Klinische Anästhesie (7)

### Intraoperative Volumentherapie bei geringem Blutverlust: Kristalloide, Kolloide



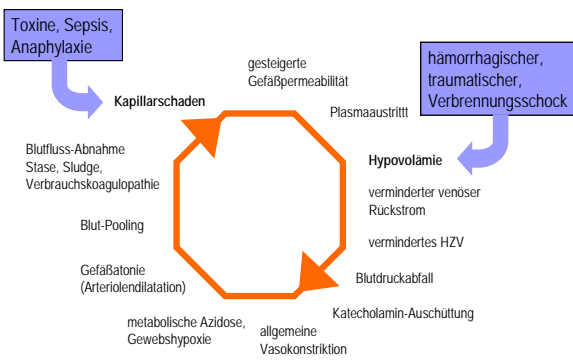
Klinische Anästhesie (7)

### Ursachen eines Volumenmangels

- Verlust von Blut**  
Trauma, Operation, Magen-Darm-Trakt, Aneurysma-Ruptur, geburtshilfliche Blutung, Gerinnungsstörungen ...
- Verlust von Plasma**  
Verbrennung, Peritonitis, Anaphylaxie
- Verlust von Wasser/Elektrolyten**  
Magen-Darm-Trakt, Schwitzen, endokrinologische Erkrankungen ...

Klinische Anästhesie (7)

### Pathophysiologie des Schocks



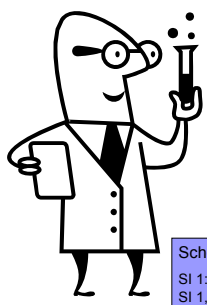
**Toxine, Sepsis, Anaphylaxie** → Kapillarschaden → gesteigerte Gefäßpermeabilität → Plasmaaustritt → **hypovolämischer, traumatischer, Verbrennungsschock**

**hypovolämischer, traumatischer, Verbrennungsschock** → Hypovolämie → vermindertes venöses Rückstrom → vermindertes HZV → Blutdruckabfall → Katecholamin-Ausschüttung → allgemeine Vasokonstriktion → metabolische Azidose, Gewebshypoxie → Gefäßtonie (Arterioldilatation) → Blut-Pooling → Bluffluss-Abnahme, Stase, Sludge, Verbrauchskoagulopathie → Kapillarschaden

Klinische Anästhesie (7)

### Abschätzung von traumatischen Blutverlusten

Schädel	1-2 l
Thorax	2-3 l
Abdomen	1-4 l
Becken	2-5 l
Oberschenkel	2-3 l
Unterschenkel	1-2 l



Schockindex = HR/SAP  
SI 1: 25% Volumenverlust  
SI 1,5: 50% Volumenverlust



### Stufenschema zur Komponententherapie

Bei einem Blutverlust von	Liter	herrscht Mangel an	Ersatz durch
10 %	0,5		Elektrolytlösung
20 %	1	Volumen	Kolloide
30 %	1,5	Erythrozyten	Erythrozyten-Konzentrate
40-60 %	2-3	Eiweiß, Gerinnungsfaktoren	Fresh Frozen Plasma (FFP)
80 %	4	Thrombozyten	Thrombozyten-Konzentrate



### Kritischer Hb: Abwägung der Transfusion

Bei kardial und zerebral nicht vorgeschädigten Patienten in stabiler klinischer Situation mit Normovolämie, Normoxie und Normothermie ist eine Hb-Konzentration von 7 g/dl keine Indikation zur Transfusion.

Oberhalb 7 g/dl Hb ist eine Transfusion nur bei **Hyoxiezeichen** und **persistierendem Blutverlust** indiziert:

- Tachykardie
- ST-Strecken-Senkung
- Anstieg der Laktat-Konzentration
- negativer BE
- verminderte gemischt- oder zentralvenöse Sauerstoff-Sättigung

**Insgesamt gilt → bei Hb 6 g/dl „fast immer“ und bei Hb 10 g/dl „fast nie“.**