10. Pflegekongress für Intensivmedizin
Kongresszentrum Bärenmatte, Suhr

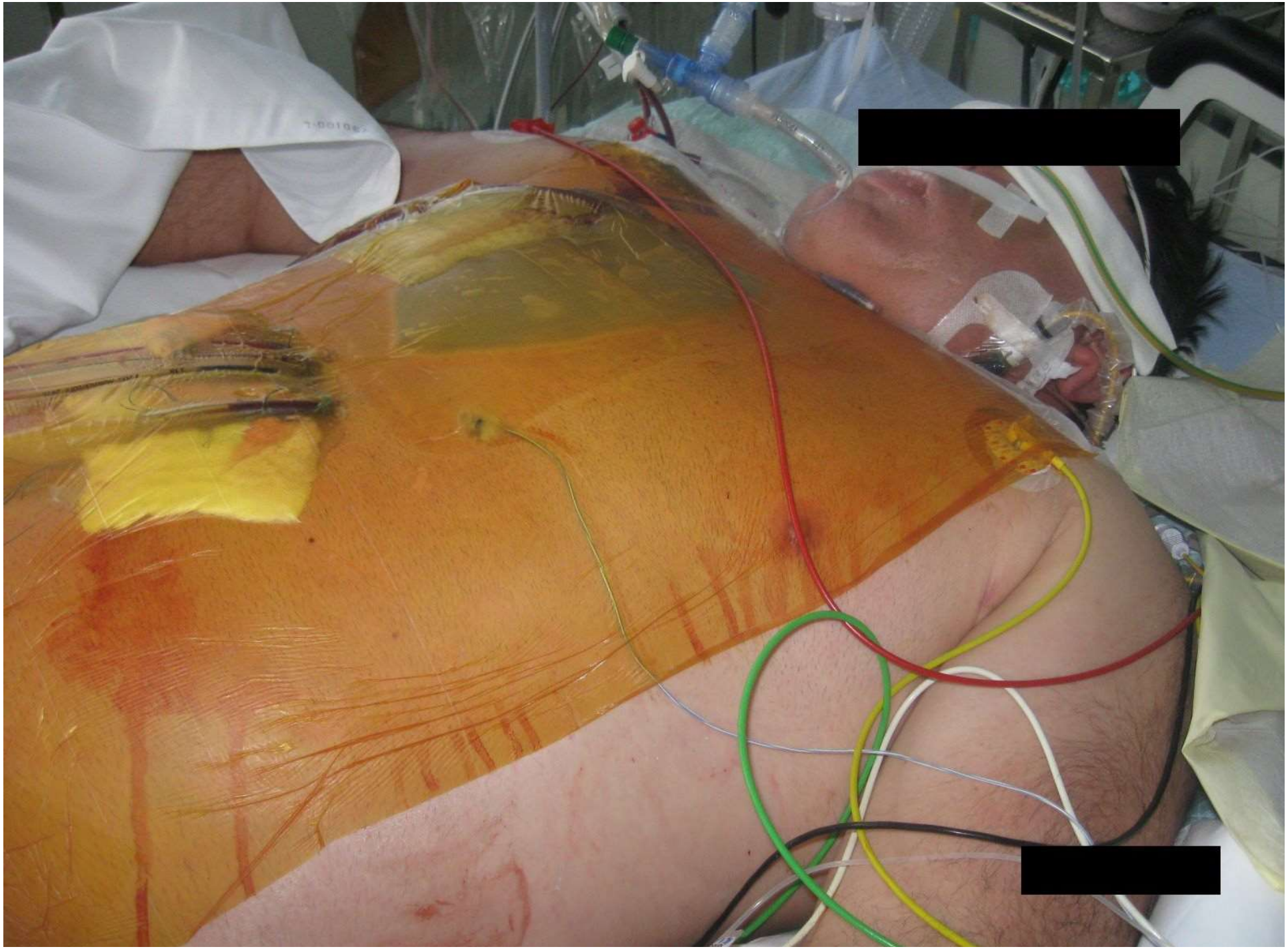
Wasser- und Elektrolytstörungen

Hans Pargger, Intensivstation,Universitätsspital Basel

September, 2021

Wasser, Natrium, Volumenstatus

- Der Körper besteht zum grössten Teil aus in Wasser gelösten Elektrolyten
- Infusionstherapie findet bei jedem Intensiv/IMC-Patienten statt, zum Teil exzessiv: 20 Liter in 12 Stunden!!



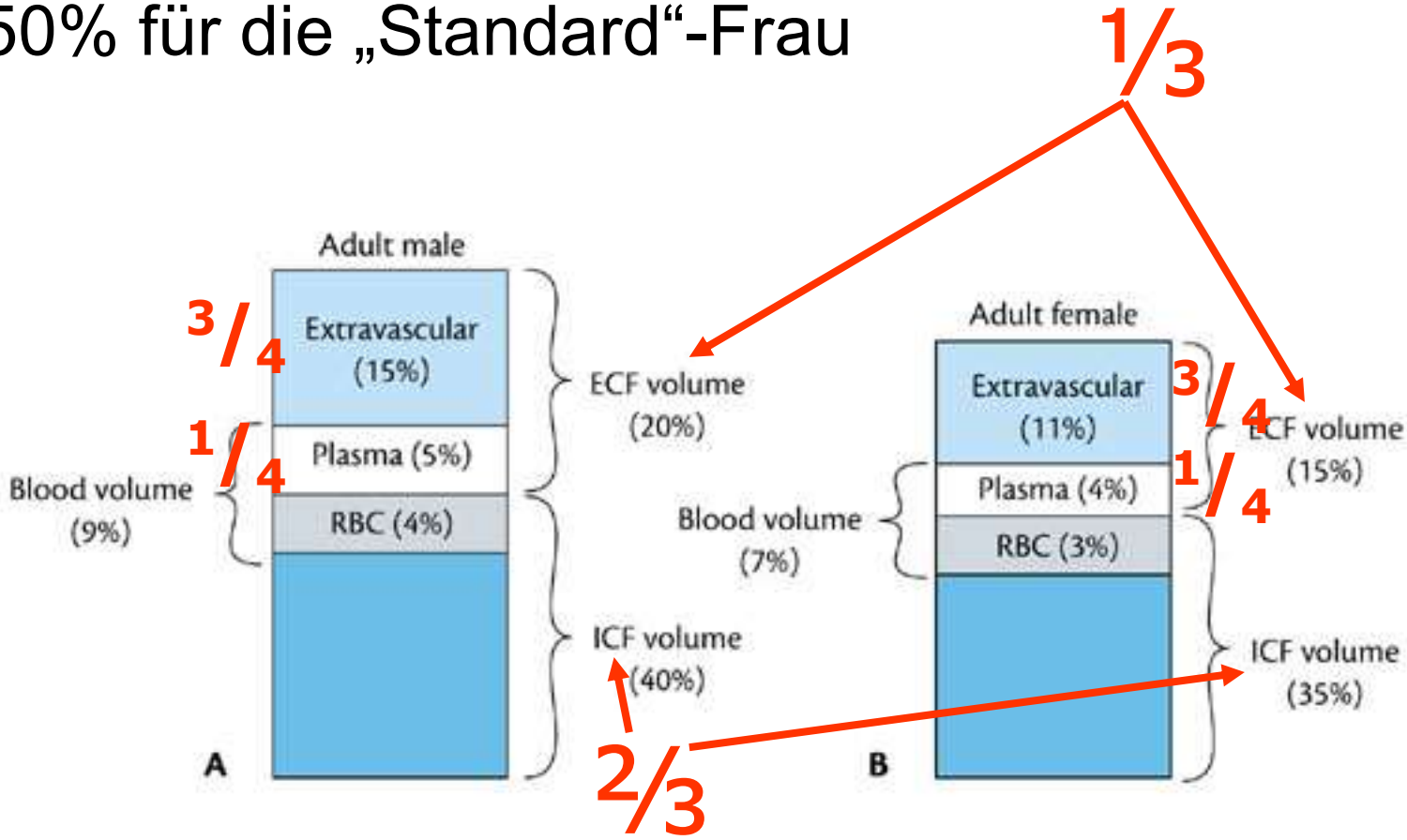
Was könnte nützlich sein zu wissen

- Körperwasser
- Kompartimente im Körper
  - Zusammensetzung
  - Volumen
  - Verhalten der Kompartimente
- Transportmechanismen zwischen den Kompartimenten

Körperwasser

60% des KG für den „Standard“-Mann

50% für die „Standard“-Frau



Wasser, Natrium, Volumenstatus

- Zufuhr von Wasser und Elektrolyten geht immer über den Extrazellulärraum
- Das extrazelluläre Volumen ist sehr variabel bzw. veränderbar
- Das intrazelluläres Volumen ist nur begrenzt variabel
- Ziel ist es, Wasser und Elektrolyte im Gleichgewicht zu halten
  - Erhaltungsbedarf
  - Korrekturbedarf

Fall X

- Ein Patient wird während 6 Tagen auf der Intensivstation behandelt. Die Erstdiagnose lautete Sepsis, Septischer Schock (maximal 5 μg Noradrenalin).
- Er hat bis heute eine positive Bilanz von kumulativ 5 Litern.
- Blut-Natrium bei Eintritt: 135 mmol/l
- Blut-Natrium heute: 138 mmol/l

Fall X: Frage

Bezüglich seines Wasser- und Natriumhaushaltes ist folgende Aussage richtig:

a. Von den 5 Litern positive Bilanz haben sich 2,5 Liter im ECV und 2,5 Liter im ICV verteilt.
b. Das Gesamtnatrium des Patienten ist erhöht.
c. Eine Hyponatriämie bedeutet, dass der Patient zuwenig Natrium im Körper hat.
d. Die Osmolalität ist bei einer Hypernatriämie extrazellulär höher als intrazellulär.
e. Die Beurteilung der Halsvenen ist unwichtig für die Einschätzung des Volumenstatus.

Richtig: b

Die Hyponatriämie ist die häufigste Elektrolytstörung in der Klinik

Hyponatriämie: wichtigstes gefährdetes Organ: Das Hirn

↓

Hirnödem

Klinik Hyponatriämie

Akut = neurologische Symptome

- Je schneller die Hyponatriämie entsteht, desto heftiger die Symptome
- Nausea, Unwohlsein, Kopfschmerzen, Verlangsamung, GCS < 8, Epi-Anfälle, Koma, Atemstillstand, Tod

Chronisch = unspezifisch

- Müdigkeit, Nausea, Schwindel, Gangunsicheheit, Vergesslichkeit, Verwirrtheit, Delir, Muskelkrämpfe

Klinik Hyponatriämie: mögliche Einteilung

- Akut (<48h) Symptomatisch
  - Moderat: < 130 mmol/l
  - Schwer: < 125 mmol/l
- Chronisch Unspezifisch bis Asymptomatisch

- Hypovoläm – Euvoläm – Hypervoläm

Ätiologien

- alle zerebralen Erkrankungen: SHT, Infekt, Tumor, Blutungen
- Medikamente: Haloperidol, Thiazid-Diuretika, Desmopressin, Vasopressin, ++++
- Anästhesie, Intensivtherapie, Stress, Schmerz
- Transurethrale oder hysteroskopische Untersuchungen mit Sorbitol, Glycin, Mannitol: Einschwemmung
- Exzessiver Sport: Marathon
- Ecstasy (MethylenDioxymetAmphetamin=MDMA)

DD Hyponatriämie

- Hypovoläme Hyponatriämie
  - Diuretika (Thiazide), Glukosurie
  - Erbrechen, Durchfall, Sportler (z.B. Marathon)
  - NNR Insuffizienz
  - Cerebral salt wasting, salt wasting nephropathy
- Euvolämie Hyponatriämie
  - SIADH
  - Hypothyreose, Biertrinker, Sportler (z.B. Marathon)
- Hypervolämie Hyponatriämie
  - chronische schwerere Niereninsuffizinez
  - Herzinsuffizienz, Aszites, protrahierter Ileus
- Exzessive Wasserzufuhr
  - Polydipsie

Death at the Grand Canyon: How a Story Can Save Lives

HEALTH

How to Survive Running Across the Grand Canyon

There are so many ways to die.

Hypernatriämie

- Blut-Natrium >150 mmol/l
- Entsteht durch Verlust von Wasser oder…
- …Exzess-Zufuhr von Natrium (+ Wasser)
- Im Alter = zuwenig trinken; Sehr kranker Patient = Wasserverlust; Koma; Schweres Erbrechen / Durchfall
- Hypernatriämie (plus Wasserverlust) führt zu:
    - Intrazellulärer Dehydratation
    - Hyperosmolalität
- Ist häufig auf Intensiv bei negativer Bilanz

Klinisch relevante Bilder: Hypernatriämie

- Diabetes insipidus: ADH Defizit oder Rezeptorstörung = nephrogen
  - Hirndruck, zerebrale Prozesse
  - Grosse Urinmengen, steigendes Serumnatrium
  - Lithium-Therapie
- Iatrogen: Schleifendiuretika = Intensivtherapie
- Erbrechen und Durchfall, zuwenig trinken

Anamnese, KG-Review, Abklärungen

- Anamnese
- KG-Review
- Status: Volumenstatus, Blutdruck, Halsvenen (ZVD), Linksherzinsuffizienz, Aszites, Ödeme
- Labor im Blut: Natrium, Chlorid, Kreatinin, Harnstoff, Harnsäure, Plasmaosmolalität
- Labor im Spoturin: Natrium, Kalium, Harnstoff, Kreatinin, Urinosmolalität

Volumenstatus

cave: allgemein im Körper versus in den Gefässen

- Ödeme (kleiner / grosser Kreislauf)
- Sekretmengen
- Hautbeschaffenheit
- Schleimhautbeschaffenheit
- Halsvenen, allgemeine Gefässfüllung
- Urinmenge
- Rechtsvorhofdruck / Wedge-Pressure
- Puls-Pressure-Variation
- Schlagvolumenvariation
- Herzzeitvolumen / Volumenbolus

Grundprinzipien von Diagnose und Therapie von Natrium und Wasser

1. Zerebral: Koma und Krämpfe
2. Beurteilung des Volumenstatus
3. Messung Serum-Natrium
4. Messung Einfuhr von Wasser und Natrium
5. Messung Ausfuhr (Urin) von Wasser und Natrium
6. Berechnung von Wasserdefizit/überschuss und Natriumdefizit/überschuss
7. Therapie mit Wasser und/oder Natrium und/oder Diuretikum je nach Störung
8. Korrektur nur so schnell, wie sie aufgetreten ist: 6 mmol pro 24 Stunden
9. Versuch Grundursache zu verstehen / ev. therapieren

Cave

- Korrektur der hypovolämen Hyponatriämie
  - Zu rascher Natrium-Anstieg
- Zu rasche Korrektur einer Hyponatriämie
  - osmotische Demyelinisierung, weil Wasser vom ICR des Hirns in den ECR des Hirns übertritt
- Hypernatriämie: Senkung des Serumnatriums
  - Hirnödem

Osmotische Demyelinisierung

- Früher: zentrale pontine Myelinolyse
- 2-6 Tage nach Korrektur der Hyponatriämie auftretend
- Hyperreflexie, Dysarthrie, Dysphagie, Paraparese, Tetraparese,
- Koma, locked-in Syndrom
- Risikofaktor:

  Zu schnelle Korrektur einer Hyponatriämie, d.h. > 20 mmol/l innerhalb von 24h

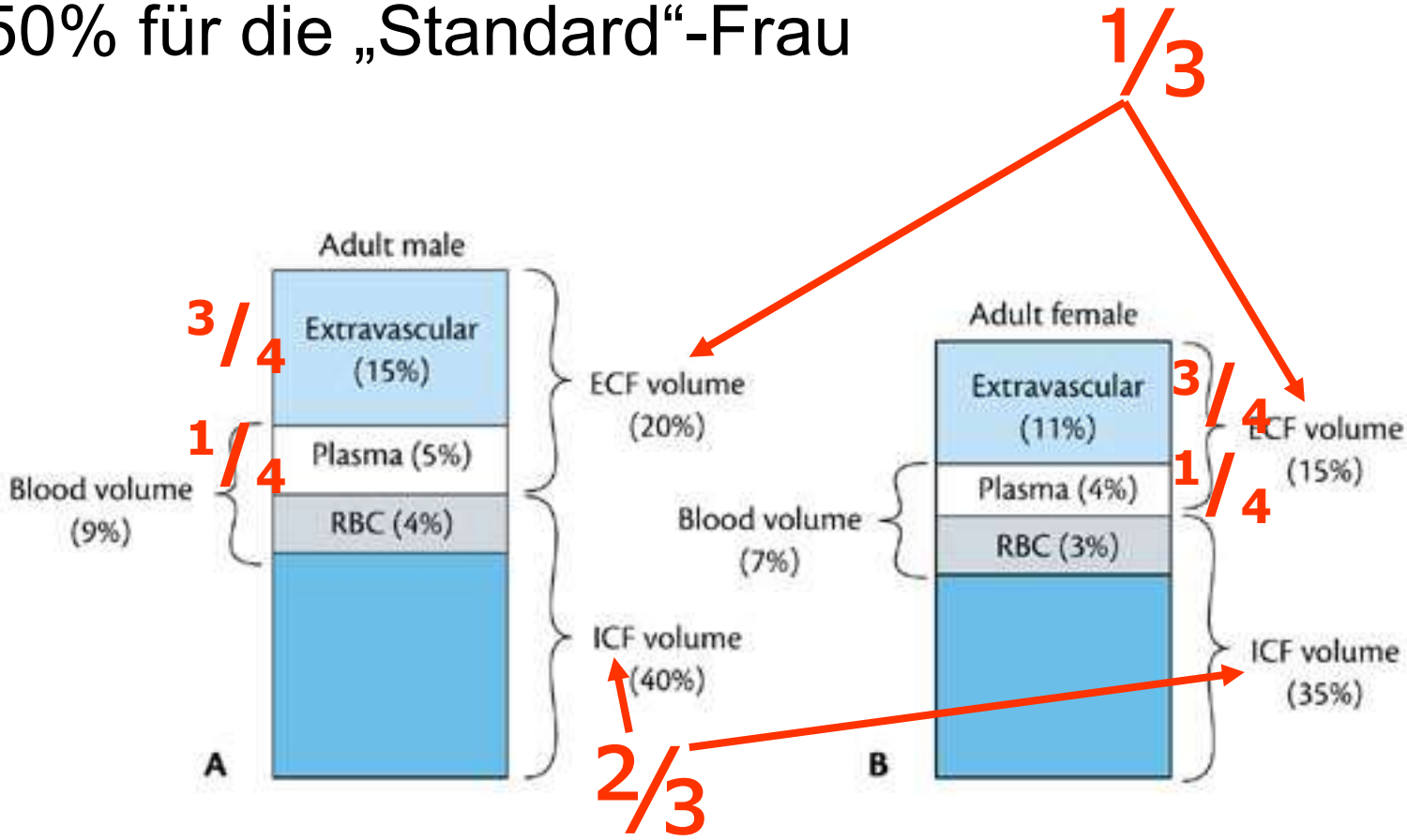
Pathophysiologie
Was könnte nützlich sein zu wissen

- Körperwasser
- Kompartimente im Körper
  - Zusammensetzung
  - Volumen
  - Verhalten der Kompartimente
- Transportmechanismen zwischen den Kompartimenten

Körperwasser

60% des KG für den „Standard“-Mann

50% für die „Standard“-Frau



Zusammensetzung der Kompartimente

Intrazelluär ICV (mmol/l)		Plasma (mmol/l) [Plasmawasser]		Interstitiell ECV (mmol/l)	
• Kationen		• Kationen		• Kationen	
– K^+	160	– K^+	4	– K^+	4
– Na^+	12	– Na^+	145 [153]	– Na^+	145
– Mg^{2+}	12	– Mg^{2+}	1	– Mg^{2+}	1
• Anionen		• Anionen		• Anionen	
– PO_4^{2-}	100	– Cl^-	103 [114]	– Cl^-	114
– Proteine	4	– HCO_3^-	27	– HCO_3^-	27
		– Proteine	1 [0]	– Proteine	0

Verhalten der Kompartimente

- ICV
  - Nicht direkt zugänglich
  - ICV und ECV gleichen sich osmotisch durch Verschiebung von Wasser immer an
  - Nicht sehr variabel
- ECV
  - Interstitiell: sehr variabel, fast kein Protein
  - Plasma: plus Proteine
  - Knochen und Bindegewebe: langsamer Austausch
  - Transzelluär: Flüssigkeit in Räumen, extrem variable (Ileus), 3. Raum

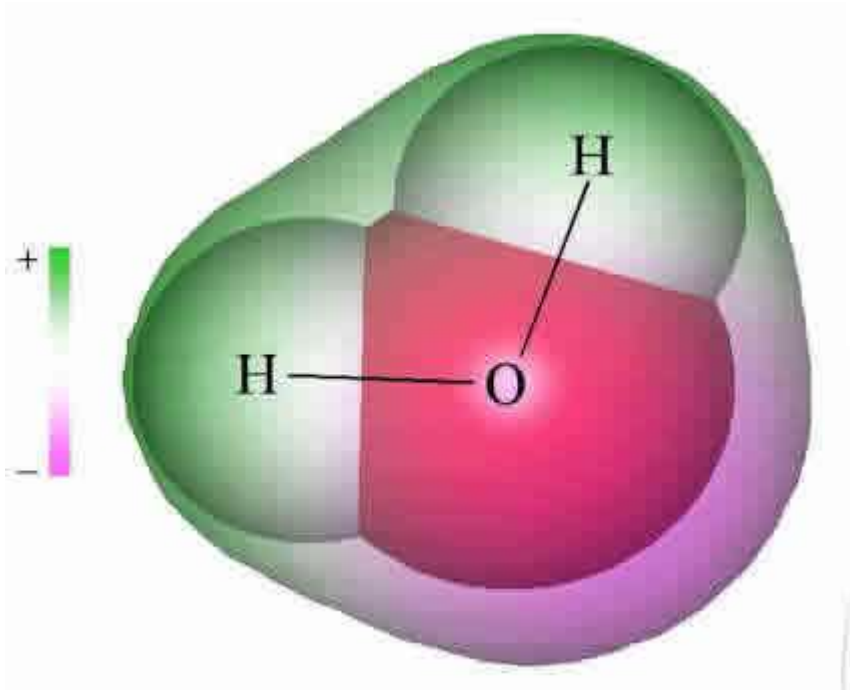
Frage

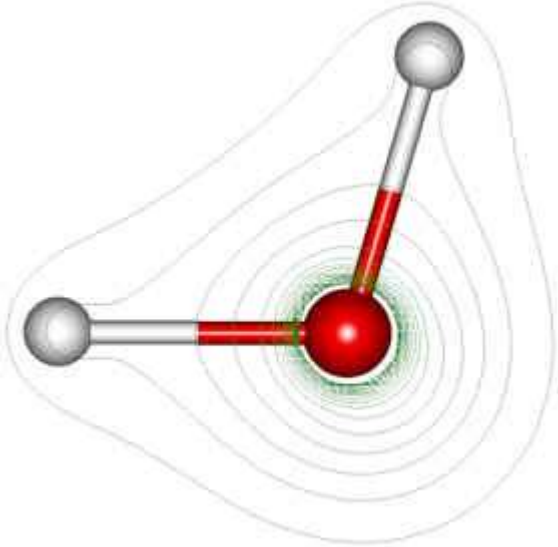
Wie ist die Differenz zwischen intrazellulärer und extrazellulärer Osmolalität definiert?

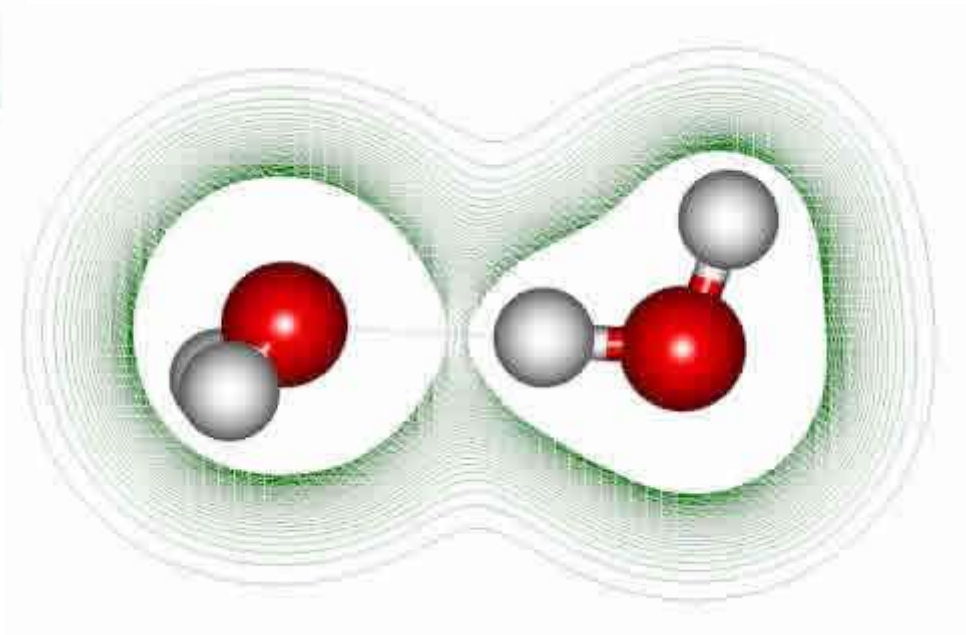
Es gibt keinen Unterschied!!!

Die Osmolalität ist in allen Körper-Kompartimenten gleich.

Wasser

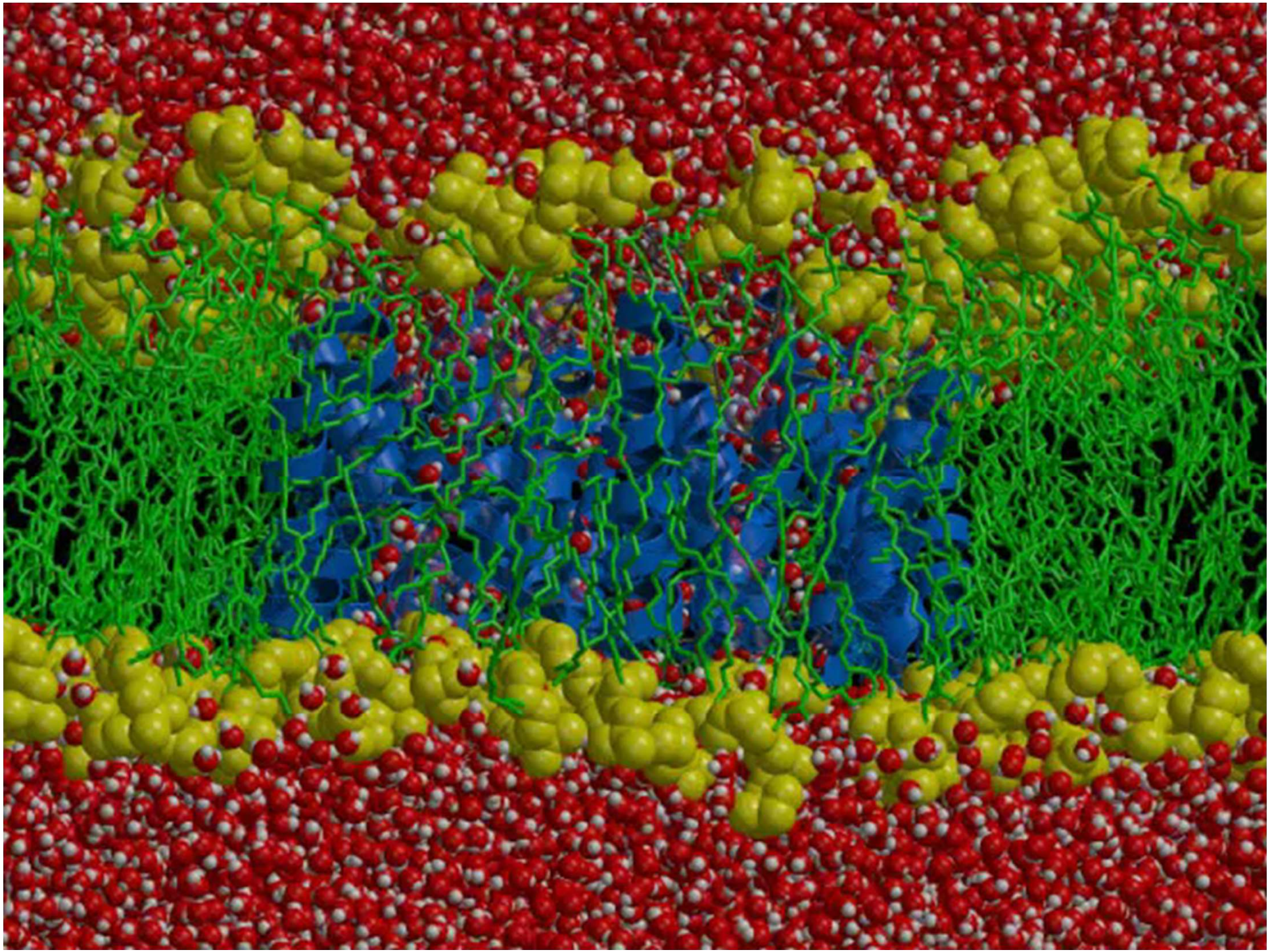






Water is the driver of nature

(Leonardo da Vinci, 1452-1519)



Natrium und Wasser

- Die Bewegung von Flüssigkeit zwischen den Kompartimenten ICV and ECV geschieht an der Zellmembran und hängt ab von der Regulation des Wassers und Natriums im ECV
- Natrium und Wasser bestimmen das ECV (und so das ICV) Volumen = Hydratation = Volämie
- Kategorien:
  - Eu-, hypo-, hypervoläme Hyponatriämie
  - Eu-, hypo-, hypervoläme Hypernatriämie
  - Eu-, hypo-, hypervoläme Normonatriämie
- Intravasale Volämie = Spezialfall

Definitionen (1)

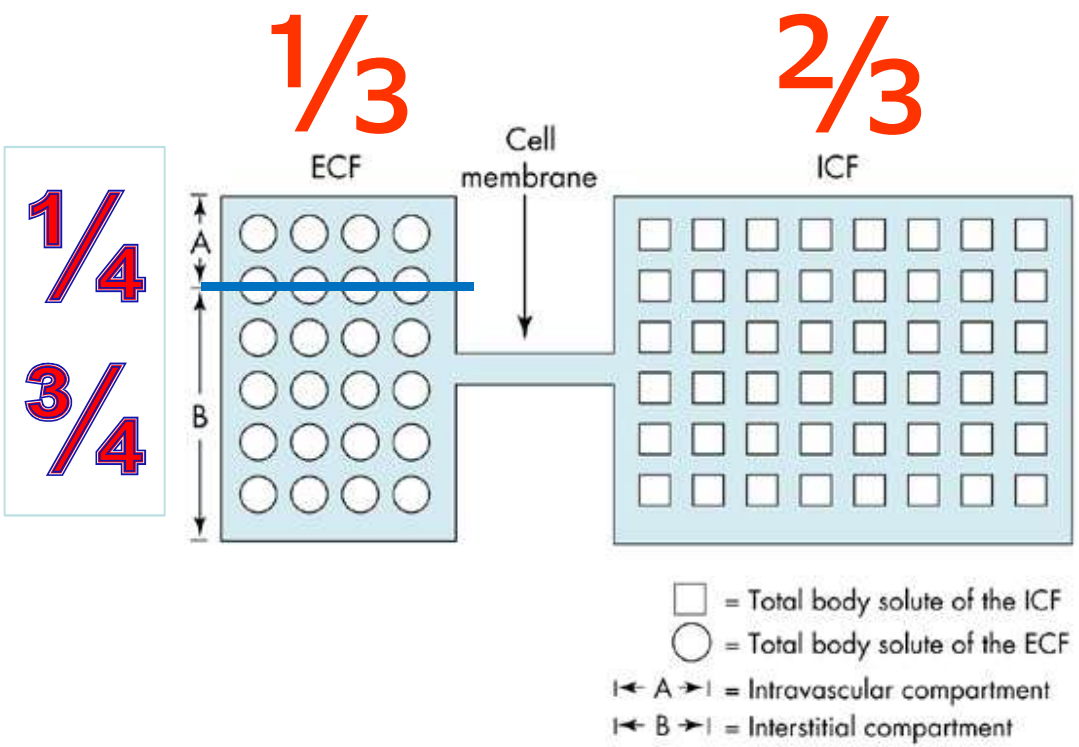
- Mol: Molekulargewicht in Gramm, enthält 6.023×10^{23} Teile
- Molalität = per kg; Molarität = per l
- Äquivalent: mol x Ladung
- Osmol: erniedrigt den Gefrierpunkt um 1.86 K
- Osmose: semipermeable Membran
- Osmotischer Druck: hydrostatischer Druck, der das Verschieben eines Lösungsmittels über eine semipermeable Membran verhindert.

Definitionen (2)

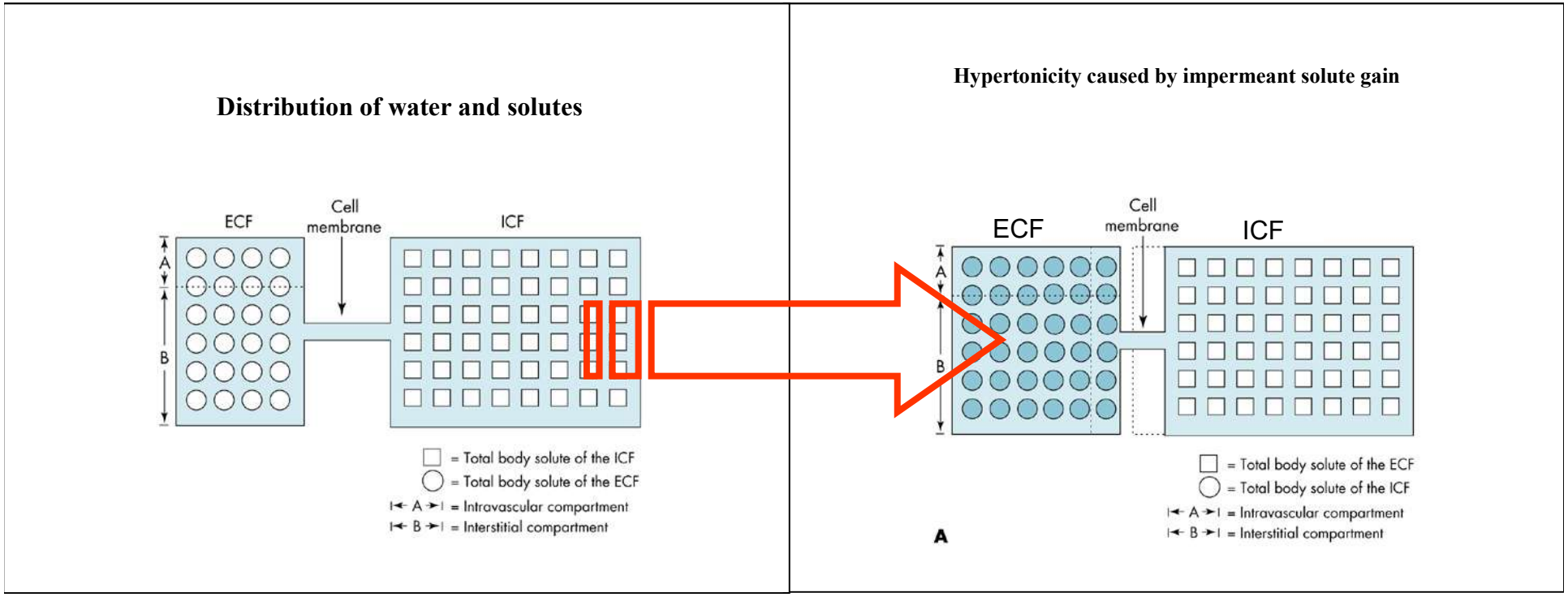
- Osmolalität: bestimmt durch die Anzahl Teilchen in einer Lösung; unabhängig davon, ob ein osmotischer Gradient über eine semipermeable Membran wirkt
- Tonizität: bestimmt durch jenes Subset von Teilchen in einer Lösung, welche eine Kraft über eine semipermeable Membran verursachen.

Osmose

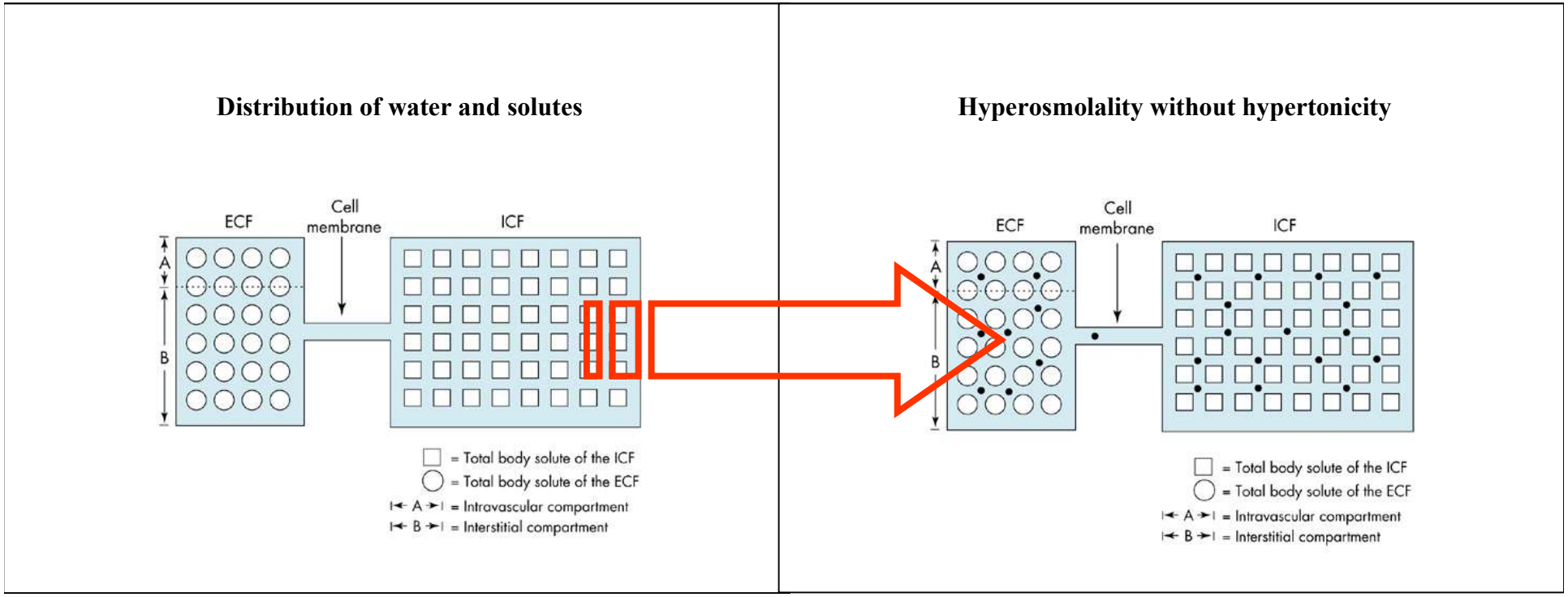
Distribution of water and solutes



….plus Mannit, 0.9%NaCl, Ringer-Lactat



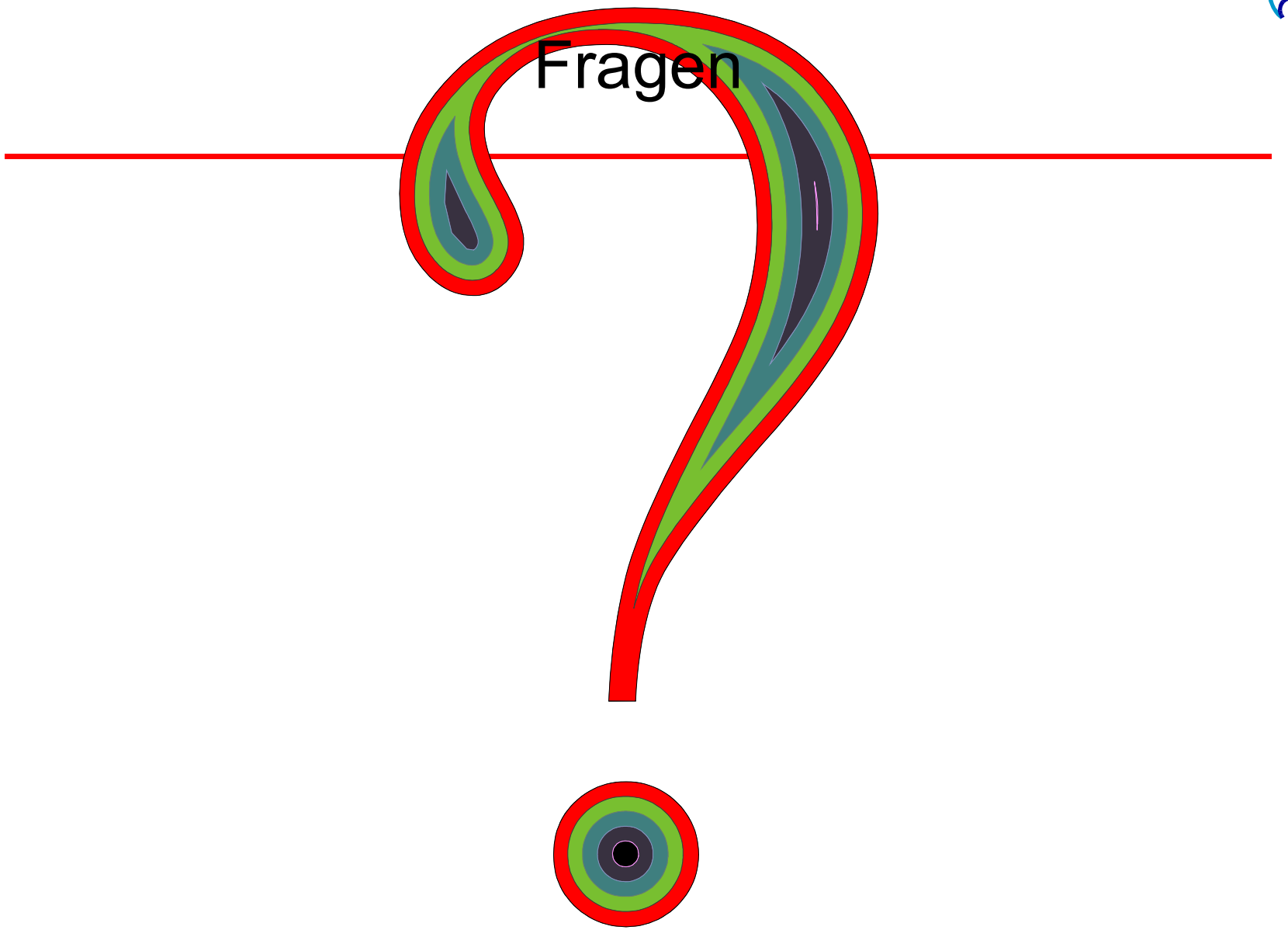
….plus Harnstoff, Glukose, destilliertes Wasser



Die Intensivpraxis

- Wasser (Infusionen) ist ein Medikament
- Die Bilanz ist ein «Muss»; sie wird verordnet, und muss eingehalten werden
  - morgen gleichviel Wasser wie heute
  - morgen weniger Wasser als heute
  - morgen mehr Wasser als heute
- Das Gleiche für Natrium.....
  - Welche Infusionen?
  - Wieviel Natrium?
- Wo ist meine Infusion hin: ECR oder ICR?
- Cave Hyponatriämie-Behandlung: Demyelinisierung
- Cave Hypernatriämie-Behandlung: Hirnödem

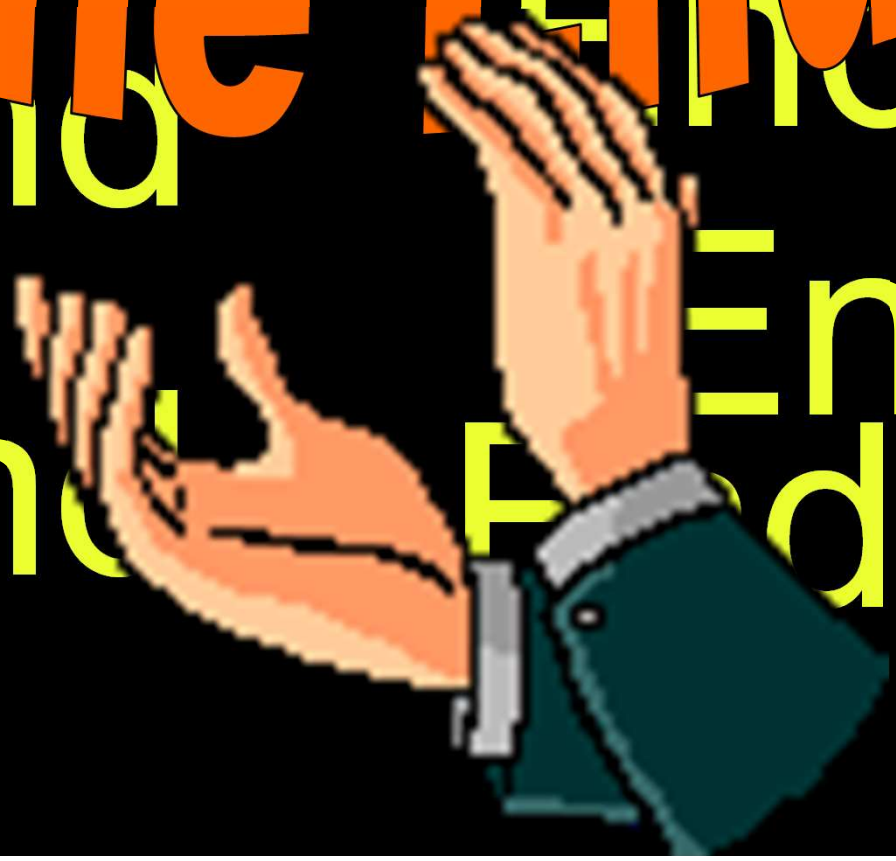
Fragen



The End

End End

End End

End End

End End