



Wasser- Elektrolythaushalt / Infusionstherapie

Wir möchten uns in dieser Folge mit dem Wasser-/Elektrolythaushalt auseinandersetzen und ausserdem die wichtigsten Infusionen etwas genauer unter die Lupe nehmen.

- Warum ist das Thema wichtig?
- Wieviel Wasser haben wir im Körper und wie verteilt es sich (evtl. ein Beispiel vorrechnen)?
 - Körper lässt sich in mehrere Flüssigkeitsräume einteilen
 - Räume unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung und ihrem Volumen
 - gesamte Körperwasser beträgt ungefähr 60 % des Körpergewichtes

Der intrazelluläre Raum (ICR = ICV: intrazelluläres Volumen)

- umfasst das intrazelluläre Wasser
- ungefähr 40 % des Körpergewichtes
- Umgeben von Zellmembranen
- keine direkte Messung möglich

Der extrazelluläre Raum (ECR = ECV: extrazelluläres Volumen)

- intravasal (ca. 5 %) und das interstitiell (ca. 15 %), zusammen etwa 20 % des Körpergewichtes
- Das ECV ist klinisch fassbar und beurteilbar
- Das intravasale ist vom interstitiellen Wasser durch die Gefässwand getrennt, welche durchlässiger als eine Zellmembran ist

Das **intravasale** Volumen bezeichnet das Plasmavolumen innerhalb des Gefässsystems. Um auf das Blutvolumen zu kommen müssen die zellulären Anteile dazugezählt werden.

- Gibt es altersbedingte oder geschlechtsspezifische Unterschiede?
Je jünger, desto grösser ist das gesamte Körperwasser (Neugeborene: 70 - 80 % des Körpergewichtes).
Frauen (nach der Pubertät) haben weniger Wasser. Bei jungen Erwachsenen beträgt das gesamte Körperwasser für Männer ca. 65 %, für Frauen ca. 55 % des Körpergewichtes
- Wie verschiebt sich das Wasser innerhalb unseres Körpers? Können wir kurz die folgenden Begriffe klären:
 - Diffusion -> Ausgleich von Konzentrationsunterschieden, Wasser geht vom Ort der niederen zum Ort der höheren Konzentration.
 - Osmose -> Zwei Räume, die mit in Wasser gelösten Teilchen (z.B. Elektrolyte) unterschiedlicher Konzentration gefüllt sind, werden von einer semipermeablen Membran (z.B. Zell- oder Gefässwand) getrennt. Durch die Diffusion verschiebt sich das Wasser, bis die osmotischen Druck auf beiden Seiten gleich ist.

- Osmotischer Druck -> Der osmotische Druck einer Lösung hängt von der Anzahl der gelösten Teilchen ab: je zahlreicher die Teilchen, desto höher der osmotische Druck.
- Kolloidosmotischer Druck -> Im Bereich der Kapillaren befinden sich Poren in den Gefäßwänden, die einen freien Austausch von Wasser, Elektrolyten und anderen Molekülen, wie z.B. Glukose, zulassen. Diese Poren erklären damit die gleiche Zusammensetzung von intravasalem und interstitiellem Raum. Diese Poren sind im Normalfall zu klein für die Diffusion der Plasmaeiweiße (Albumine, Globuline, Fibrinogen). Die osmotische Aktivität, die diese Proteine deshalb bewirken, wird kolloid-osmotischer Druck genannt. Er bewirkt eine Rückresorption von Wasser aus dem interstitiellen Gewebe in die Kapillaren. Funktioniert nur so lange die Poren klein genug sind und keine Eiweiße durchlassen.
- Was sind die wichtigsten Elektrolyte im Zusammenhang mit dem Wasser-E'lytehaushalt?
 - Intrazellulär**
 - Hauptkationen (positiv geladen): Kalium, Magnesium
 - Hauptanionen (negativ geladen): Phosphat, Proteine
 - Extrazellulär**
 - Hauptkation: Natrium
 - Hauptanion: Chlorid
- Unser Körper hat diverse Regulations-, bzw. Kompensationsmechanismen, auf einige möchten wir gerne kurz eingehen:
 - Sympaticoadrenerge Reaktion -> Aktivierung der α - & β -Rezeptoren (BD-Steigerung, Tachykardie)
 - ADH -> Im hinteren Teil der Hypophyse und im darüberliegenden Hirnteil, dem Hypothalamus, wird die Serumosmolarität gemessen und als Reaktion auf einen Anstieg ein Hormon produziert und ausgeschieden, das antidiuretische Hormon (ADH) oder Vasopressin. Dieses Hormon führt über eine direkte Wirkung in der Niere zu vermehrter Rückresorption von Wasser und damit zu einer Abnahme der Diurese (deshalb **antidiuretisch**). Das Wasser senkt die Osmolarität, und damit ist der Regelkreis geschlossen. Ein weiterer Stimulus für die Ausschüttung von ADH ist ein Volumenmangel im arteriellen System, der über Barorezeptoren im rechten Vorhof des Herzens und im Aortenbogen registriert wird.
 - RAAS -> Der Regulationsort des Blutvolumens ist die Niere. Die Niere ist befähigt, via spezielle Zellen und Rezeptoren, das Blutvolumen abzuschätzen. Ein Absinken führt zur Sekretion von Renin. Renin katalysiert die Umwandlung von Angiotensinogen (Produktion in der Leber) zu Angiotensin I. Angiotensin I wird in der Lunge vom Angio Converting Enzym (ACE) zu Angiotensin II umgebaut. Dieses Angiotensin II ist ein sehr potenter Vasokonstriktor (50fach gegenüber Noradrenalin). Der Blutdruck steigt. - Als zweite Wirkung stimuliert Angiotensin II die Sekretion von Aldosteron aus der Nebennierenrinde. Aldosteron ist ein Steroidhormon, das in der Niere zu einer vermehrten Rückresorption von Natrium führt. Durch Diffusion / Osmose führt das wiederum zu einer Wasserrückresorption. Damit steigt das ECV, dann das Blutvolumen, und der Regelkreis ist geschlossen.

Dies ist natürlich nur eine vereinfachte Darstellung dieses komplexen Kreislaufes.

ANP -> ANP ist ein Hormon, das von den Myozyten des rechten Herzvorhofes gebildet wird, und bei Dehnung des rechten Vorhofes ausgeschüttet wird. Das Atrial Natriuretic Peptide (ANP) erhöht die glomeruläre Filtrationsrate und damit die Natriurese und Diurese. Ausserdem hemmt es die Aldosteron- und ADH-Ausschüttung. Auf diese Weise wird das ECV vermindert, die Herzvorhofdrucke sinken: der Regelkreis ist geschlossen. Man kann es quasi als Gegenspieler von ADH und RAAS bezeichnen.

- Wir hängen jeden Tag viele Infusionen an, inwieweit beeinflussen wir damit den Wasser- / E'lytehaushalt? Vielleicht müssen wir uns dafür erstmal die gängigsten Infusionen anschauen. Wir sollten erstmal zwischen kristalloiden und kolloiden Lösungen unterscheiden. Was zeichnet die kristalloiden Lösungen aus, welche gibt es da und wie unterscheiden sie sich? Einige Beispiele:
Könnt ihr jeweils die Kontraindikationen erklären?

Ringer-Acetat

Kristalloide Lösung

4 x Verlust an Blut

¼ i.v., ¾ int.

Osmolarität 291 mmol/l

Na 137

K 4

Cl 110

Nicht bei hypert. Dehydratation, dekomp. Herzinsuff., Alkalose

Cave: Chloridazidose,

Hyponatriämie (max.10-12 mmol/24h)

NaCl 0.9%

Kristalloide Lösung

4 x Verlust an Blut

¼ i.v., ¾ int.

Osmolarität 308 mmol/l

Na 154

K 0

Cl 154

Nicht bei Niereninsuff., Herzinsuff., Leberzirrhose

Glucose 5%

Kristalloide Lösung

Braucht zu viel um Blutverlust zu ersetzen

1/12 i.v., ¼ int., 2/3 i.z.

Osmolarität 278 mmol/l

Glucose 50 g/l

Nicht bei SHT, Hyperglykämie, Hypokaliämie, Hirnödem,

Hyponatriämie, Hyperhydratation

- Welche kolloiden Lösungen gibt es und wann kommen sie zum Einsatz oder warum kommen sie immer weniger zum Einsatz?

HAES 6% (Voluven)

Kolloide Lösung (Plasmaexpander)

Osmolarität 286 mmol/l

Ca. für 6h 80% i.v.

Über Niere abgebaut **Cave:** Niereninsuff.

Thrombozytenaggregation ↓

Cave: Thrombozytopenie

Cave: Tubulonekrose bei schwerem Schock

Dosislimit: 50ml/kg KG/24h

- Was haben wir sonst noch für Möglichkeiten Einfluss auf den Wasser-,E'lytehaushalt zu nehmen?
- Mit dem erlangten Wissen können wir zum Schluss vielleicht kurz die folgenden Begriffe erklären:
 - **Hypotone Dehydratation** -> Die hypotone Dehydratation ist eine Form der Dehydratation, bei der das Verhältnis von Salzverlust zu Flüssigkeitsverlust auf Seiten des Salzes liegt. Der Organismus hat mehr Salz als Flüssigkeit (Wasser) verloren. Durch die veränderten osmotischen Druckverhältnisse findet somit eine Verschiebung von Flüssigkeit (Wasser) aus dem hypotonen Extrazellularraum in den hypertonen Intrazellularraum statt.

Ursachen: Die Ursache für das gestörte Salz-Wasser-Verhältnis bei der hypotonen Dehydratation kann zum einen der Verlust hypertoner Flüssigkeit (Erbrechen, Durchfall, starkes Schwitzen), zum anderen die zu hohe Zufuhr einer hypotonen Flüssigkeit sein - zum Beispiel das Trinken von destilliertem Wasser

- **Hypertone Dehydratation** -> Bei der hypertonen Dehydratation handelt es sich um einen Volumenverlust, bei welchem es zu einem verhältnismäßig größerem Verlust an Flüssigkeit (Wasser) als an Salz gekommen ist. Der Körper hat also mehr Flüssigkeit als Salz verloren, das intravasale Volumen ist im Vergleich zum extravasalen bzw. intrazellulären Volumen hyperten geworden.

Ursachen: Mangelnde Wasserzufuhr (Durst)

Wasserverlust über

- Haut (Schwitzen)
- Lunge (Hyperventilation)
- Nieren (Diabetes insipidus, Diabetisches Koma)
- Gastrointestinaltrakt (Durchfall, Erbrechen)

- **Hyperhydratation** -> Unter einer Hyperhydratation versteht man einen übermäßigen Wassergehalt des Körpers.

Formen:

Isoton: hierbei stehen Natrium- und Wasserüberschuss in einem isotonen Verhältnis, d.h. der Natriumspiegel im Blut ändert sich nicht.

Hyperton: bei dieser Form kommt es zu einem extrazellulären Natriumüberschuss, wodurch den Zellen Wasser entzogen wird.

Hypoton: durch einen Überschuss an freiem Wasser sinkt der Natriumspiegel im Blut. Es kommt zu einer Wasserverschiebung nach intrazellulär und somit zu einem Aufschwellen der Zellen.

Ursachen:

Bei der hypotonen Hyperhydratation kommt es z. B. infolge eines akuten oder chronischen Nierenversagens, übermäßigen Trinkens von salzarmem Wasser, aber auch übermäßiger Glukoseinfusion zu einer Überwässerung des Körpers ohne Anstieg des Natriums.

Von einer isotonen Hyperhydratation spricht man, wenn z. B. durch eine Herzinsuff. oder eine Leberzirrhose vermehrt Körperwasser eingelagert wird. Dadurch vermehrt sich das Gesamtvolumen bei gleichbleibendem Verhältnis von Wasser zu Natrium.

Bei der hypertonen Hyperhydratation kommt es z. B. durch Trinken von Meerwasser oder Natriuminfusionen zu einem Anstieg des Natriums und infolgedessen zu einem Wasserausstrom aus den Zellen in den Extrazellularraum. Folge ist u. a. ein mangelnder O₂ Transport, da die Erythrozyten ebenfalls schrumpfen. Eine hypertone Hyperhydratation ist aber sehr selten.