

## Historia clínica

### Exploración

#### física

**Análisis de sangre:** Hemograma, frotis periférico, coagulación, urea, creatinina, calcio, fósforo, ácido úrico, gasometría, osmolalidad, proteínas totales y albúmina.

**Análisis de orina:** Tira reactiva; sedimento (hematíes, cilindros, cristales, leucocitos), proteínas, urea, creatinina, sodio, potasio, osmolalidad.

#### Calcular índices urinarios y cocientes orina/plasma

**Determinaciones selectivas:** Complemento, serología estreptocócica, ANA, crioglobulinas, electroforesis de proteínas en sangre; investigación de tóxicos en sangre y orina, eosinófilos en orina, hemo y urocultivo.

**Técnicas de imagen:** Ecografía renal, radiografía simple de abdomen.

Ocasionalmente: renograma isotópico, gammagrafía renal, angiografía renal.

Urea	10- 40	mg/dl	Ca total	8,8 - 10,8	mg/dL
Creatinina	RN- 0,3 - 1	mg/dl	P	Lact.- 4 - 7	mg/dL
	Lact.- 0,2 - 0,4			1 - 12 años- 5 - 6	
	Niño- 0,3 - 0,7		Úrico	1-5 a.- 2- 5,8	mg/dL
	Adolesc.- 0,5 - 1			>5 a.- 2- 6,6	
Na	135- 145	mEq/L	pH	7,35 - 7,45	
K	3,5 - 5	mEq/L	Bicarbonato	21 - 26	mEq/L
Aclaramiento de creatinina	1 - 6 meses	77 ml/min/1,73 m <sup>2</sup>	( 39 - 114)		
	7 - 12 meses	103	"	( 49 - 157)	
	13 - 19 meses	127	"	( 62 - 191)	
	2 - 12 años	127	"	( 89 - 165)	
	13- 19 años			(110 - 136)	

Tabla 30.3 Valores normales en sangre de las sustancias más utilizadas en el diagnóstico de IRA y del aclaramiento de creatinina

#### Historia clínica y exploración

El interrogatorio y la exploración clínica cuidadosos, a menudo, revelan la causa de la insuficiencia renal. Por ejemplo, una historia de infección respiratoria superior previa, sugiere una glomerulonefritis aguda. Una gastroenteritis, signos de deshidratación puede ser el preludio de una IRA prerrenal, una trombosis de las venas renales, o un síndrome hemolítico urémico. Una pielonefritis aguda hará sospechar una uropatía. Debe preguntarse por antecedentes familiares o personales de litiasis renal.

La exploración física debe incluir la medida de la tensión arterial, la detección de signos de retención hidrosalina, o por el contrario, de signos de colapso circulatorio. La palpación de unos riñones aumentados de tamaño puede sugerir una hidronefrosis o una trombosis de las venas renales. Una hiperventilación sugiere una acidosis metabólica o una descompensación cardíaca, con edema pulmonar. Depresión del sensorio o convulsiones cuando la uremia es muy elevada.

#### Creatinina en sangre

En condiciones normales, la concentración de creatinina varía de forma inversa al FG, ya que la excreción de la creatinina por el FG iguala a la producción por el músculo esquelético. Su concentración varía según la edad y el género,

reflejando la dependencia de la masa muscular y la maduración funcional renal. Sin embargo, la determinación fotométrica puede interferirse por algunos cromógenos (cetonas, cefalosporinas), detectándolos como creatinina y se obtendrán valores artificialmente elevados de creatinina. En los niños malnutridos sucede lo contrario, la escasa masa muscular se reflejará en valores descendidos de creatinina. Así pues, un valor aislado de creatinina en sangre refleja el FG bajo condiciones estables y no puede ser utilizado para cuantificar cambios bruscos en el FG. En general, un progresivo incremento de la creatinina de al menos 0,5 mg/dL/día indica un descenso del FG agudo e intenso.

#### *Urea en sangre*

Es un producto de desecho formado por el metabolismo hepático de los aminoácidos no utilizados en la síntesis proteica. La urea se excreta por filtración glomerular y su concentración en sangre varía en relación inversa al FG. Sin embargo, en determinadas circunstancias la urea y el BUN (nitrógeno ureico en sangre, se calcula multiplicando la urea por 0,47) están elevados en sangre, por aumento de su síntesis hepática, sin coexistir una disminución del FG: elevada ingesta de proteínas, sangrado intestinal, estados hipercatabólicos (sepsis, quemados, hipoxia, nutrición inadecuada, administración de esteroides). La excreción de la urea también depende de la reabsorción tubular, por eso en los estados de hipovolemia, sin una reducción significativa del FG (IRA prerrenal), en los cuales se incrementa la reabsorción tubular de sodio, agua y urea, también puede estar incrementada la urea en sangre. Cuando el cociente plasmático BUN/creatinina es mayor de 20, podemos sospechar un aumento de la producción o un aumento de la reabsorción tubular.

#### *Volumen de orina*

En todo paciente con IRA, es preciso medir la diuresis, para valorar si presenta oliguria o no y, por tanto, emprender un tratamiento correcto.

#### *Composición de la orina*

Los análisis de orina deben realizarse en cuanto se sospeche el diagnóstico y antes de emprender el tratamiento. A diferencia del volumen de orina, el estudio de la composición de la orina puede ayudar a diagnosticar una IRA prerrenal o renal. Inicialmente, debe realizarse una tira reactiva en orina y análisis microscópicos, buscando leucocitos, hematíes, cilindros, gérmenes, cristales. De los índices estudiados (Tabla 30.4), los más utilizados son el cociente osmolar (orina/plasma), el cociente ureico (orina/plasma) y la excreción fraccionaria de sodio (EFNa). También se ha comprobado que una concentración de cloro urinario < 20 mEq/L es equivalente, desde el punto de vista diagnóstico, a una EFNa < 1

%. Con la experiencia acumulada, se ha comprobado que existen casos de IRA orgánica con una EFNa baja (< 1 %) (Tabla 30.5). En la IRA prerrenal los valores hallados reflejan una buena capacidad funcional tubular tanto de concentración renal, como de retención de urea y de sodio. En la IRA orgánica, los valores hallados reflejan lo contrario. En los casos intermedios, no concluyentes, el índice de fallo renal (IFR), nos suele ayudar a clasificar al paciente en una categoría o en

	IRA funcional		IRA orgánica	
	niños	neonatos	niños	neonatos
U <sub>Na</sub> (mEq/l)	< 20	< 40	> 40	> 40
EF <sub>Na</sub> (%)	< 1	< 2,5	> 2	> 3
U <sub>Osm</sub> (mosm/Kg H <sub>2</sub> O)	≥ 500	≥ 350	≤ 300	≥ 300
U <sub>osm</sub> / P <sub>osm</sub>	> 1,3	> 1,2	< 1,1	≤ 1
U <sub>urea</sub> / P <sub>urea</sub>	> 20	> 10	< 5	< 5
U <sub>creatinina</sub> / P <sub>creatinina</sub>	> 10	> 10	< 10	< 10
IFR	< 1	< 3	> 1	> 3

### Tabla 30.4 Índices diagnósticos en la insuficiencia renal aguda

Tabla 30.5 La excreción fraccionaria de sodio en la insuficiencia renal aguda

EFNa < 1	EFNa > 2
IRA prerrenal	IRA orgánica
Síndrome hemolítico urémico	Diuréticos
Glomerulonefritis aguda	Presencia de solutos no reabsorbidos (glucosa, manitol, bicarbonato)
Uropatía obstructiva aguda	Uropatía obstructiva crónica
Síndrome hepatorenal	Insuficiencia mineralcorticoide
Sepsis	Insuficiencia renal crónica oculta
Grandes quemados	Hipoperfusión en recién nacido o en pretérmino
IRA por radiocontraste	
Mioglobinuria	
10 % de pacientes con IRA orgánica no oligúrica	

#### Técnicas de imagen

A veces es preciso algún estudio de imagen para aclarar la causa de la IRA. La ecografía renal permite determinar el número de riñones, su tamaño, su contorno, el estado del parénquima y del sistema colector. Unos riñones pequeños sugieren una insuficiencia renal crónica oculta. Los riñones grandes se observan en hidronefrosis, trombosis venosa renal, glomerulonefritis aguda, enfermedad quística. Una hidronefrosis hará sospechar un problema obstructivo. Una ecogenicidad cortical aumentada con mala diferenciación corticomedular se asocia con una IRA orgánica. La ecografía doppler informa del estado de las arterias y de las venas renales, cava inferior y aorta. Puede detectar estenosis arteriales y trombosis venosas; también puede ser útil en el diagnóstico de la IRA por necrosis tubular, en la que se observa un aumento de la resistencia y una disminución del flujo en las arterias interlobares.

Una radiografía simple de abdomen que abarque las áreas renales y ureterales puede detectar un cálculo radiopaco.

Los estudios isotópicos son de escasa utilidad en el estudio de la IRA. Permiten valorar la función y la perfusión renal y pueden complementar la información obtenida con la ecografía. El renograma isotópico con DTPA <sup>99</sup>Tc puede ser de utilidad en los problemas obstructivos y la gammagrafía renal con DMSA <sup>99</sup>Tc puede ser útil cuando se sospecha enfermedad renovascular.

La arteriografía renal es la técnica de elección ante la sospecha de oclusión de la arteria renal.

La urografía intravenosa está contraindicada en la IRA, dada la nefrotoxicidad de los radiocontrastes.

#### Prevención

Para prevenir la IRA debe mantenerse: 1) Una perfusión renal adecuada, 2) Una hidratación adecuada y 3) Oxigenación adecuada. El recién nacido, el lactante y cualquier paciente en estado crítico son especialmente sensibles, siendo frecuente el incumplimiento de alguno de estos tres principios.

Deben evitarse, en lo posible, medicamentos nefrotóxicos, pero si se precisan deben vigilarse sus niveles séricos (aminoglucósidos, anfotericina, ciclosporina). Recientemente, se ha comprobado que la nefrotoxicidad de los aminoglucósidos disminuye cuando se administran una vez al día. Durante el tratamiento de la leucemia y de otras neoplasias, la administración de soluciones alcalinas y de alopurinol pueden prevenir la precipitación de cristales

de ácido úrico y la aparición de la IRA. También la administración de solución salina al 0,45 % antes de un radiocontraste puede disminuir su nefrotoxicidad.

Experimentalmente, se han utilizado muchos medicamentos para prevenir o atenuar el fallo renal. Los estudios realizados en humanos, como el empleo pro-filáctico de vasodilatadores (bajas dosis de dopamina, bloqueantes de los canales de calcio) o diuréticos (manitol, furosemida, bumetanida) en necrosis tubular aguda isquémica o nefrotóxica, no ha resultado eficaz. Sin embargo, pueden hacer que la IRA se convierta en no oligúrica y facilitar el manejo hidroelectrolítico y nutricional, mejorando el pronóstico.

## Tratamiento

Además de las consideraciones anteriores, la eficacia del tratamiento se basa en el manejo hidroelectrolítico exquisito, aportes nutritivos y calóricos precisos y eventualmente diálisis (Tabla 30.6). Así mismo, deberemos tratar la enfermedad que ha conducido a la IRA. Por ejemplo, la glomerulonefritis del lupus eritematoso se tratará con corticoides o ciclofosfamida; el síndrome hemolítico-urémico puede mejorar con transfusiones de plasma fresco congelado; la oclusión vascular se tratará con anticoagulantes o trombólisis intravascular, para intentar de restablecer el flujo vascular renal. La IRA posrenal u obstructiva se tratará inicialmente mediante sondaje o derivación.

*Tabla 30.6 Tratamiento de la insuficiencia renal aguda en el niño*

- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| - Tratamiento de la causa                                | - Soporte nutricional            |
| - Balance de líquidos                                    | - Manejo de medicamentos         |
| - Balance electrolítico                                  | - Tratamiento de las infecciones |
| - Tratamiento de la acidosis                             | - Depuración extrarrenal         |
| - Tratamiento de los trastornos del calcio y del fósforo |                                  |
| - Tratamiento de la hipertensión arterial                |                                  |

### *Balance de líquidos*

Ante un paciente oligúrico, el primer paso en su atención será lograr un volumen intravascular adecuado. La exploración física nos sugerirá hipovolemia (mucosas secas, pliegue cutáneo) o sobrecarga de líquidos (edemas, estertores, hepatomegalia, ritmo de galope). Se realizará radiografía de tórax para buscar signos de edema o cardiomegalia. También se obtendrá un electrocardiograma, para detectar signos de hiperpotasemia. Si no hay signos de hipervolemia, se aplicará una prueba de sobrecarga de líquidos (Fig. 30.2). Si la oliguria persiste después de la sobrecarga de líquidos, generalmente es indicativo de IRA orgánica. En este caso, deben intentarse los diuréticos, porque la IRA oligúrica puede transformarse en no oligúrica y facilitar, así, el manejo del paciente. Los diuréticos más útiles son la furosemida (1-2 mg/kg/dosis) y la bumetanida (0,1 mg/kg /dosis). Ocasionalmente, puede utilizarse una perfusión continua de furosemida.

Una vez alcanzado un volumen intravascular adecuado, la administración de líquidos (orales y parenterales) debe restringirse a la suma de las pérdidas insensibles netas (300 - 400 ml/m<sup>2</sup>) más la diuresis, más otras pérdidas (gastrointestinal, respiratorias, drenajes quirúrgicos, quemaduras).

Las pérdidas insensibles son menores en los pacientes hipotérmicos, en coma barbitúrico o en ventilación mecánica, pero aumentan un 12,5 % por cada grado de temperatura superior a 38° C. En condiciones normales, la producción de agua endógena es de 250 a 350 ml/m<sup>2</sup>/día, pero en pacientes críticos

(hipercatabólicos), se incrementa al doble, por lo que requieren menos aportes de agua. Se analizarán diariamente los electrolitos en orina y se restituirá la pérdida de sodio, pero no la de potasio, salvo que exista hipopotasemia.

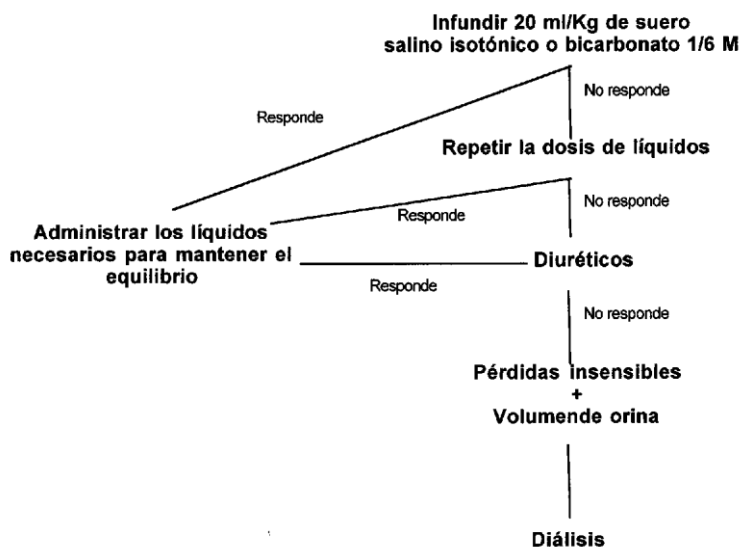


Fig. 30.2.- Prueba de sobrecarga de líquidos en la oliguria hipovolémica

Para prevenir la sobrecarga de líquidos debe pesarse al paciente dos veces al día; el catabolismo deberá producir una pérdida de peso de 0,5-1 % diariamente. Si el peso se mantiene o aumenta o bien aparece una hiponatremia, debemos suponer que el paciente está reteniendo líquidos, lo que obligará a una restricción más severa de líquidos o a medidas adicionales.

En los pacientes críticos, que precisan medicamentos vasoactivos, alimentación parenteral, antibióticos, transfusiones, etc, es difícil limitar el ingreso de líquidos a 400 ml/m<sup>2</sup> diarios. En estos casos, es preferible realizar una diálisis peritoneal precoz, para evitar una peligrosa sobrecarga hídrica.

#### Sodio

Como se ha reflejado anteriormente, en la IRA el trastorno más frecuente del sodio es la hiponatremia por sobrecarga o retención de líquidos (dilucional). En pocas ocasiones es debida a deshidratación. El tratamiento (en la fase oligúrica) consistirá en se restricción de líquidos a menos de 300 ml/m<sup>2</sup>, o bien tratamiento dialítico. Si la natremia es menor de 120 o es sintomática (depresión del sensorio, convulsiones), debe corregirse rápidamente, pero hasta un nivel de seguridad (125 mEq/l) con suero salino al 3 %, siguiendo la fórmula siguiente:

$$\text{Sodio a administrar (mEq)} = (125 - \text{sodio actual}) \times 0,6 \times \text{peso corporal (kg)}.$$

Una rápida corrección hacia la normonatremia podría producir alteraciones neurológicas.

#### Potasio

Los pacientes con IRA presentan generalmente hiperpotasemia. Esta, ocasiona alteraciones del ritmo cardíaco por su efecto despolarizante sobre el sistema de conducción cardíaco. La presencia de hipocalcemia, también frecuente en la IRA, exacerba las alteraciones producidas por la hiperpotasemia. Las alteraciones en el ECG varían según el grado de hiperpotasemia. De menor a mayor, pueden aparecer ondas T picudas, QRS ensanchado, prolongación del intervalo P-R, desaparición de las ondas P, ondas sinusoidales y finalmente taquicardia ventricular y fibrilación.

Dado que la hiperpotasemia puede hacer peligrar la vida, el tratamiento debe comenzarse cuando el potasio sea  $> 6$  mEq/L ( $> 7$  mEq/L, en el recién nacido), o más bajo si hay riesgo de una elevación rápida. Con el tratamiento se busca mejorar la conducción y contractilidad cardíaca (gluconato cálcico i.v), introducir el  $K^+$  en la célula (glucosa más insulina o bicarbonato sódico i.v) y extraer el  $K^+$  por vía gastrointestinal (resinas de intercambio catiónico) o mediantediálisis (Tabla 30.7). Dependiendo del grado de hiperpotasemia y de la necesidadde corregir otras alteraciones metabólicas, a menudo se requiere la iniciación de diálisis o hemofiltración, sin olvidar las medidas anteriores.

Medicamento	Mecanismo de acción	Dosis y vía	Inicio	Complicaciones
Gluconato cálcico al 10%	Mejora contractilidad y conducción cardíacas	0,5-1 ml /Kg IV en 5-15 min	inmediato	bradicardia, arritmia, hipercalcemia
Bicarbonato sódico 1 M	Introduce $K^+$ en la célula	1 mEq/Kg IV en 10-30 min	20 min	hipernatremia, hipocalcemia
Glucosa + insulina	Igual	Glucosa 0,5 g/Kg Insulina 0,1 u/Kg juntos (IV) en 30 min	15-30 min	hipoglucemia
Salbutamol	Igual	0,5- 1 mg (nebulizado)	30 min	taquicardia, hipertensión
Resina sódica	Intercambia $Na^+$ por $K^+$ en intestino (elimina $K^+$ )	1 g/Kg, oral con sorbitol al 70% rectal en sorbitol al 30 % / 6 h	30-60 min	hipernatremia constipación
Diálisis	Elimina $K^+$	Variable. La hemodiálisis es mas rápida	inmediato	sindr. desequilibrio

**Tabla 30. 7 Tratamiento de la hiperpotasemia**

Deben evitarse medicamentos que contengan potasio y las transfusiones dehematíes de sangre almacenada, ya que puede tener una concentración de potasio de 30 mEq/L.

#### *Acidosis*

La acidosis metabólica es muy frecuente, generalmente en grado moderado. Será severa si se asocia un compromiso respiratorio que empeore los mecanismos compensatorios. Debe mantenerse un pH arterial  $> 7,20$  y un bicarbonato

$> 14$  mEq/L, para lo cual puede precisar tratamiento con bicarbonato sódico oralo en perfusión intravenosa a razón de 0,5-1 mEq/kg, durante 1 hora. Deben evitarse dosis elevadas porque pueden producir tetania hipocalcémica, convulsiones e hipernatremia.

#### *Trastornos del calcio y del fósforo*

La hiperfosforemia y la hipocalcemia son frecuentes en la IRA. En casos de rabdomiolisis o lisis tumoral, la hiperfosforemia severa (generalmente  $> 12$  mg/dl) puede ser el desencadenante de la IRA. El tratamiento de la hiperfosforemia se basa en la restricción de los aportes de fósforo y en la utilización de agentes fijadores de fosfato, como el carbonato cálcico. El uso del hidróxido de aluminio se ha abandonado por su toxicidad.

La hipocalcemia solamente debe tratarse si es sintomática, porque al ir asociada a hiperfosforemia podría ocasionar un depósito de calcio en los túbulosrenales y agravar la IRA. Debe corregirse la acidosis con precaución, porque puede disminuir el calcio iónico y producir tetania o convulsiones.

Se han descrito casos de hipofosforemia en la fase poliúrica (de recuperación) de la IRA, así como en la IRA no oligúrica secundaria al tratamiento con quimioterapia. La causa más frecuente de hipofosfatemia en la IRA es la nutrición parenteral con grandes dosis de hidratos de carbono y baja en fosfato.

#### *Hipertensión arterial*

Puede estar relacionada con una sobrecarga de volumen (lo más frecuente)y/o con alteraciones del tono vascular (vasoconstricción por aumento

de renina). Si la causa es una sobrecarga de volumen, el tratamiento se basa en restricción hidrosalina y diuréticos. Si no es suficiente, deberán extraerse líquidos mediante diálisis o hemofiltración.

Dependiendo del grado de hipertensión y de la etiología, pueden asociarse medicamentos antihipertensivos. La elección del hipotensor depende del grado y de la etiología de la hipertensión, así como de la presencia de signos neurológicos o cardiológicos. Así, la encefalopatía hipertensiva es una emergencia médica, que precisa un tratamiento inmediato, para tratar de disminuir la tensión arterial, pero no de forma brusca. Algunos autores recomiendan descender la presión arterial 1/3 de la reducción planeada en las primeras seis horas, otro tercio en las siguientes 12 a 36 horas y el último tercio pasadas 48 horas. Se utilizará nitroprusiato sódico en perfusión (0,5-1 µg/kg/min), con monitorización de los niveles de tío-cianato. Un tratamiento alternativo puede ser el labetalol (0,25 mg/kg y perfusión 1-3 mg/kg/hora), el diazóxido (2-5 mg/kg y dosis, en bolo) o el enalaprilato. Si la hipertensión no es tan severa, pueden utilizarse la hidralacina intravenosa o el nifedipino sublingual (0,25-0,5 mg/kg; puede repetirse a los 30 minutos). Una vez que la presión arterial está controlada, se utilizarán antihipertensivos orales.

#### *Soporte nutricional*

Actualmente, se considera que un aporte nutricional adecuado es fundamental en el tratamiento de la IRA. La IRA se acompaña de un estado hipercatabólico de intensidad variable. En este estado se produce una acumulación de sustancias (potasio, fosfato, urea y ácidos) que pueden aumentar los riesgos del paciente. La restricción de líquidos obligará a dar alimentos hipercalóricos y/o técnicas de depuración extrarrenal.

Se procurará proporcionar al paciente un 20 % más de las necesidades calóricas basales (Tabla 30.8), para compensar el hipercatabolismo, y se intentará una alimentación oral o por sonda nasogástrica. El aporte calórico se distribuirá proporcionando un 55- 60 % del total como hidratos de carbono, un 30-35 % como lípidos y un 8 % como proteínas de alto valor biológico. La alimentación se basará en la ingesta de hidratos de carbono (3-5 g/kg/día) a base de pastas y dulces; proteínas de alto valor biológico (0,5-1 g/kg/día) y grasas (aceites, man- tequilla). Los pacientes con sonda, pueden recibir preparados con polímeros de glucosa, aminoácidos y triglicéridos de cadena media. La intolerancia digestiva, la instauración de la diálisis peritoneal, la enfermedad subyacente y las complicaciones asociadas, hacen indispensable, en muchos casos, una alimentación parenteral, a través de catéteres intravenosos centrales. En la alimentación parenteral se utiliza glucosa hipertónica (20-25 %), lípidos (10-20 %) y soluciones de aminoácidos esenciales o soluciones de aminoácidos, enriquecidas con histidina. Los pacientes que requieren diálisis frecuentes pueden necesitar proteínas adicionales, para reemplazar las pérdidas sufridas durante el procedimiento. Estas pueden suponer 2 - 3 gramos de aminoácidos por hora durante la hemodiálisis y 0,2 g/kg/ día de proteínas, en caso de diálisis peritoneal.

**Tabla 30.8 Necesidades calóricas diarias según el peso**

1 - 10 kg	100 Kcal/kg/día
10 - 20 kg	1000 Kcal + 50 Kcal/kg por encima de 10 kg/ día
> 20 kg	1500 Kcal + 20 Kcal/kg por encima de 20 kg/día

#### *Medicamentos*

La prescripción de medicamentos en la IRA requiere una cuidadosa atención al mecanismo de eliminación y un ajuste de la dosis según la función renal,

para lo cual existen tablas específicas. Es mejor evitar agentes nefrotóxicos pero si son necesarios, será preciso monitorizar sus niveles sanguíneos y sus potencia-les efectos secundarios.

#### *Infecciones*

Las infecciones son una causa importante de mortalidad en los pacientes críticos con IRA, por lo que se requiere un control exhaustivo de las mismas. Deben realizarse las investigaciones diagnósticas pertinentes y un tratamiento enérgico y precoz de las mismas.

#### *Técnicas especiales de depuración extrarrenal*

Aunque la diálisis se ha utilizado en el tratamiento de la IRA en los últimos 25 años, sin embargo no hay acuerdo en cuanto a sus indicaciones, tipo de diálisis ni intensidad de la misma.

Las indicaciones reconocidas por todos los autores se reflejan en la tabla 30.9. Los métodos de depuración extrarrenal que pueden realizarse son: la diálisisperitoneal (DP), la hemodiálisis (HD), la hemofiltración arteriovenosa continua (HAVC), la hemofiltración venovenosa continua (HV VC) y la hemodiafiltraciónarteriovenosa continua (HDAVC).

*Tabla 30.9 Indicaciones de la diálisis durante la insuficiencia renal aguda*

1. Sobrecarga de volumen refractaria a tratamiento médico, con hipertensión arterialo insuficiencia cardíaca congestiva.
2. Hiperpotasemia  $> 6,5$  mEq/L a pesar del tratamiento convencional.
3. Acidosis metabólica con  $\text{pH} < 7,20$  o  $\text{CO}_3\text{H}^- < 10$  mEq/L.
4. Nitrógeno ureico sérico (BUN)  $> 150$  mg/dL. o menor, si aumenta con rapidez
5. Síntomas de uremia (encefalopatía, pericarditis, náuseas, vómitos).
6. Hipocalcemia con tetania asociada a hiperfosforemia severa.

#### *La diálisis peritoneal*

La diálisis peritoneal (DP) aguda ha sido el método mas utilizado para tratar la IRA en pediatría, especialmente en neonatos y niños pequeños, en los cuales tiene una gran eficacia. El principio en el que se basa la DP es que el perito- neo es una membrana semipermeable, a través de la cual difunden agua y solutos merced a sus gradientes de concentración.

Para su realización debe emplazarse un catéter dentro de la cavidad intra-peritoneal para introducir el líquido dializante que permita *robar* agua y sustancias de desecho acumuladas (urea, creatinina, ácido úrico, etc) y mejorar los trastornos electrolíticos y ácido-básicos. Todo ello, se realiza a través de mecanismos de difusión (para las moléculas pequeñas y medianas) y de ultrafiltración(para el agua).

Es fácil de realizar, no requiere acceso vascular ni heparinización general y tampoco estabilización hemodinámica.

Las desventajas incluyen una mayor lentitud en la corrección de los trastornos metabólicos y la posibilidad de peritonitis. Para aumentar su eficacia, requiere intercambios frecuentes, incluso horarios y elevadas concentracionesde glucosa en el líquido dializante. Las contraindicaciones relativas son: cirugía abdominal reciente, organomegalia masiva en abdomen, ostomías, hernia dia- fragmática y cirugía diafragmática.

La descripción completa del fundamento, técnica y complicaciones, se rea-liza en otro capítulo.

#### *La hemodiálisis*

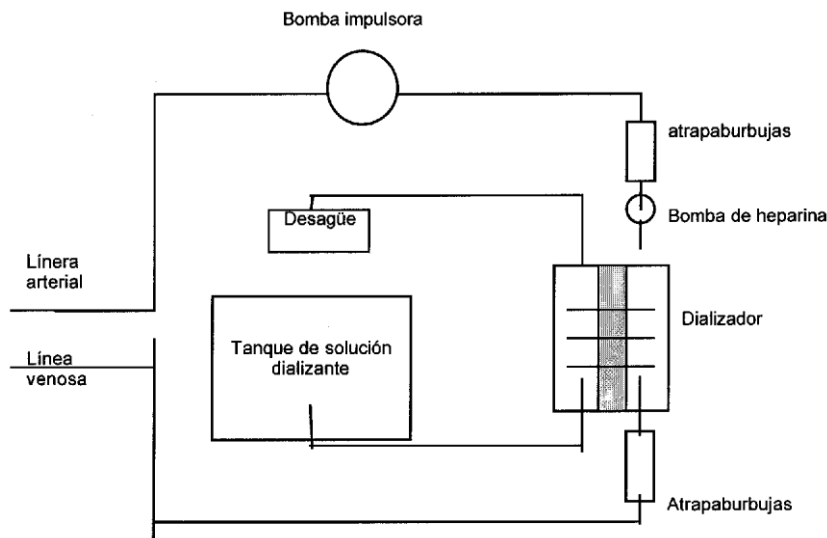
Los principios en los que se basa la hemodiálisis son los mismos que los dela DP. Consta, pues, de la diálisis o difusión de solutos y de ultrafiltración. Así,



la urea, la creatinina o el potasio pasan de la sangre al dializado y el acetato pasa de este a la sangre, corrigiendo, así, la acidosis metabólica. La ultrafiltración extralíquidos, mediante la presión hidrostática positiva de la sangre a la que se suma la aplicación de una presión negativa al líquido de diálisis. Las dos fuerzas sumadas (presión transmembrana) empujan y extraen líquido de la sangre hacia el líquido de diálisis, y de aquí al desagüe. En las máquinas actuales puede programarse la ultrafiltración deseada. Para tal efecto, la presión transmembrana la modifican automáticamente.

El dispositivo empleado para su realización se denomina *riñón artificial*.

Este tiene varios *componentes*: 1) Un sistema cerrado de circulación extracorpórea, 2) Un dializador y 3) un sistema de circulación de la solución dializante o líquido de diálisis (Fig. 30.3).



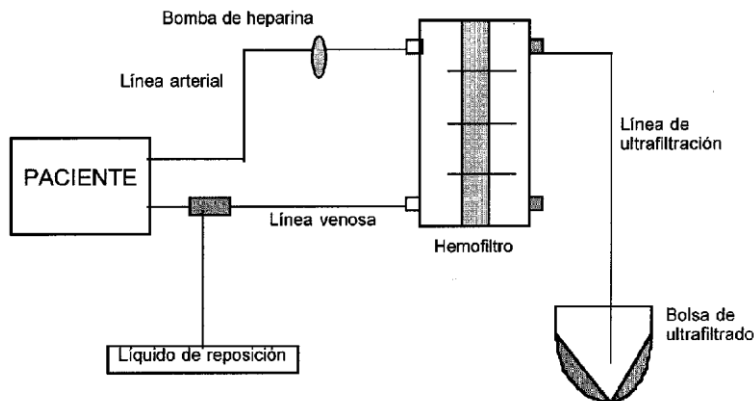
**Fig. 30.3.- Esquema del sistema de hemodiálisis**

Las *ventajas* son: a) Se puede controlar la ultrafiltración y b) Excelente depuración de sustancias nitrogenadas. Las *desventajas* de la hemodiálisis incluyen: a) Necesidad de heparinización para evitar la coagulación de la sangre extracorpórea; b) Requiere agua purificada por un sistema de ósmosis inversa y c) Personal de enfermería especializado. Las *contraindicaciones* relativas son la inestabilidad hemodinámica o la hemorragia severa. Precisa un acceso vascular que proporcione un flujo sanguíneo suficiente. En el recién nacido pueden utilizarse los vasos umbilicales y en los lactantes y niños mayores debe cateterizarse un gran vaso (yugular interna o externa, vena suclavia), a ser posible de doble luz.

Durante la hemodiálisis, una rápida ultrafiltración puede producir una hipotensión. En los pacientes con un BUN muy elevado, una disminución rápida del BUN puede producir un síndrome de desequilibrio; los síntomas incluyen cefalea, intranquilidad, náuseas, vómitos, confusión o convulsiones. Se produce por una extracción de urea de la sangre más rápida que la del líquido cefalorraquídeo, ocasionándose un desequilibrio osmótico entre los dos compartimentos y el consiguiente edema cerebral. Se evita disminuyendo el flujo sanguíneo e infundiendo profilácticamente manitol. Otras complicaciones son las hemorragias, calambres, embolismo pulmonar e infección del catéter.

#### *Hemofiltración*

En los últimos años, se han utilizado con éxito las técnicas de hemofiltración en el tratamiento de la IRA. La más utilizada ha sido la hemofiltración arteriovenosa continua (HAVC). Está basada en la generación constante de un ultrafiltrado del plasma, originado por el gradiente de presión entre una arteria y una vena del paciente para hacer pasar la sangre a través de un dializador (cartucho de hemofiltro) con una membrana de alta permeabilidad, para así extraer líquido, electrolitos y solutos no ligados a proteínas y con peso molecular inferior a 5000 daltons (Fig. 30.4). La bolsa de recogida del ultrafiltrado debe colocarse a unos 40 cm por debajo de la cama del paciente, para producir una presión negativa en el circuito del líquido de diálisis. Para aumentar la eficacia de la ultrafiltración debe aumentarse dicha distancia.



**Fig. 30.4.- Esquema de la hemofiltración**

No precisa bomba para su funcionamiento, únicamente depende de la presión arterial del paciente y precisa al menos una presión sistólica de 60 mm Hg. Para el acceso vascular puede utilizarse la arteria y la vena umbilical en el recién nacido. En niños de mayor tamaño, se utilizan las arterias y venas femorales y las venas subclavia o yugular.

Es necesaria la heparinización continua para conservar la permeabilidad y una monitorización frecuente de los electrolitos y del estado de hidratación, ya que la pérdida de los mismos es continua. Por tanto, parte del líquido ultrafiltrado debe restituirse mediante una perfusión adecuada (por la línea venosa), dependiendo del balance negativo que se quiera originar. El sistema puede coagularse, lo que obligará a cambiar todo el sistema. Puede producirse hipotermia, infección y escasa depuración de urea y creatinina.

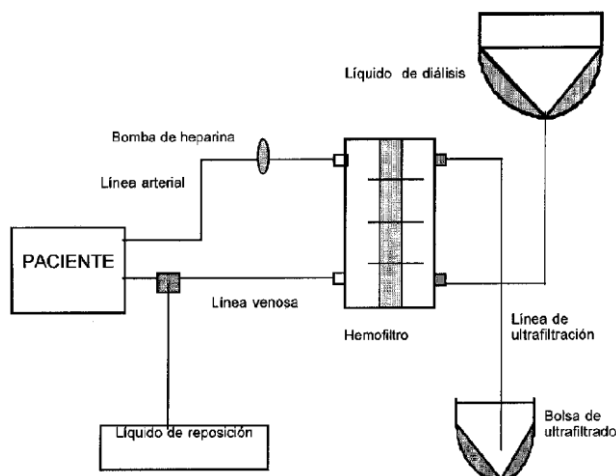
Las *ventajas sobre la diálisis peritoneal* son: balance predecible y seguro de líquidos, sin riesgo de hiperglucemia; facilita la alimentación parenteral; se puede aplicar en pacientes con cirugía abdominal y no produce alteraciones respiratorias.

Las *ventajas sobre la hemodiálisis* son: produce menos alteraciones hemodinámicas, al extraer líquidos durante las 24 horas del día; puede utilizarse en pacientes muy pequeños, incluso prematuros; menor riesgo de sangrado, al precisar menos heparinización; menor pérdida de sangre; no requiere personal especializado.

La hemofiltración veno-veno continua (HVVC) es similar a la HAVC, pero para realizarla se necesitan dos vías venosas o una vía venosa con catéter de doble luz; una bomba de sangre proporciona el flujo adecuado. El cabo distal se utilizará como línea *arterial* y el cabo proximal como línea *venosa*, de forma similar a la hemodiálisis. El flujo sanguíneo puede regularse mediante la bomba. Como ventajas, no precisa vía arterial y proporciona una ultrafiltración

mayor que la HAVC y un aclaramiento mayor de solutos; al contrario que en la HAVC, el flujo sanguíneo no depende de la presión arterial media del paciente. Como inconveniente, es de una mayor complejidad técnica, ya que precisa un sistema de atrapaburbujas, monitor de presión y control de flujo.

Cuando a las técnicas anteriores se añade diálisis, se denominan hemodiafiltración arteriovenosa continua (HDAVC) (Fig. 30.5) y hemodiafiltración veno-venosa continua (HDV VC).



**Fig. 30.5.- Esquema de la hemodiafiltración**

En la hemodiafiltración, se hace pasar líquido de diálisis a un flujo de 5-15 ml/min, según el tamaño del filtro, a través de la cámara externa del hemofiltro a contracorriente de la sangre (como en la HD). Se produce, así, un paso de solutos desde la sangre al líquido de diálisis, influido por:

- Difusión: gradiente de concentración.
- Ultrafiltración o convección: gradiente osmótico (mayor osmolalidad en el líquido de diálisis) y presión transmembrana (suma de la presión positiva sanguínea y de la negativa en el circuito de diálisis).

La extracción de líquidos depende del mecanismo de ultrafiltración. La HDAVC aumenta el aclaramiento de la urea y de la creatinina, por lo que es muy útil en los pacientes en los que la HAVC es insuficiente para reducir la urea y la creatinina. Su inconveniente es la mayor complejidad de manejo, al tener que recoger grandes cantidades de ultrafiltrado y reponer grandes cantidades de líquido de reposición.

## Actuación de enfermería en la insuficiencia renal aguda pediátrica

### 1) Monitorización

Todo paciente en IRA requiere los siguientes controles:

- Frecuencia cardíaca
- Frecuencia respiratoria
- Tensión arterial
- Electrocardiograma
- Diuresis
- Presión venosa central, si han precisado un catéter central

La frecuencia de la toma de constantes, varía según la gravedad del paciente. En los que requieren vigilancia intensiva, inicialmente será horaria y se irá espaciando a medida que mejore. En casos menos graves (pacientes en planta), será cada 8 horas.

- Otros: realización de análisis de orina por tiras reactivas, para informar de sus posibles alteraciones (densidad, presencia de sangre, proteínas, leucoci-

tos). Extraer las múltiples peticiones médicas: hemograma, electrolitos en sangre y en orina, equilibrio ácido-base, urea y creatinina en sangre y en orina, metabolismo fosfocálcico, osmolaridad en sangre y orina, determinaciones especiales, etc.

## 2) Conservación del equilibrio hídrico y electrolítico

- Vigilar diariamente el peso, a la misma hora. Estará bien controlado si el paciente pierde alrededor del 1% de su peso.

- Realizar un balance hídrico de entradas (medicación, sueros, nutrición enteral o parenteral, agua endógena, etc) y salidas de líquidos (diuresis, vómitos, diarrea, sondas de drenaje, pérdidas insensibles, etc) (Fig. 30.6). Hay que tener en cuenta que las pérdidas insensibles (PI) se incrementan con la taquipnea, sudoración, fiebre, temperatura ambiental por encima de 31° C y las quemaduras. Las PI disminuyen en caso de insuficiencia renal severa (por el aumento en la producción de agua endógena), hipotermia y en los pacientes en incubadora o con respirador.

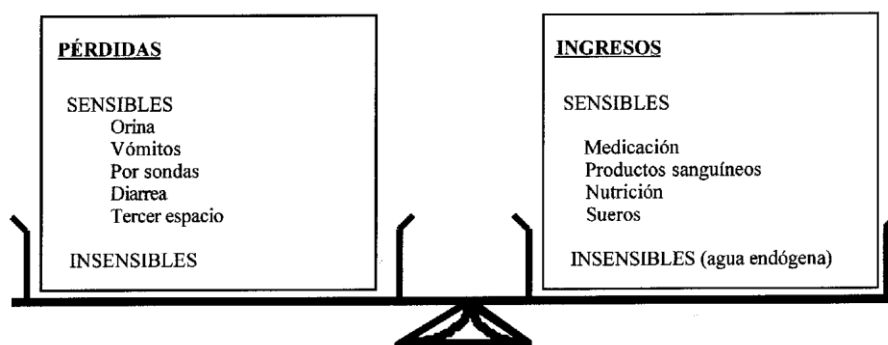


Fig. 30.6.- Balance de líquidos en la insuficiencia renal aguda

Vigilar el estado de hidratación clínico; los edemas en párpados o en extremidades inferiores nos informan de un balance positivo.

- Conocer las posibles manifestaciones clínicas de los trastornos hidroelectrolíticos, para poder prevenirlos y controlarlos. Los trastornos potencialmente más peligrosos son la hiperpotasemia y la hipocalcemia, que pueden originar arritmias cardíacas letales.

## 3) Vigilar manifestaciones neurológicas

Pueden aparecer crisis hipertensivas con encefalopatía y convulsiones. Generalmente están relacionadas con cifras de urea superiores a 200 mg/dL. La hipocalcemia puede producir crisis de tetania y convulsiones. También la hiponatremia puede producir manifestaciones neurológicas.

## 4) Prevenir las complicaciones infecciosas

Vigilar los síntomas de infección y mantener la máxima asepsia posible en todos los procedimientos de enfermería (vías vasculares canalizadas, sondas, catéteres, secreciones). Los pacientes inmóviles, deben movilizarse para desplazarse y aspirar secreciones y también para evitar la formación de escaras.

## 5) Educar a los pacientes y a sus familias

- Explicar de forma clara los procedimientos que se van a aplicar al paciente.
  - En los pacientes que están en planta, pedir su colaboración en el tratamiento, cumplimiento de la dieta y en el control del balance hidroelectrolítico, para evitar las complicaciones.
  - Tranquilizar y alentar al paciente y a los familiares a que expongan sus dudas y preocupaciones.
  - En cuanto sea posible, el niño debe empezar sus actividades y juegos,

para disminuir su ansiedad.

6) *Cuidados especiales dependientes de las técnicas de depuración extrarrenal*

Además de la complejidad de la vigilancia y de los cuidados de los apartados anteriores, deben añadirse los inherentes de las *técnicas de depuración extra-rrenal*.

a) Los referidos a la *diálisis peritoneal* están expuestos en el capítulo correspondiente.

b) Referidos a la *hemodiálisis*:

- Cebado de las líneas y del dializador
- Peso, constantes vitales
- Monitorización del paciente
- Tranquilizar y explicar el procedimiento de forma sencilla
- Vigilar posibles complicaciones: hipotensión, taquicardia, sudoración, cefaleas, náuseas, vómitos, parestesias, fiebre, pérdidas de sangre, catéteres vasculares.
- Técnica estéril.
- Continua vigilancia de las máquinas: alarmas de flujo, temperatura, fugas de sangre, presiones arterial y venosa, detección de aire, conductividad y temperatura del líquido de diálisis.

c) Referidos a la *hemofiltración*

- Cebado del hemofiltro y las líneas con suero heparinizado.
- Bomba de heparina conectada al lado arterial del sistema.
- Heparinizar los accesos vasculares.
- Conectar el líquido de reposición, generalmente a la línea venosa.
- Una vez conectado al paciente:
- Controlar la ultrafiltración horariamente, para poder manejar el balance hídrico y evitar la hipotensión, reponiendo el volumen prescrito por el médico.
- Vigilar la posible coagulación del hemofiltro: sospechoso cuando disminuye la ultrafiltración.
- Hemorragias: por desconexión del sistema o por exceso de heparina. Controlar el tiempo de coagulación.
- En caso de tratarse con hemofiltración venovenosa, vigilar además el sistema de bomba impulsora con sus alarmas de presión, de volumen y de aire.
- En caso de aplicarse la hemodiafiltración, deben extremarse los controles sobre los líquidos ultrafiltrados y el volumen de reposición.