



## PLANES DE HIDRATACIÓN PARENTERAL. Segunda parte: el modelo compartimental.

Lucas Fernández Otero

**Clínica Médica Hospital Italiano de San Justo. Universidad Nacional de La Matanza. Instituto  
Universitario del Hospital Italiano.  
Buenos Aires. Argentina.**

Email: [lucas.fernandez @ hospitalitaliano.org.ar](mailto:lucas.fernandez@hospitalitaliano.org.ar)

Rev Electron Biomed / Electron J Biomed 2020;1:20-26.

---

[Comentario del revisor Dr. Carlos G. Musso, MD. PhD.](#) Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Simón Bolívar Barranquilla, Colombia.

[Comentario del revisor Dr. Manuel Vilas, MD.](#) Nefrólogo miembro del Comité de Nefrología Crítica de la Sociedad Argentina de Terapia Intensiva.

---

### RESUMEN

La hidratación parenteral endovenosa es una práctica cotidiana en la medicina moderna. Cobró fuerte impulso luego de la segunda guerra mundial, siendo hoy un pilar fundamental en el manejo del paciente internado.

En esta segunda parte del presente trabajo se describen los fundamentos para su uso, sus indicaciones, las soluciones de uso más habitual, su distribución en los distintos compartimentos corporales, su interacción en los mismos compartimentos en distintas situaciones clínicas habituales como deshidratación, sobrecarga de volumen, cirrosis y sepsis.

**PALABRAS CLAVE:** Hidratación, parenteral, terapia, fluidos.

---

**ABSTRACT:** Intravenous therapy is a daily practice in modern medicine. It gained strong momentum after the Second World War, being today a fundamental pillar in the management of hospitalized patients.

In this second part of the present work describes the rationale for its use, its indications, the most commonly used solutions, its distribution in the different body compartments, its interaction in the same compartments in different common clinical situations such as dehydration, volume overload, cirrhosis and sepsis.

**KEY WORDS:** Therapy, fluids, hydration, parenteral

---

[La PRIMERA PARTE, fue expuesta anteriormente](#)

## SEGUNDA PARTE: El modelo compartimental:

Para entender la distribución de las distintas soluciones que se pueden utilizar a la hora de confeccionar un PHP es menester entender la distribución de los líquidos corporales en distintos compartimentos. La cantidad de agua corporal que se encuentra en un organismo dependerá de la edad y el sexo del paciente, así como también de la relación entre masa magra y grasa que tiene un individuo<sup>1</sup>. De forma general se puede decir que la cantidad de agua corporal total tendrá la siguiente relación con el peso en kilogramos:

Agua corporal total en litros:

	HOMBRES	MUJERES
JÓVENES	65 % del peso	55 % del peso
ANCIANOS	55 % del peso	50 % del peso

Los niños pequeños pueden tener 75 - 80% del peso en agua, en tanto un obeso de 150 kg puede tener tan solo 30%.

Vamos a representar al cuerpo humano en compartimentos teóricos y esquemáticos a los efectos de comprender la distribución de los líquidos, el comportamiento de las soluciones de infusión y distintos procesos patológicos que alteran la distribución y composición de estos compartimentos.

De manera esquemática los líquidos se distribuyen en dos grandes compartimentos: el Líquido Intracelular (LIC) y el líquido extracelular (LEC). La relación entre ambos es de  $\frac{2}{3}$  para el LIC y  $\frac{1}{3}$  para el LEC.

A su vez el LEC se divide en dos compartimentos: el intersticio que representa  $\frac{3}{4}$  del LEC y el intravascular que representa  $\frac{1}{4}$  del LEC<sup>2</sup>.

Así en un varón de 30 años de 70 kg con BMI normal la distribución de líquidos sería:

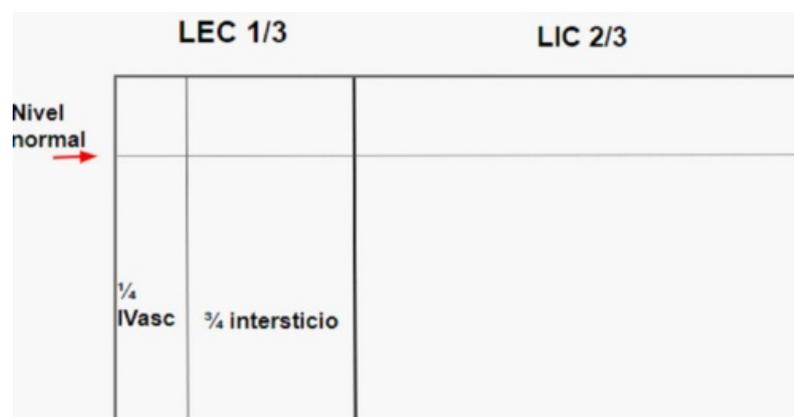
Agua Corporal total:  $70 \times 0.65$ : 45 litros

LIC:  $45 \times \frac{2}{3}$ : 30 litros

LEC:  $45 \times \frac{1}{3}$ : 15 litros

intersticio:  $15 \times \frac{3}{4}$ : 11 litros

intra vascular:  $15 \times \frac{1}{4}$ : 3.75 litros



Los distintos compartimentos pueden ser evaluados en la práctica clínica lo que ayuda enormemente a hacer un diagnóstico de situación y planificar los planes de hidratación.

### Evaluación del Intravascular:

Es tal vez el más sencillo de todos. Se realiza a través del examen físico distintos tipos de métodos complementarios:

- 1) Frecuencia cardíaca y Tensión arterial supina y erecta, buscando ortostatismo como signo de contracción intravascular
- 2) Ingurgitación de venas yugulares.
- 3) Presión venosa central. PVC
- 4) Presión de enclavamiento pulmonar (wedge).
- 5) Ecografía de vena cava inferior<sup>3</sup>.  
(distensión y comportamiento respiratorio)
- 6) Evaluación hemodinámica : variación de la onda de pulso y descarga sistólica latido a latido. (Si la variabilidad es mayor al 13% hay hipovolemia). Requiere monitoreo arterial.
- 7) Maniobras dinámicas: elevación de mmii con posición supina (genera una auto transfusión de 300 cc desde los mmi hacia la circulación central) con esto aumenta la descarga sistólica, aumenta el gasto cardíaco y baja la variabilidad del volumen sistólico (requiere monitoreo invasivo arterial)<sup>4</sup>.
- 8) Laboratorio: urea creatinina y ácido úrico. Fena, Feu, y alcalosis metabólica. Son útiles marcadores de contracción.
- 9) Na urinario: es el marcador más útil para evaluar la volemia arterial efectiva. (Ver más adelante)<sup>2</sup>.

### **Evaluación del intersticio:**

1) Edema: se localiza en mmii por ambas caras anterior y posterior, flancos, zona sacra. Es importante entender que puede existir una fase intermedia en el cual el intersticio ha aumentado en volumen pero aún NO hay edemas. (LEC alto sin edemas). En algunos pacientes se necesita entre 5 y 6 litros de exceso del compartimiento para que sean clínicamente evidentes los edemas. En la mayoría de las personas se requiere un mínimo de 3 litros. El proceso mórbido típico que cursa con LEC alto sin edemas es el SSIHAD que erróneamente se lo clasifica con LEC normal.

2) Intersticio pulmonar: desarrollada en los últimos años la técnica es por ecografía, siendo altamente sensible<sup>5</sup>.

Existe además una serie de compartimentos que pertenecen a LEC que se conocen como líquidos transcelulares, ellos son:

- Derrame pleural
- Derrame pericárdico
- Ascitis
- Líquido articular
- Humor vítreo
- LCR

El líquido dentro del tubo digestivo ya sea en condiciones normales o en íleo se lo considera por fuera del organismo y constituye el llamado 3er espacio, formalmente NO pertenece a ninguno de los compartimentos anteriores.

### **Evaluación del compartimiento Intracelular (LIC)**

En la práctica es difícil de cuantificar. Se lo puede hacer a través de dos medidas:

- 1) Bioimpedanciometría eléctrica en la cual se determina el volumen de LEC y el LIC.
- 2) Indirectamente a través de la osmolaridad plasmática ya que en la enorme mayoría de los casos hay una

correlación inversa entre el volumen del LIC y la osm p.<sup>2</sup>.

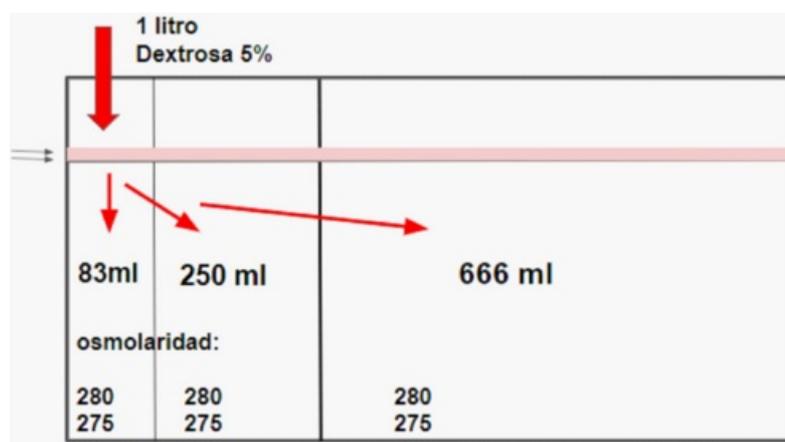
### Distribución de las distintas soluciones en los distintos compartimentos corporales:

Analizaremos a continuación cómo se distribuyen las distintas soluciones de uso habitual en los distintos compartimentos. Imagine el lector que el organismo es una gran pecera, a la que solo se tiene acceso por el compartimento IV, de hecho la absorción de líquidos y nutrientes pasa rápidamente al intravascular, así como también por definición las infusiones endovenosas.

La hidratación en el tejido celular subcutáneo fue anterior a la utilización de las vías endovenosas. Estas últimas cobran mayor importancia luego de la segunda guerra mundial. En la actualidad la vía subcutánea se utiliza en cuidados paliativos con el objetivo de proporcionar confort a un paciente con agotamiento de accesos vasculares. De ahora en adelante asumimos toda administración en el compartimento intravascular<sup>6</sup>.

#### 1. Dextrosa 5%

Si infundimos un litro de Dx5%, dado que es una solución libre de sodio se distribuye rápidamente en todos los compartimentos corporales. De 1 litro solo quedará en el intra vascular 83 ml. Por lo tanto NO debe expandirse el intra vascular con dextrosa. En la práctica se reserva el término expandir al aumento de volumen del intra vascular o del LEC en su conjunto.

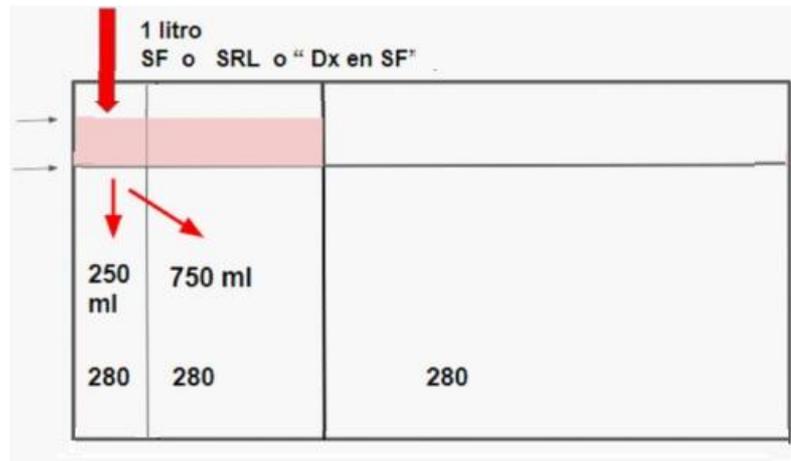


Como se ve la dx5% es el equivalente a hidratar con agua. Se distribuye según los volúmenes de los distintos compartimentos según la regla del  $\frac{2}{3}$  y  $\frac{1}{3}$  para LEC y LIC y a su vez  $\frac{3}{4}$  y  $\frac{1}{4}$  para el LEC. Es una verdadera hidratación muy útil en quien ha perdido agua libre o pura. No es una expansión, sino una verdadera hidratación de todos los compartimentos. Además la dextrosa es rápidamente ingresada a las células y metabolizada en situaciones de secreción de insulina normal, por lo que no contribuye a mantener la osmolaridad en forma persistente, la misma depende fundamentalmente de las sales de sodio en el LEC y de las de potasio en el LIC.

Dado que la infusión de dx 5% diluye uniformemente estas sales, se observa en la figura que la osmolaridad baja de 280 a 275 mosm/kg uniformemente (el valor absoluto de cuanto descende se puede calcular con exactitud pero tan solo se expresa un valor tentativo, para entender que la osmolaridad baja tras la administración de esta infusión). Esta circunstancia en condiciones fisiológicas normales produciría una supresión de la secreción de ADH neurohipofisaria con lo cual se produciría una diuresis acuosa que eliminaría el exceso de agua volviendo la osmolaridad a su valor normal<sup>7</sup>.

#### 2. Solución Fisiológica, Ringer lactato y Dextrosa 5% en cIna 0.9%.

Son los típicos cristaloides, defienden el volumen del LEC por lo que distribuyen por completo en el mismo con la relación  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{3}{4}$ . Como se verá en la figura no producen ninguna modificación de la osmolaridad ya que son isotónicos. No pasan al espacio intracelular. Son ideales para la expansión intravascular ya que una parte sustancial queda retenida en dicho compartimento.



En condiciones normales, luego de esta expansión del LEC se producen mecanismos natriuréticos fisiológicos (aumenta el péptido natriurético atrial y se suprime la aldosterona), que producen eliminación del sodio administrado en exceso. Estos mecanismos pueden ser deficitarios y/ o lentos en pacientes con cardiopatía, pudiendo generar sobrecarga de volumen. Los pacientes con insuficiencia cardíaca avanzada tienen bajo el gasto cardíaco y por lo tanto bajo el volumen arterial efectivo. Esto genera que los mecanismos de regulación del volumen se disparen a pesar de la sobrecarga hacia la inhibición de la natriuresis, inhibición del péptido atrial natriurético y aumento de la aldosterona.

### 3. Solución Fisiológica 0.45%. "Medio salino"

Una forma esquemática de entender su distribución es descomponerla en dos mitades. Un litro de medio salino equivale a medio litro de agua + medio litro de clna 0.9% (sf).

Así tendremos la siguiente distribución:



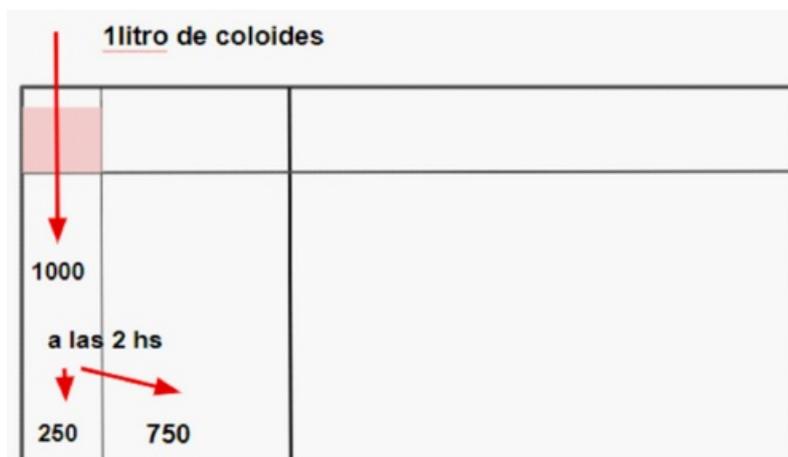
Como se ve es una situación intermedia entre las otras dos produciendo más expansión del LEC que el dextrosado pero menos que el fisiológico. Produce una leve disminución de la osmolaridad en todos los compartimentos aunque menor que la dextrosa.

### 4. Coloides:

Tienen la propiedad de quedar retenidos en el compartimiento intravascular ejerciendo fuerte presión coloidosmótica. La mayoría de las formulaciones tienen igual cantidad de sodio que la solución fisiológica. Como comentamos en el capítulo anterior la vida media es de 1 a 2 horas metabolizándose rápidamente. Pasado este tiempo se comportan como un cristaloides distribuyéndose en todo el LEC.

Tienen la capacidad teórica de una expansión más eficiente <sup>8</sup>, pero como hemos comentado su elevado costo,

las reacciones adversas (alergia, alteraciones de la coagulación, priones etc) y la falta de resultados con puntos finales clínicos de importancia (mortalidad, estancia hospitalaria, inicio de ARM), ha hecho que el debate de su administración continúe en la actualidad luego de 20 años de investigación.



## REFERENCIAS

- 1.- Ramirez de Peña D, Almanza D, Ángel LA, Others. Estimación del agua corporal total y del peso seco usando impedancia bioeléctrica tetrapolar de multifrecuencia en pacientes en hemodiálisis. Universidad Nacional de Colombia, Unidad Renal Fundación Hospital San Carlos, Cruz Roja y Centro de Investigación. Revista de la Facultad de Medicina. 2015;63:19-31.
- 2.- Rose BD. Transtornos de los electrolitos y del equilibrio ácido-base. 2001; Available from: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=AGRIUAN.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=021389>
- 3.- Citilcioglu S, Sebe A, Ay MO, Icme F, Avci A, Gulen M, et al. The relationship between inferior vena cava diameter measured by bedside ultrasonography and central venous pressure value. Pak J Med Sci Q. 2014;30:310-315.
- 4.- Limachi Choque AM. Evaluacion del deficit de volumen con la determinacion del diametro de vena cava inferior por ecografia y la maniobra de elevacion pasiva de miembros inferiores. Residencia Medica-Medicina Crítica y Terapia Intensiva; RM. MC yTI.-002/16; 2016. Available from: <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/handle/123456789/5202>
- 5.- Macho JT, de Casasola Sánchez GG. Ecografía pulmonar, paradigma de la ecografía clínica [Internet]. Rev Clín Esp. 2020. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rce.2020.03.006>
- 6.- Fürst P, Lundström S, Klepstad P, Strang P. Continuous subcutaneous infusion for pain control in dying patients: experiences from a tertiary palliative care center. BMC Palliat Care. 2020;19:172.
- 7.- Maxwell MH, Kleeman CR (ed). Clinical Disorders of Fluid and Electrolyte Metabolism. McGraw Hill, New York, 1962.
- 8.- Martin GS, Bassett P. Crystalloids vs. colloids for fluid resuscitation in the Intensive Care Unit: A systematic review and meta-analysis. J Crit Care. 2019;50:144-154.

## CORRESPONDENCIA:

Lucas Fernández Otero  
Clínica Médica Hospital Italiano de San Justo.  
Universidad Nacional de La Matanza.

Buenos Aires. Argentina.

Email: [lucas.fernandez @ hospitalitaliano.org.ar](mailto:lucas.fernandez@hospitalitaliano.org.ar)

---

**Comentario del revisor Dr. Carlos G. Musso, MD. PhD.** Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Simón Bolívar Barranquilla, Colombia.

En el presente artículo original el autor realiza a través del análisis de una serie de casos una excelente revisión y actualización sobre el adecuado uso de los planes de hidratación en la práctica clínica asistencial, contemplando desde su forma de preparación y dosificación, hasta sus indicaciones.

---

**Comentario del revisor Dr. Manuel Vilas, MD.** Nefrólogo miembro del Comité de Nefrología Crítica de la Sociedad Argentina de Terapia Intensiva.

El Dr. Fernandez-Otero analiza en profundidad el tema del adecuado uso de los diversos planes de hidratación, destacando la influencia de los distintos factores que deben tenerse en cuenta a la hora de cuantificar las pérdidas insensibles, tales como la temperatura ambiental y corporal, la frecuencia respiratoria del paciente, etc., así como el riesgo de sobrecarga hídrica en subgrupo de pacientes, como por ejemplo los ancianos.

---