UCI Pediátrica
Toledo

LIQUIDOS BALANCEADOS: Hacia un futuro ¿¿Mejor??

Carmen María Moreno Romero (MIR 3)
David Arjona Villanueva (FEA UCIP)
Diciembre 2023

COMPLEJO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE TOLEDO

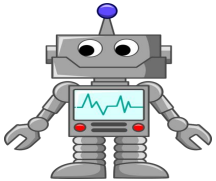
sescam

Indice

- Introducción
- Prehistoria

- Presente

- Futuro



UCI Pediátrica
Toledo

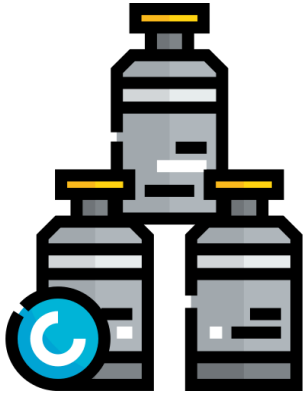
INTRODUCCIÓN

COMPLEJO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE TOLEDO

sescam

FLUIDOTERAPIA DE MANTENIMIENTO

Prescripción de agua y electrolitos diseñada para reemplazar las pérdidas fisiológicas anticipadas de los mismos durante el siguiente periodo de 24 horas



Pero… ¿Se puede poner H2O como fluidoterapia de mantenimiento?

¡NO!… Ella sola

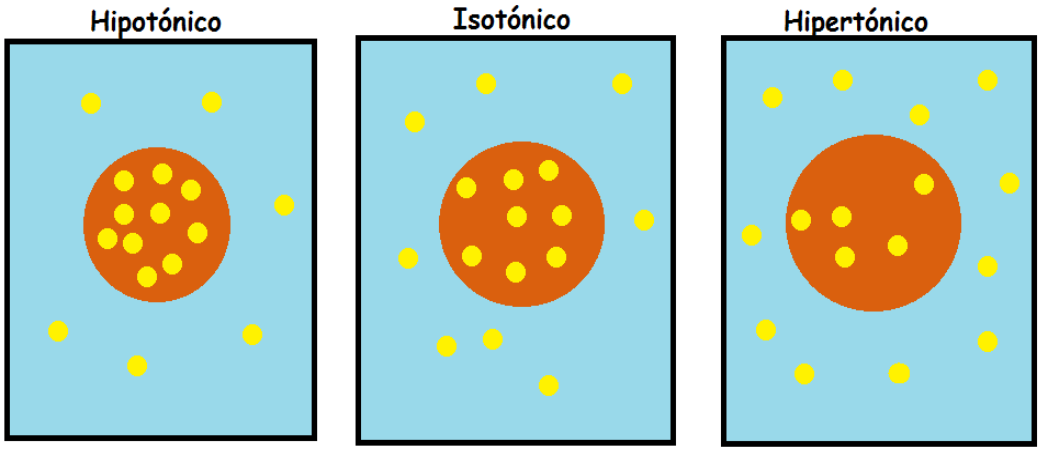
- ↓OSMOLARIDAD
- ↓TONICIDAD
- Habra que echarle algo , no?

CONCEPTOS BÁSICOS

OSMOLARIDAD ≠ **TONICIDAD** → Concentración de solutos responsables del movimiento de agua entre el LIC y LEC

↓

Nº de partículas disueltas en una solución por unidad de volumen (UNA FORMA DE HABLAR)



PARA ENTENDERNOS

= Osmolaridad → Relacionado con la concentración de solutos.
Si es muy baja puede dañar las celulas

= Tonicidad → Relacionado con los solutos que realmente son activos en los vasos, para mantener el agua en estos

Ejemplo: - **GLUCOSALINO 0,33%** es isoosmolar con el plasma

(+/-300mOsm/l)

Pero al entrar en plasma la glucosa desaparece y solo queda activo sodio y cloro (+/- 100 mEq/mOsm) → Hipotónico

- **SUERO SALINO FISIOLOGICO: ISOSMOLAR E ISOTONICO**

UCI Pediátrica
Toledo

PREHISTORIA

COMPLEJO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE TOLEDO

sescam

LOS PIONEROS

- Dr. William Brooke O´Shaughnessy, epidemia del cólera en Reino Unido,1831. Perdida agua, sodio, cloruro y - bicarbonato en sus deposiciones

- Dr. Thomas Latta en 1832 (misma epidemia) primera infusión intravenosa

- Sydney Ringer, descubriría la solución de Ringer por error ya que usó agua del grifo en lugar de agua destilada al imitar el plasma de corazón de rana (primer suero!!!!) de momento ers solo el ringer……. .

- 1896, Jacob Hamburguer desarrolló la solución de cloruro de sodio al 0.9%, más conocida como *solución salina normal.*

- Cushing llegó a definirla el salino ffisiológico en 1901 como venenosa

- 1932, AF Hartmann y MJ Senn añaden el tampón de lactato al fluido de Ringer, apareciendo el primer cristaloide equilibrado.

- 1957 POR FIN ALGO DE PEDIATRIA: HOLIDAY y SEGAR:
  Cálculo de gasto energético en reposo en niños
  Extrapolación de otros estudios
  Ninguna evidencia ni comprobación posterior
  PERO….

DURANTE 50 AÑOS HAN SALVADO LA VIDA A MILLONES DE NIÑOS

HOLLIDAY-SEGAR

THE MAINTENANCE NEED FOR WATER IN PARENTERAL FLUID THERAPY

By Malcolm A. Holliday, M.D., and William E. Segar, M.D.
Department of Pediatrics, Indiana University Medical Center

SUMMARY

It is generally agreed that the maintenance requirements for water of individuals is determined by their caloric expenditure. By means of the following formulae, the caloric expenditure of hospitalized patients can be determined from weight alone. For weights ranging from 0 to 10 kg, the caloric expenditure is 100 cal/kg/day; from 10 to 20 kg the caloric expenditure is 1000 cal plus 50 cal/kg for each kilogram of body weight more than 10; over 20 kg the caloric expenditure is 1500 cal plus 20 cal/kg for each kilogram more than 20.

NNBB → 1 ml H20/cal

HOLLIDAY-SEGAR

- NNBB de Sodio: 2-4 mEq/kg/día

EL CONTENIDO DE SODIO DE LA LECHE DE VACA ¡¡¡

TABLE VI

INTAKE OF ELECTROLYTES PROVIDED PER ESTIMATED 100 CALORIES ON VARIOUS REGIMENS

Regimen	*mEq/100 cal/day*		
	Na	*Cl*	*K*
Human milk*	1.0	1.2	2.0
Cow's milk	3.5	4.5	6.0
Recommended†	3.0	2.0	2.0
Recommended (Darrow)	3.0	2.0	3.0
Recommended adult**	3.0	3.0	1.0

- Se emplean soluciones hipotónicas, que al ritmo propuesto aportan los requerimientos de sodio para el niño.

- Se empezó a utilizar glucosalino
  - 1/3 SSF (0,33%) Una parte de salino, 2 de glucosa 5% 50MeQ/l de Na
  - 1/5 SSF (0,2%) Una parte de salino, 4 de glucosa 5% 30 MeQ/l de Na

ISOSMOLARES PERO HIPOTONICOS

UCI Pediátrica
Toledo

y así seguimos hasta 2007

COMPLEJO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE TOLEDO

sescam

UCI Pediátrica
Toledo

PRESENTE

COMPLEJO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE TOLEDO

sescam

PRESENTE

SUEROS HIPOTONICOS PROSCRITOS!!!!!

- Metaanálisis sobre seis series pediátricas muy diversas, se deduce que la infusión de sueros denominados hipotónicos por los autores, un riesgo mayor de hiponatremia (odds ratio [OR]: 17,22; intervalo de confianza del 95% [IC95%]: 8,67 a 34,2).

Hiponatremia-edema cerebral y muerte

- Recomendaciones británicas fluidoterapia Gran Bretaña:

NO USAR SUEROS HIPOTONICOS

- Recomendación:
  - Suero salino 0,45%
  - Suero salino fisiológico con glucosa 5%

Administrado a ritmo de Holiday : aporta casi 10 mEq/k/día de Na (mucho mas que lo de la leche de vaca)

RECOMENDACION ACTUAL

TODOS GLUCOSALINO 5%

ISOTONICO, pero mas sodio que plasma y muuucho más cloro

MAS FÁCIL IMPOSIBLE

O NO TAN FÁCIL….

PREOCUPACIONES ACTUALES SSF (niños y adultos)

- Acidosis hipercloremia en caso de grandes volúmenes.
- Insuficiencia renal aguda por uso de SSF (Grandes volúmenes).
- Alteración oligoelementos (en general).
- Disminución del espesor de la membrana del glicocálix
- En UCIP no mejora la supervivencia.
- En UCIP aumenta necesidad de intervención?? VM, inotrópicos.
- En cetoacidosis peor evolución (edema cerebral, daños renal, mas tiempo)

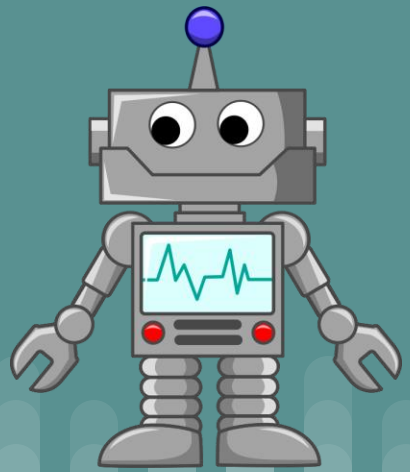
Preocupaciones muy poco científicas. CHUT ucip

- Ahora los pequeños (menores de 3 meses) no hacen hiponatremia, pero si hemos visto hipernatremias.
- RECOMENDACIÓN BASADA EN NINGUNA EVIDENCIA (pero que parece lógica y empieza a plantearse en algún artículo):

Menores de 3 meses /5 kilos: Glucosalino 1/3 o Suero salino 0,45% con glucosa, para 2 -4 mEq/k/día.

UCI Pediátrica
Toledo

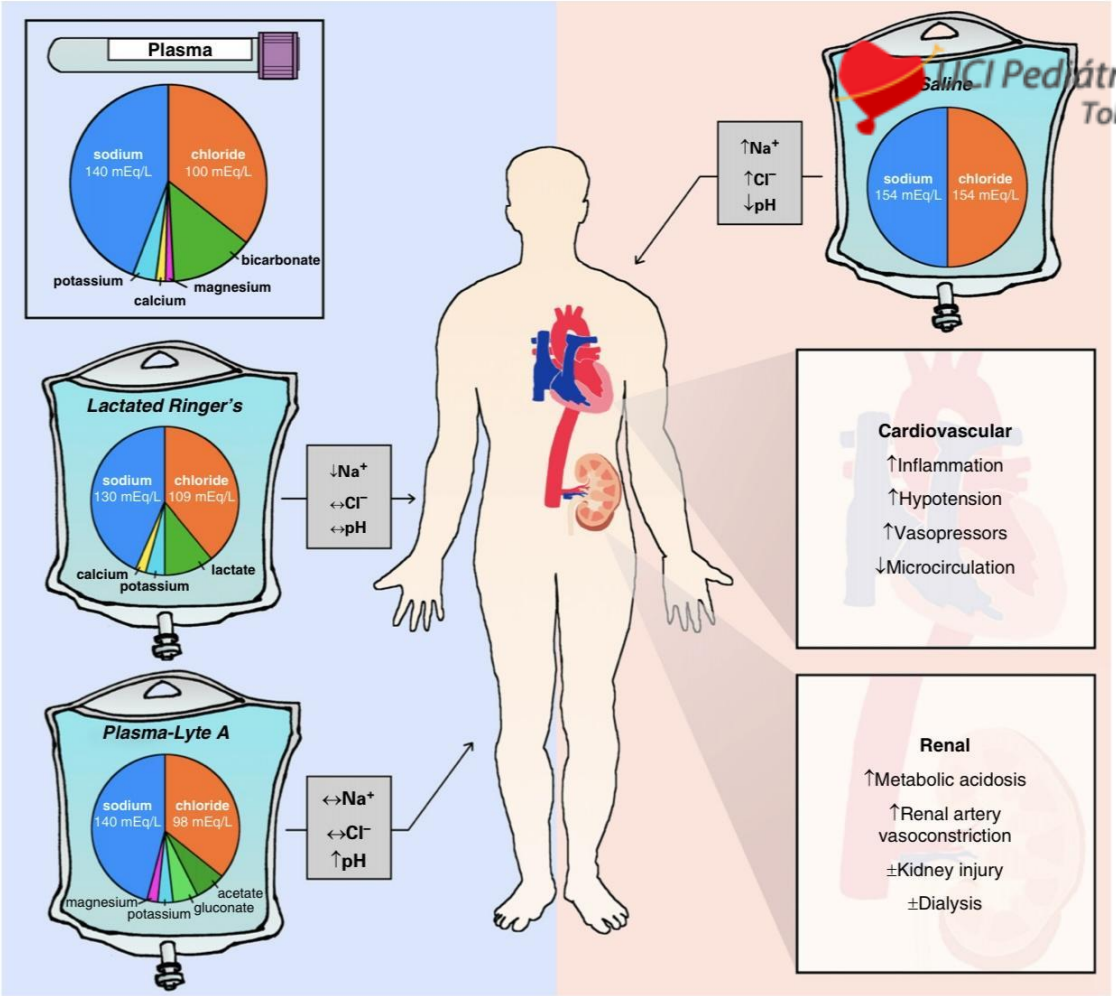
FUTURO



COMPLEJO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE TOLEDO

sescam

LÍQUIDOS BALANCEADOS



UCI Pediátrica Toledo

UCI Pediátrica
Toledo

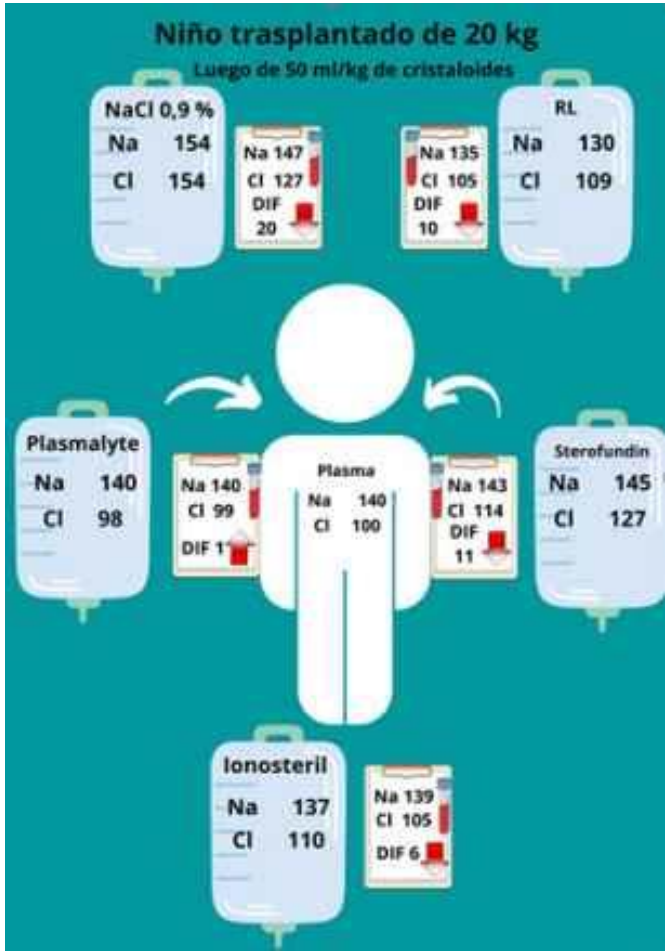
Composición de Cristaloides Isotónicos: no-balanceados y balanceados

Electrolitos	Salino 0,9%	Ringer L	Ringer A	Plasma
Na^+	154	130	130	135-145
Cl^-	154	109	110	98-105
K^+	-	4	2	3,5-5,0
Ca^{++}	-	3	4	4,4-5,2
Lactato	-	28	-	-
SID	0	28	30	40

COMPLEJO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE TOLEDO

sescam

$$DIF\ efectiva = (HCO_3^-) + 0{,}28\ (Albúmina\ (g/dL) + 1{,}8\ (fósforo\ (mmol/L)$$



UCI Pediátrica
Toledo

COMPLEJO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE TOLEDO

sescam

UCI Pediátrica
Toledo

EVIDENCIA

COMPLEJO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE TOLEDO

sescam

SYSTEMATIC REVIEW

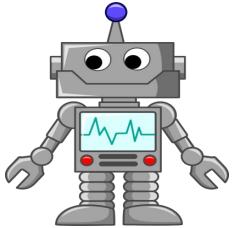
ESPNIC clinical practice guidelines: intravenous maintenance fluid therapy in acute and critically ill children— a systematic review and meta-analysis

David W. Brossier[1], Lyvonne N. Tume[2], Anais R. Briant[3], Corinne Jotterand Chaparro[4,5], Clémence Moullet[4], Shancy Rooze[6], Sascha C. A. T. Verbruggen[7], Luise V. Marino[8], Fahad Alsohime[9], Sophie Beldjilali[10], Fabrizio Chiusolo[11], Leonardo Costa[12], Capucine Didier[13], Stavroula Ilia[14], Nyandat L. Joram[15], Martin C. J. Kneyber[16], Eva Kühlwein[17], Jorge Lopez[18], Jesus López-Herce[18], Huw F. Mayberry[19], Fortesa Mehmeti[20], Magdalena Mierzewska-Schmidt[21], Maria Miñambres Rodríguez[22], Claire Morice[20], John V. Pappachan[23], Florence Porcheret[24], Leonor Reis Boto[25], Luregn J. Schlapbach[26], Hakan Tekguc[27], Konstantinos Tziouvas[28], Jean-Jacques Parienti[29], Isabelle Goyer[30] and Frederic V. Valla[13,31*] on behalf of the Metabolism Endocrinology and Nutrition section of the European Society of Pediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC)

UCI Pediátrica Toledo

- Metaanálisis europeo publicado en 2022

- Ponía en cuestión varios puntos



COMPLEJO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE TOLEDO

sescam

UCI Pediátrica Toledo

PICO1

Indication: Does IV-MFT versus other hydration therapies (none, oral or enteral route) impact on clinical outcomes?

No significant difference in length of stay but trend towards a reduction in length of hospital stay in patients receiving enteral fluids

PICO2

Tonicity: Do isotonic solutions versus hypotonic solutions (as IV-MFT) impact on clinical outcomes?

Yes, isotonic solutions significantly increase the risk of hyponatremia compared with hypotonic fluids

PICO5

Amounts: Does the use of a restrictive IV-MFT volume versus the standard Holliday and Segar calculated volume impact on clinical outcomes?

Yes, a restrictive strategy was significantly associated with a lower change in plasma sodium

PICO3

Balanced fluids: Do balanced solutions versus non-balanced solutions (as IV-MFT) impact on clinical outcomes?

Yes, the length of acute care or PICU stay were slightly but significantly decreased in children receiving balanced solutions

PICO4

Composition: Does the composition of IV-MFT in terms of glucose, electrolytes (P, Mg, Ca K), vitamins and trace elements impact on clinical outcomes?

Not able to be answered in a meta-analysis

COMPLEJO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE TOLEDO

sescam

FEATURE REVIEW ARTICLE

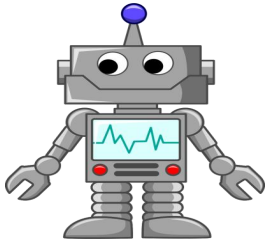
UCI Pediátrica Toledo

OPEN

Balanced Versus Unbalanced Fluid in Critically Ill Children: Systematic Review and Meta-Analysis*

- No beneficios de la administración de balanceados en cuanto a la mortalidad hospitalaria
- Esta revisión se centra en comparar el efecto del HCO3- y el ph, el tiempo de resolución de la acidosis y la prevalencia de hiperCl
- Menos estancia en UCIP. DIFERENCIA SIGNIFICATIVA!!!!!

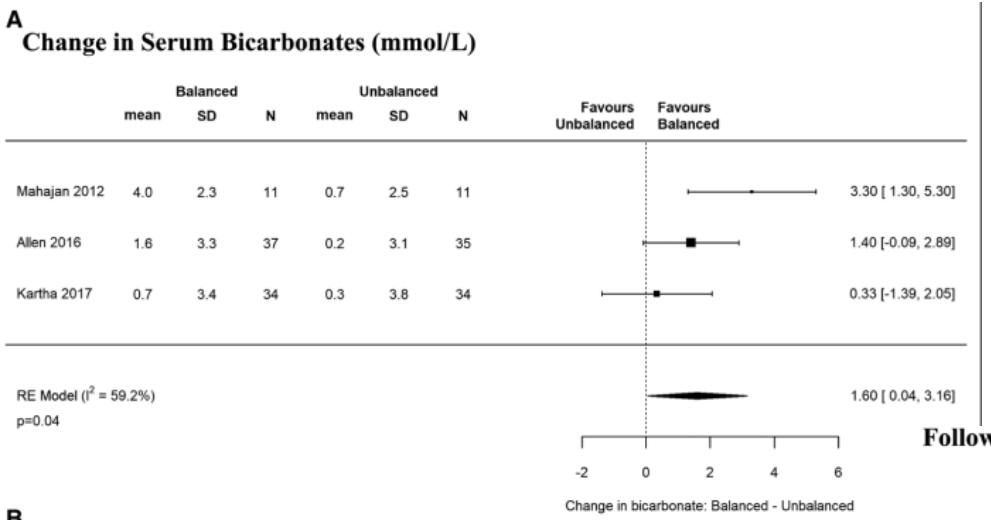
Disminuye 0,2 días!!!



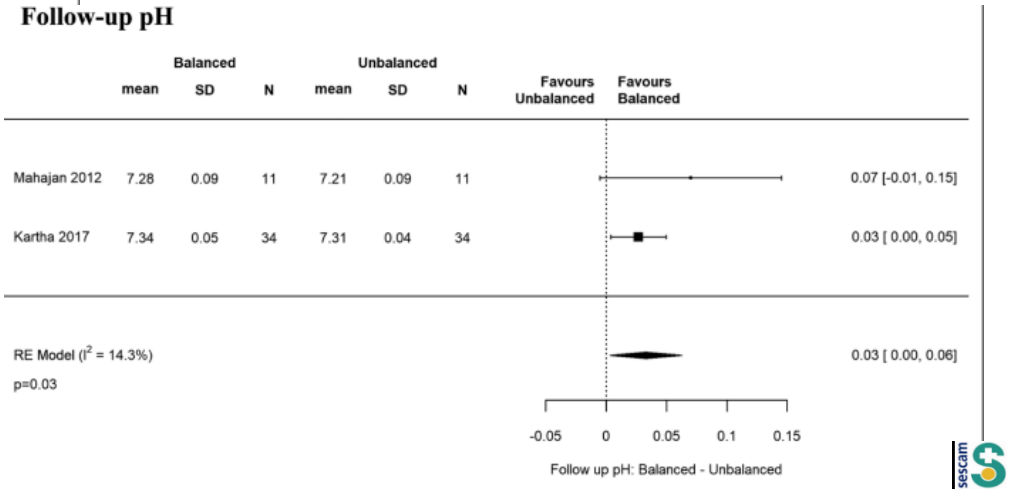
COMPLEJO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE TOLEDO

sescam

MODIFICACIONES EN EL HCO3- y Ph



- Se midieron niveles a a las 4, 6 y 12h
- Cambio en los niveles de HCO3- en 1.6 mmol/L tras el uso de balanceados



- Mejoría de ph en 0.03 puntos

Resolución de la acidosis

- **Cetoacidosis diabética:** no se encontraron diferencias significativas en cuanto al tiempo de resolución de la acidosis.

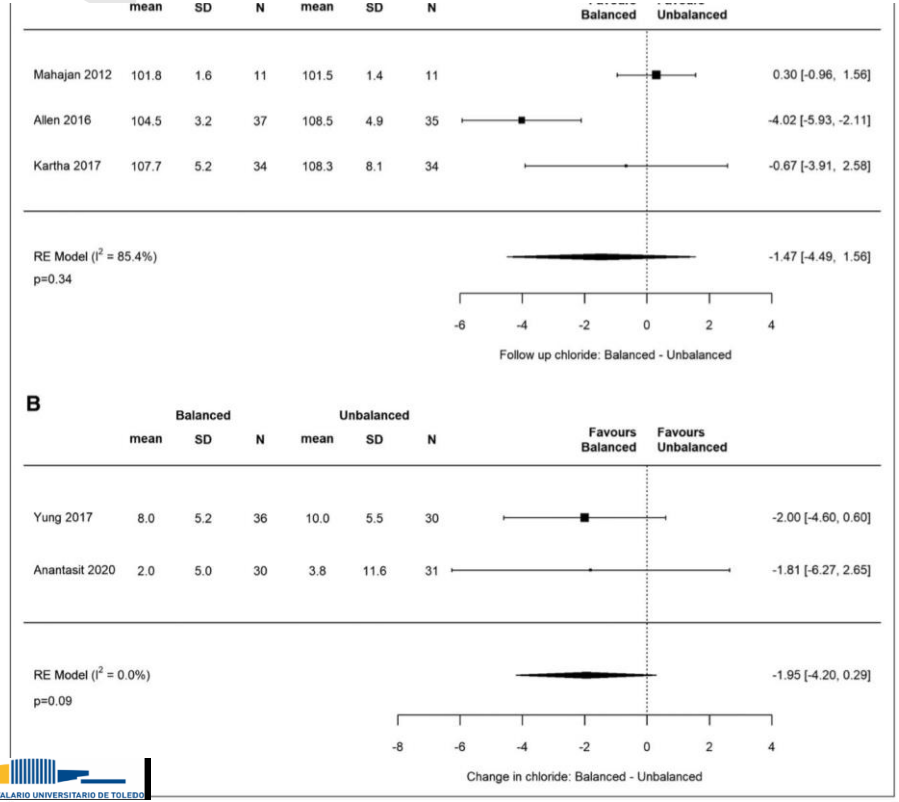
- **Sepsis grave/shock séptico:**

- Diferencias significativas en el EB a las 6 y 24h de la asministración del RL vs SSF.
- No diferencias significativas en la prevalancia de acidosis metabólica hiperclorémica.

reported no significant difference in time to resolution of acidosis after fluid bolus therapy. In an observational study on patients with severe sepsis/septic shock, Samransamruajkit (33) showed a significant difference in base excess at 6 and 24 hours in the RL group compared with the 0.9% saline group (2.46 SD ± 4.07 vs −3.65 SD ± 4.14 in unbalanced; $p < 0.001$ at 6 hr and 3.36 SD ± 3. vs −1.18 SD ± 3.95; $p = 0.002$ at 24 hr), whereas Anantasit et al (63) (RCT) did not find a significant difference in the prevalence of hyperchloremic metabolic acidosis.

Three RCTs reported serum chloride levels at 4 (30), 6 (27), and 6–12 hours (29), respectively, following fluid administration. Serum chloride levels were lower in the balanced compared with unbalanced group (**Fig. 3A**) but did not reach statistical significance

Niveles de Cloro



- Niveles más bajos de cloro tras el empleo de balanceados, pero **no diferencias significativas**

Otros aspectos analizados

- Prevalencia de Insuficiencia Renal Aguda
- Necesidad del empleo de ionotrópicos y vasopresores
- Necesidad del uso de Ventilación Mecánica

NO se encontraron diferencias significativas

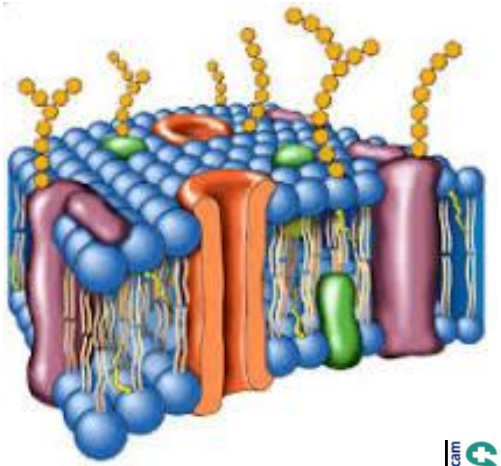
GLICOCÁLIX

- Estructura compleja rica en proteoglicanos y glicoproteínas que recubre el endotelio vascular, el endocardio y los vasos linfáticos

- Regula procesos fisiopatológicos asociados a la sepsis y disfunción orgánica

- **Su alteración provoca:**
- Edema
- Pérdida de la capacidad de respuesta vascular
- Hipercoagulabilidad

- La alteración de esta estructura provoca un aumento de proteoglucanos en plasma como el sidecan 1



Balancing Fluid Resuscitation in Pediatric Sepsis*

UCI Pediátrica Toledo

KEY WORDS: balanced fluid; endothelium; fluid bolus; glycocalyx; pediatric critical care; sepsis

Ricardo G. Branco, MD, PhD, FRCPCH

- La alteración que provocan en el espesor del glicocálix en pacientes sépticos manejados con no-balanceados es <5%
- El espesor disminuye en las 6 primeras horas tras la administración de los fluidos, a las 24h el espesor es similar a los manejados con balanceados
- En niños no hubo aumento del sidecan 1 en las primeras 6h en los manejados con no balanceados respecto a los que sí fueron manejados con balanceados

CONCLUSIÓN: son necesarios más estudios para determinar si el efecto clínico de los balanceados está relacionado con la protección de glicocálix

UCI Pediátrica
Toledo

CONCLUSIONES

COMPLEJO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE TOLEDO

sescam

Conclusiones

- **BENEFICIOS COMPROBADOS**

Disminución de estancia en UCIP de 0,2 dias

Solo respecto a expansión de volemia en sepsis con SSF>40ml/k

- No hemos encontrado beneficios en sueroterapia de mantenimiento (ni casi estudios)

- **PERJUICIOS COMPROBADOS.**

La verdad es que ninguno, salvo:

- Precio
- Problemas almacenamiento

Conclusiones II

- No hay evidencia para emplearlos como sueroterpia de mantenimiento.
- Indicadas en guias clínicas de sepsis para expansión inicial. *(Evidencia muy débil)*
- Incluidas en protocolo de manejo cetoacidosis diabética UCIP CHUT *(Evidencia débil)*
- Probablemente cada vez se utilizarán más. NADIE HA DEMOSTRADO QUE DEN PROBLEMAS

  (Aunque eso mismo decian en los 50 de los glucosalinos…..)

Conclusiones III

Se necesitan más estudios en población pediátrica para proporcionar evidencia de alta calidad y permitir la generación de recomendaciones y guías de práctica clínica

BIBLIOGRAFIA

1. Holliday MA, Segar WE. The maintenance need for water in parenteral fluid therapy. Pediatrics. 1957;19:823-32.
2. Moritz ML, Ayus JC. Preventing neurological complications from dysnatremias in children. Pediatr Nephrol. 2005;20: 1687-700.
3. Rius Peris JM, Rivas-Juesas C, Mara˜ na Pérez AI, Pi˜ neiro Pérez R, Modesto i Alapont V, Miranda Mallea J, et al. Uso de sueros hipotónicos en la prescripción de la fluidoterapia intravenosa de mantenimiento. An Pediatr (Barc). 2019;91:158-165.
4. Lehr AR, Rached-d'Astous S, Parker M, McIntyre L, Sampson M, Hamid J, Menon K. Impact of balanced versus unbalanced fluid resuscitation on clinical outcomes in critically ill children: protocol for a systematic review and meta-analysis. Syst Rev. 2019 Aug 5;8(1):195. doi: 10.1186/s13643-019-1109-2. PMID: 31383009; PMCID: PMC6683512.
5. Semler, M. W., & Kellum, J. A. (2019). Balanced Crystalloid Solutions. *American journal of respiratory and critical care medicine*, *199*(8), 952–960.
6. Brossier, D. W., Tume, L. N., Briant, A. R., Jotterand Chaparro, C., Moullet, C., Rooze, S., Verbruggen, S. C. A. T., Marino, L. V., Alsohime, F., Beldjilali, S., Chiusolo, F., Costa, L., Didier, C., Ilia, S., Joram, N. L., Kneyber, M. C. J., Kühlwein, E., Lopez, J., López-Herce, J., Mayberry, H. F., … Metabolism Endocrinology and Nutrition section of the European Society of Pediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC) (2022). ESPNIC clinical practice guidelines: intravenous maintenance fluid therapy in acute and critically ill children- a systematic review and meta-analysis. *Intensive care medicine*, *48*(12), 1691–1708.
7. Branco R. G. (2023). Balancing Fluid Resuscitation in Pediatric Sepsis. *Pediatric critical care medicine : a journal of the Society of Critical Care Medicine and the World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies*, *24*(3), 257–259.
8. Lehr, A. R., Rached-d'Astous, S., Barrowman, N., Tsampalieros, A., Parker, M., McIntyre, L., Sampson, M., & Menon, K. (2022). Balanced Versus Unbalanced Fluid in Critically Ill Children: Systematic Review and Meta-Analysis. *Pediatric critical care medicine : a journal of the Society of Critical Care Medicine and the World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies*, *23*(3), 181–191.

UCI Pediátrica
Toledo

!!!MUCHAS GRACIAS Y FELIZ NAVIDAD!!!

COMPLEJO HOSPITALARIO UNIVERSITARIO DE TOLEDO

sescam