

Volumenersatz - Womit, wieviel?



Robert Sümpelmann

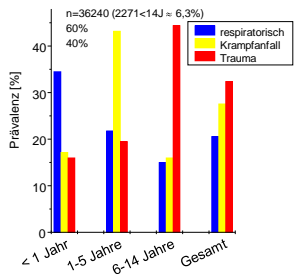
MHH Medizinische Hochschule Hannover

suempelmann.robert@mh-hannover.de

Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
Direktor: Prof. Dr. W. Koppert

Volumenersatz - womit, wieviel?

- Pathophysiologie
- Kristalloide
- Kolloide
- Blutprodukte
- Anwendung

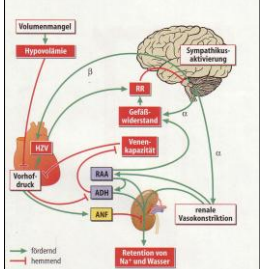


Alter	respiratorisch	Krampfanzfall	Trauma
< 1 Jahr	~35%	~15%	~15%
1-5 Jahre	~22%	~45%	~20%
6-14 Jahre	~15%	~15%	~45%
Gesamt	~20%	~25%	~35%

Eich C et al. Resuscitation 80 (2009): 888

MHH Medizinische Hochschule Hannover

Blutung + Kreislaufregulation

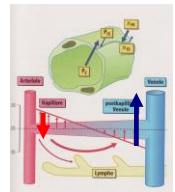


- Sympathicus ↑
- Venentonus ↑
- Gefässwiderstand ↑
- Zentralisation
- H₂O + Na⁺- Retention

Schmidt, Lang, Thews. Physiologie. Springer, 2005

MHH Medizinische Hochschule Hannover

Blutung + Autotransfusion



Normal: BV → Interstitium → IZR → ZNS

Blutung: BV → Interstitium → IZR → ZNS

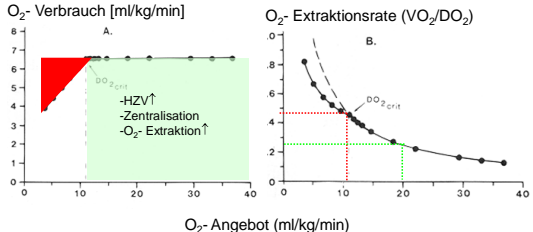
Autotransfusion: BV ← Interstitium → IZR → ZNS

BV ↓ ⇒ Kapillardruck ↓ ⇒ „Autotransfusion“ ⇒ BV ↑ (+ Hb ↓)

Schmidt, Lang, Thews. Physiologie. Springer, 2005

MHH Medizinische Hochschule Hannover

Gewebeoxygenierung + Schock

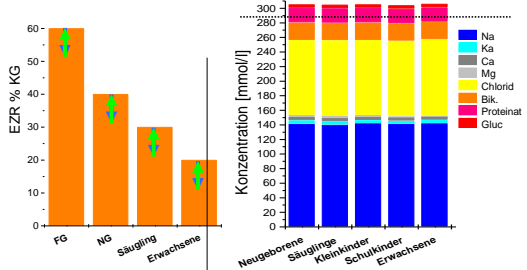


Ziel: O₂- Angebot > x · O₂- Verbrauch

Schumacker PT: The concept of critical oxygen delivery
Int Care Med (1987) 13:223

MHH Medizinische Hochschule Hannover

Kristalloide: Grösse + Zusammensetzung EZR



Schritt I: EZR mit isotonen Lösungen auffüllen

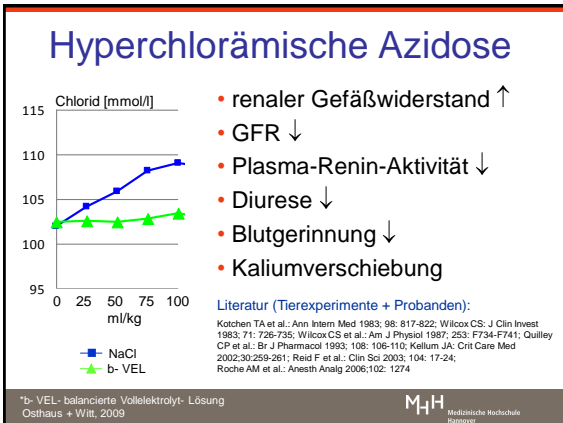
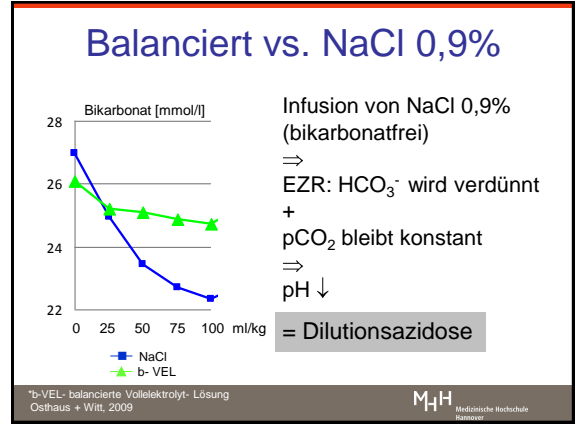
nach: Forfar and Arnell's, Churchill Livingstone, 1992
Spahn DR et al. Crit Care 2007, 11: R17

MHH Medizinische Hochschule Hannover

Volumenersatz Kristalloide- Womit?

	Plasma	NaCl 0,9% ¹	RL ²	balancierte Lsg.
Kationen				
Na ⁺	142	154	130	140
K ⁺	4,5		5	4
Ca ²⁺	2,5		1	2,5
Mg ²⁺	1,25		1	1
Anionen				
Cl ⁻	103	154	112	127
HCO ₃ ⁻	24			
Laktat	1,5		27	
Acetat	-			24
Malat	-			5
Proteinat	20			
Osmolarität ¹	291	308	276	304
Osmolalität ²	287	286	256	282

¹Latta T, Lewins R, ca. 1830.
²Hartmann A, J Clin Invest 11(1932): 327

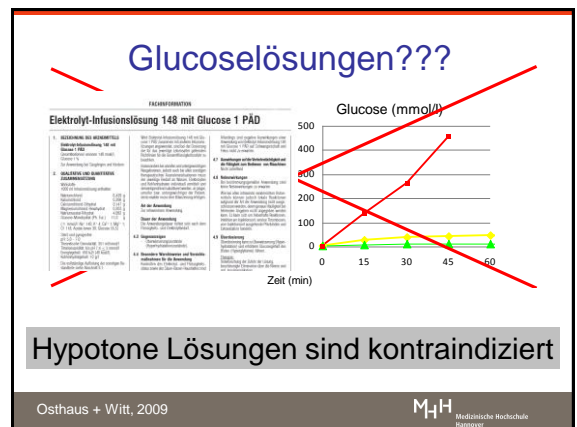
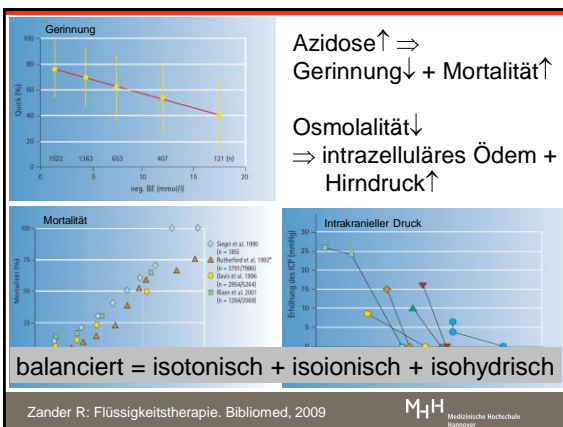


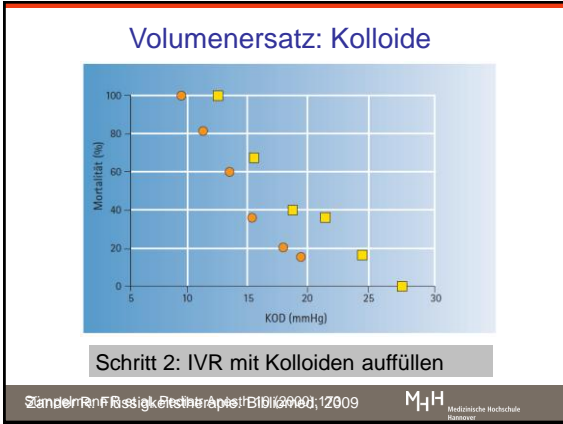
Bikarbonatvorstufen: Acetat vs. Laktat

CH3-COONa + 2O2 <=> CO2 + H2O + NaHCO3

	Acetat	Laktat
Metabolismus	schnell (min)	verzögert
Organe	normal alle	Leber
Schock	alle	-
RQ	0,5	0,67
O ₂ -Verbrauch (incl O ₂ /mol)	2	3
Hyperglykämie	→	↑
Laktatmessung	→	↑

⇒ (Bikarbonat) > Acetat > Laktat





Volumeneffekt Kolloide

- Glykokalix bedeckt Endothel (Proteoglykane + Glykosaminoglykane)
- Glykokalix + Plasmaproteine

⇒ Endothelial surface layer (vaskuläre Barriere)

- Hypervolämie + Inflammation

⇒ Barriere ↓, Permeabilität ↑

- Volumeneffekt Kolloide

Ziel: Normovolämie

Jacob M et al. Anaesthesist 2007; 56: 747

Kolloide: natürlich oder künstlich ?

Autor	Jahr	Alter	n	Kolloid
Hausdörfer	1986	1-6 J	30	HES 40 vs. HA
Boldt et al.	1993	1-30 LM	30	HES 200 vs. HA
NNNI Trial	1996	FG	776	GEL vs. GFP
Paul et al.	2003	1-38 LM	64	HES 70 vs. RL
Lochbühler	2003	0-24 LM	82	HES 130 vs. HA
Liet et al.	2003	FG,NG	26	HES 200 vs. HA
Baibarina	2004	FG,NG	67	HES 200 vs. GFP
Chong K	2006	6-120 LM	42	HES 130 vs. GFP
Haas T	2007	0-36 LM	42	HA vs. HES vs. GEL
Standl T	2008	0-2 J	81	HES 130 vs. HA
Hanart C	2009	0-42 LM	119	HES 130 vs. HA
Σ 1359				

⇒ Künstliche Kolloide sind effektiv und sicher!

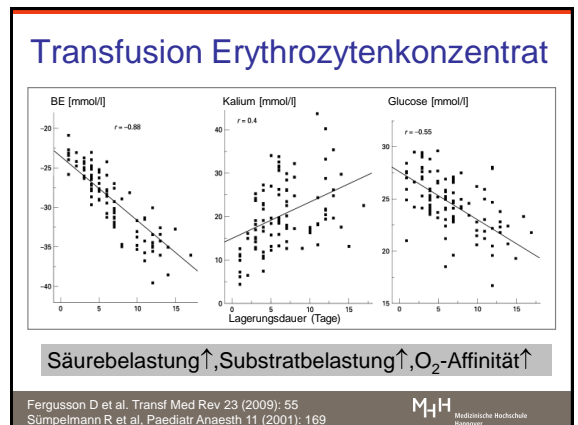
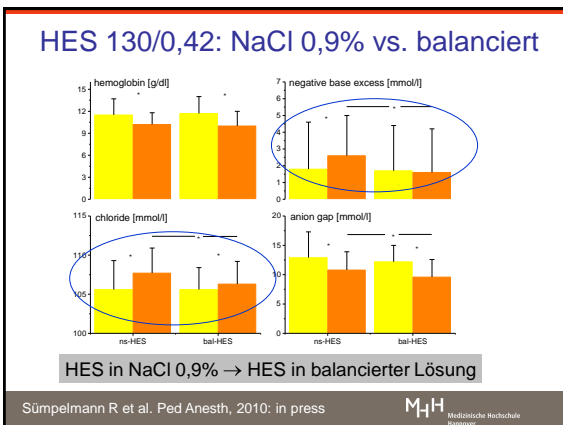
Hydroxyethyl starch 130/0.42/6:1 for perioperative plasma volume replacement in children: preliminary results of a European prospective multicenter observational postauthorization safety study (PASS)*

- multizentrisch
- n = 1130
- Alter 3,5 ± 3,8 (0- 12) Jahre
- Gewicht 15 ± 13 (0,9- 90) kg
- Dosis 12,4 ± 7 (1,1- 65) ml/kg

non-serious adverse events: 14

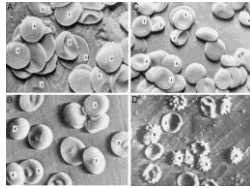
⇒ NW- Risiko < 1%

*Sümpelmann R et al. Ped Anesth 18 (2008): 929



Transfusion Erythrozytenkonzentrat

- Multiorganversagen↑
- nosokomiale Infektionen↑
- SIRS↑
- Mortalität↑
- EK- Alter↑ ⇒ Morbidität↑



Schritt 3: -Blutprodukte restriktiv verwenden
 -EKs möglichst frisch (< 7 Tage)
 -MAT, wenn immer möglich

*Anesthesiology (1996) 84:732-747, Napolitano L. J Trauma 2006; 60: S26 M₁H
 Adamson JW. NEJM 2008; 358: 1295



Volumentherapie- womit, wieviel?

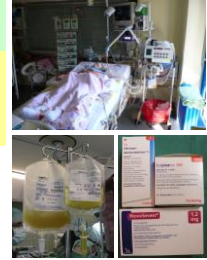
- Kristalloide ED 10-20- ml/kg

- isoton
- physiolog. E'lytmuster
- Azetat>Laktat

- Kolloide ED 10-20- ml/kg

- b-HES 130
- GEL

Ziele -DO₂↑
 -inneres Milieu↑
 -Normovolämie



European Resuscitation Council, EPLS Manual 2006
 Spahn DR et al. Crit Care 2007, 11: R17



Keep
 It
 Safe and
 Simple



Wann ist eine Lösung isoton?

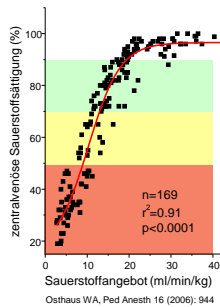
- reale Osmolalität ~ Σ osmotisch wirksamer Stoffe
 → Plasma 288 5 mosmol/kg H₂O
 - theoretische Osmolarität = Σ Kationen + Anionen (mosmol/l)
 → NaCl 0,9% 308 mosmol/l
 - osmotischer Koeffizient ~ 0,93 (Proteinbindung)
 - NaCl 0,9%
 - theor. Osmolarität 308 mosmol/l
 - Wassergehalt 99,7% (mosmol/l → mosmol/kg H₂O)
 - osmotischer Koeffizient 0,93
 → reale Osmolalität = 308 · 0,997 · 0,93 = 286 mosmol/kg H₂O
- ⇒ Isotonie ≈ reale Osmolalität 288 mosmol/kg H₂O (Plasma)
 theor. Osmolarität 308 mosmol/l (NaCl 0,9%)

Zander R: Flüssigkeitstherapie. Bibliomed Melsungen 2009 M₁H
 Medizinische Hochschule Hannover

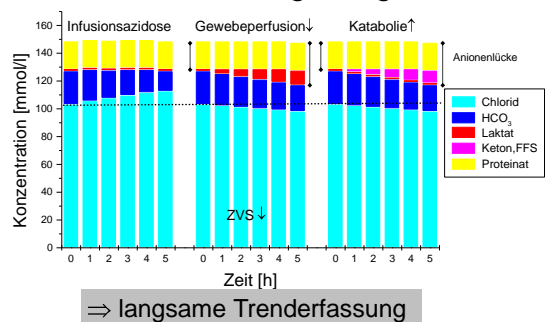


Monitoring

- periphere Zirkulation
 - Hautfarbe
 - Rekapillarisation (<2 s)
 - Hauttemperatur
 - Pulsoxymeter (PI, PVI)
- Hämodynamik
 - Herzfrequenz
 - Blutdruck
 - ZVD (<10 mmHg)
 - Urinproduktion (>1 ml/h) (-HZV)
- Labor (1x/h)
 - arterielle BGA
 - zentralvenöse BGA

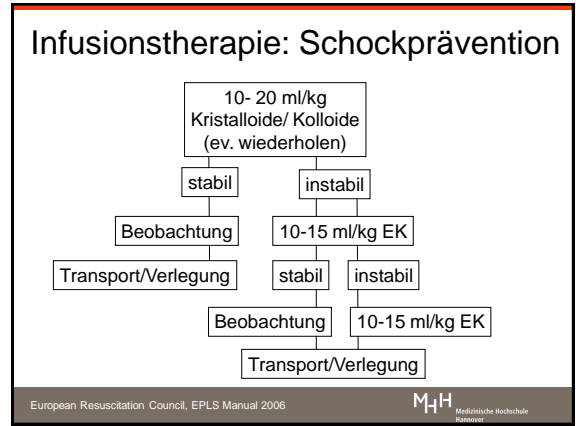
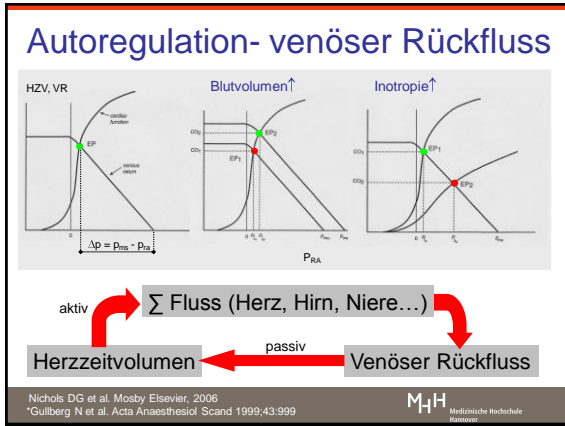


SBH und Anionengleichgewicht



⇒ langsame Trenderfassung





Schock bei Kindern

Blutverlust	<25%	25-40%	>40%
HF	(+)	+	Tachykardie/ Bradykardie
Blutdruck	normal/ erhöht	normal/ erniedrigt	erniedrigt
Haut	kühl/ blass	kalt/ marmoriert	kalt/ blass- grau
Atemfrequenz	leicht erhöht	stark erhöht	Seufzer-/ Schnappatmung
Bewusstsein	agitiert	lethargisch	bewusstlos

Problem: Warnsignale können leicht übersehen werden!

European Resuscitation Council, EPLS Manual 2006

MHH Medizinische Hochschule Hannover