

LOS COMPARTIMENTOS

LIQUIDOS DEL CUERPO:

LÍQUIDOS EXTRACELULARES E INTRACELULARES

Y TRANSTORNOS RELACIONADOS

Equilibrio Fisiológico en el intercambio del medio físico y el cuerpo humano

Las concentraciones de solutos se mantienen normalmente en equilibrio constante en condiciones de equilibrio dinámico, en base al intercambio existente entre el organismo y el medio externo.

El Agua que ingresa al organismo procede de dos fuentes principales.

- La ingerida en forma de Líquidos ó formando parte de alimentos que en total supone normalmente unos 2100mL/día
- La que se obtiene con la oxidación de carbohidratos y lípidos lo que representa unos 200mL/día

El agua egresa del organismo por varios procesos normales:

- Pérdidas hídricas insensibles, se llaman así por que resulta difícil su regulación exacta, y consiste en evaporación a través de la vía aérea y por difusión a través de la piel lo que representa unos 700mL/día
- El sudor es muy variable y depende del grado de ejercicio físico realizado, normalmente es de 100mL/día pero en un día cálido ó en situaciones de ejercicio intenso el sudor puede alcanzar hasta 1–2 Litros /hora
- La pérdida de agua en heces fecales incluye sólo 100mL/día, pero puede aumentar a varios litros con la diarrea intensa.
- La pérdida de agua por los riñones en forma de orina, es tan variable como el grado de hidratación de un individuo de características normales, desde 0.5L/día hasta 20L/día lo que nos deduce el valor del Riñón en la conservación de líquidos

Compartimentos Líquidos del cuerpo

En total los líquidos corporales están distribuidos en dos grandes compartimentos: El Líquido extracelular y el Líquido Intracelular. Hay otro pequeño compartimento de líquido que se conoce como líquido transcelular, y que comprende a líquidos de los espacios sinovial, peritoneal, pericárdico e intraocular, así como el líquido cefalorraquídeo.

En un adulto normal de 70 Kg de peso la cantidad total de agua representada por término medio es el 60% del peso corporal, lo que representa unos 42Lt de agua.

Líquido Intracelular.

Hay unos 28 a 42Lts de líquido que están dentro de 75 billones de células del cuerpo Así pues, constituye el 40% aproximadamente del peso total del cuerpo en un varón promedio.

Líquido extracelular.

En total éste líquido corresponde al 20% del peso corporal total, unos 14Kg en una persona de 70Kg. Los dos mayores compartimentos del líquido extracelular son:

- Líquido intersticial que supone unas tres cuartas partes de él, 12 Litros aproximadamente.
- Líquido plasmático que representa un cuarto del extracelular, o sea, unos 3 Litros

Sangre

La sangre contiene líquido extracelular (el que forma el plasma) y líquido intracelular (alojado en los hematíes). Sin embargo la sangre se considera como un compartimiento de líquido separado por lo que se encuentra alojada en su propia cámara, el aparato circulatorio. El volumen de sangre en adultos normales es en un promedio de un 8% del peso corporal, es decir unos 5 Litros, del cual 60% es plasma y 40% hematíes en condiciones normales.

Líquido Extracelular		14 LITROS	
	Plasma	3 Litros	
		Líquido intersticial	11 Litros
Líquido Intracelular		28 LITROS	
AGUA TOTAL		42 LITROS	

Elementos Integrantes de Líquidos Extracelular e Intracelular

Líquido Extracelular.

Como el plasma y los líquidos intersticiales están separados únicamente por membranas capilares que son muy permeables, la composición iónica de ambos es parecida. La diferencia más importante entre uno y otro es la mayor cantidad de proteínas que tiene el plasma, lo que a su vez hace que el plasma contenga una concentración un poco mayor de cationes (proteínas de carga positiva) por efecto de Donan, un 2 % aproximadamente con relación al líquido intersticial. Sin embargo para efectos prácticos se dice que la concentración de iones existentes en ambos compartimentos es la misma.

El Líquido extracelular contiene grandes cantidades de iones de Sodio (142mEq) y Cloro (108mEq), cantidades bastante elevadas de Bicarbonato (28mEq) pero sólo pequeñas cantidades de Potasio (4mEq), Calcio (10mEq), Magnesio (2mEq), Fosfatos (4mEq) y ácidos orgánicos

La composición de líquido extracelular está regulada por varios mecanismos, pero especialmente por los Riñones.

ION	PLASMA mEq/Lt	INTERSTICIAL mEq/Lt	INTRACELULAR mEq/Lt
Na ⁺	142	139	14
K ⁺	4.2	4.0	140
Ca ⁺⁺	4.5	4.8	0
Mg ⁺	2	2	20
Cl ⁻	100	100	4
HCO ₃ ⁻	24	28	10
HPO ₄ ⁻ , H ₂ PO ₄	4	4	11
SO ₄	0.5	0.5	1
Lactato	1.2	1.2	1.5
Proteínas	1.2	0.2	4
Urea	4	4	4

mEq Totales	282.0	281.0	281.0
--------------------	-------	-------	-------

Líquido Intracelular.

El líquido intracelular está separado del líquido extracelular por una membrana celular selectiva que es muy permeable al agua pero no a la mayor parte de los electrolitos del cuerpo.

A diferencia del Líquido Extracelular, el líquido intracelular sólo contiene pequeñas cantidades del ión Sodio (14mEq) y de Cloro (4mEq) y casi nada de iones de calcio; en cambio tiene altas concentraciones de potasio (140mEq) y de fósforo (11mEq), además de cantidades moderadas de iones de sulfato y magnesio.

Osmolaridad

La ósmosis es la difusión final de agua desde una zona de gran concentración de agua a otra con menor concentración de agua. La magnitud exacta de presión que se necesita para impedir la ósmosis se llama presión osmótica.

El Sodio y el Cloro son en el 80% responsables de la Osmolaridad del líquido extracelular, mientras los iones de Potasio son responsables de casi la mitad de la Osmolaridad en el líquido intracelular.

Trastornos Relacionados.

Déficit de agua (Depleción de Volumen)

El déficit de agua puede deberse a disminución de la ingesta o por pérdidas poco comunes, las cuales incluyen:

- Pérdidas gastrointestinales (vómitos, diarrea, ileostomía)
- Secuestro de Líquidos (quemadura, obstrucción intestinal, peritonitis)
- Pérdida de líquidos por trastornos renales (diabetes Insípida, Diuresis osmótica).

Los primeros signos son sed, piel enrojecida y laxa, ojos hundidos y mucosas secas, hipotensión, taquicardia y oliguria. La deshidratación origina aumento de valores séricos de Sodio y proteínas así como de Urea y creatinina.

Para su tratamiento puede administrarse agua con electrolitos ó sin ellos. Si sólo se necesita agua puede darse solución de dextrosa al 2.5 ó al 5% IV; así si la función renal es normal, 2000 a 3000 ml de agua diarios (1,500 ml/m² de superficie corporal).

Con frecuencia se requieren electrolitos (Na⁺) para poder reponer las pérdidas y para conservar la circulación adecuada y la diuresis, de hecho, en pacientes con una disminución de volumen importante puede causar hipotensión, por lo que en estos casos debe administrarse NaCl al 0.9% incluso en presencia de hipernatremia leve.

Exceso de agua

El exceso de agua ó síndrome de dilución, produce una expansión de Líquido extra e intracelular con la disminución correspondiente de la concentración de solutos.

La eliminación disminuida de agua puede producir éste este exceso:

- IR Crónica ó Aguda

- Síndrome nefrótico
- Insuficiencia Cardíaca congestiva
- Hipertensión portal con ascitis

Se diagnostica de manera aguda por cefaleas, náuseas, vómitos, cólicos abdominales, debilidad, estupor, convulsiones y coma. Cuando la instalación es de modo crónico, los pacientes sólo se presentan con edema importante ó anasarca, dependiendo de la severidad del cuadro. La expansión excesiva de volumen extracelular es capaz de provocar Insuficiencia cardíaca congestiva y edema pulmonar.

El tratamiento básico corresponde a una restricción de agua, valorando la necesidad de una solución salina para restituir un déficit de sodio. Las complicaciones cardiopulmonares pueden evitarse añadiendo un diurético de asa y restituyendo la pérdida urinaria de Na^+ y Cl^- .

Hiponatremia

La disminución de la concentración de sodio puede deberse a la pérdida de cloruro de sodio como en la pérdida de volumen con la medicación intensa de diuréticos; a la adición de un exceso de agua en el líquido extracelular especialmente en pacientes renales los cuales mediante la hormona antidiurética retiene grandes cantidades de agua y en padecimientos donde la hormona citada se encuentra alterada. En ocasiones también se produce hiponatremia al restituir déficit de volemia únicamente con agua, sin contemplar los electrolitos. Se dice que existe hiponatremia cuando se encuentra una concentración sérica de 130 mEq/Lt .

Los síntomas de hiponatremia varían, pero se relacionan de modo primario las alteraciones del sistema nervioso central como delirio, mareo y letargia que progresan a coma y convulsiones. Estos síntomas pueden coexistir con aquellos causados por depleción concurrente de volumen, debilidad y mareo, hipotensión ortostática, taquicardia, mucosas secas, turgencia pobre de la piel, oliguria y sed.

La hiponatremia con hipovolemia es prevenible procediendo a recuperar el volumen perdido con soluciones isotónicas, como son la sol fisiológica con NaCl ó la de Ringer lactato. Las soluciones hipertónicas rara vez son empleadas para tratar ésta forma de hiponatremia.

En la hipovolemia por retención de agua se restringe el consumo de sal y agua, por sí misma la restricción de líquidos es suficiente, ya que las pérdidas insensibles son capaces de corregir el problema con un mínimo cambio en las concentraciones de sodio. En algunas ocasiones el empleo de diuréticos es útil. En los pacientes con daño renal agudo el procedimiento de diálisis puede corregir la hiponatremia.

La hiponatremia sin alteraciones de la volemia por lo general depende importantemente de los niveles de hormona antidiurética en sangre, así como del uso de diuréticos sin apoyo en las concentraciones de potasio. Así que se tratan según la causa subyacente, bloqueando ó disminuyendo los valores de hormona ó corrigiendo el déficit del ión referido.

Hipernatremia

La hipernatremia se caracteriza por mediciones mayores a 150 mEq/Lt en plasma del ión sodio.

Las causas del aumento de la concentración de sodio pueden deberse a pérdida excesiva de agua durante fiebre, quemaduras, ingesta inadecuada de agua, deshidratación, problemas a nivel renal u otras enfermedades como la diabetes insípida, consumo excesivo de sodio, ó por procedimiento de diálisis empleando solución hipertónica.

Dentro de los signos y síntomas se encuentran la sed, pérdida de peso, letargia, enrojecimiento de la piel y aspecto deshidratado. Puede haber taquicardia, hipotensión y oliguria. La fiebre, confusión, delirio, hiperpnea

y coma son manifestaciones de hipernatremia grave.

Las pautas del tratamiento incluyen restitución inmediata de agua en condiciones de hipovolemia con sol isotónica en un principio para continuar con dextrosa al 5% restituyendo únicamente agua libre. Si se sospecha de hiponatremia al restituir los volúmenes de agua puede emplearse soluciones hipotónicas de reemplazo.

Hipocalemia ó Hiperpotasemia

Se diagnostica hipocalemia cuando se encuentran cifras menores a 3.5 mEq/Lt en plasma. La hipocalemia es consecuencia inmediata de la disminución en la ingesta del ión como en el caso de la desnutrición y alcoholismo ó como consecuencia de algún síndrome de mala absorción.

Es común en la práctica médica que se provoque disminución del potasio con el empleo de diuréticos, pero algunas otras terapéuticas como con Insulina, y beta bloqueadores así como en el estado de alcalosis el déficit puede hacerse evidente. Los vómitos constantes y de larga evolución así como la aspiración prolongada del estomago también pueden provocar hipocalemia.

Los pacientes suelen quejarse de debilidad de músculos la cual puede llegar a parálisis flácida, hiporreflexia, parestesias y nicturia. Puede originarse íleo paralítico por déficit importante del ión. Debe tenerse en cuenta que en pacientes digitalizados el déficit de potasio puede causar intoxicación por el antiarrítmico.

Electrocardiográficamente las deficiencias del ión pueden presentarse en forma de depresiones de la onda T, prolongación del intervalo QT, ondas U y hundimientos del segmento ST.

El tratamiento depende de la patología subyacente y encuentra desde la conducta expectante como la que se da al corregir la alcalosis, hasta la administración oral ó IV de sales de potasio.

La restitución de potasio IV no debe exceder los 40 mEq/Lt y deberá administrarse en una vena periférica, no central, en caso de IRC se debe tomar en cuenta evitar una sobredosificación del ión. Algunos casos de hipocalemia resistente a tratamiento IV de potasio pueden ser resueltos mediante la administración concomitante de magnesio.

Hipercalemia ó Hiperpotasemia

La causa más común de Hipercalemia (potasio sérico mayor a 5 mEq/Lt) es una eliminación alterada durante la enfermedad renal crónica. En el estado acidótico la célula en su intento por volver a la homeostasis intercambia con el medio extracelular iones hidrógeno por potasio, lo que resulta en una liberación de potasio del espacio intracelular.

Los síntomas son raros, pero pueden presentarse problemas neuromusculares como debilidad y parálisis, sabor metálico en la boca, diarrea y distensión abdominal.

Electrocardiográficamente el aumento de potasio se relaciona con elevación de las ondas T, en forma de pico, complejos anchos y aplanamiento de las ondas P; en casos extremos puede provocar fibrilación ventricular y pro cardiaco.

El tratamiento de la acidosis debe ser prioritario en pacientes con Hipercalemia que cursan con Ph bajo. Así por regla si el Ph se incrementa en 0.1 esto suele producir un descenso del Potasio de 0.6 mEq/Lt. En ocasiones el uso de Bicarbonato de sodio para éste fin es necesario por la gravedad de los síntomas. Cuando los datos electrocardiográficos lo ameritan, la aplicación de 1 a 2 ampolletas de gluconato de calcio en 10 minutos puede contrarrestar los efectos del potasio a nivel cardiaco.

Como se mencionó anteriormente la insulina favorece la entrada de potasio a la célula, es así que una Hipercalemia se puede tratar mediante 1 a 2 ml de solución glucosada al 10 – 50% por Kg de peso con 10 U de insulina. Puede utilizarse alguna resina de intercambio de potasio como Kayexalato por vía oral o como enema de retención tres veces al día hasta normalizar las cifras de potasio.

Es indudable que el apoyo dialítico es vital para pacientes con insuficiencia renal.

Hipocalcemia

La Hipocalcemia (concentración menor a 8 mg/dl en plasma) puede ser resultado de un descenso en el consumo ó la absorción de calcio, como en la deficiencia de Vitamina D y los síndromes de mala absorción, insuficiencia renal, tratamiento con diuréticos, hipomagnesemia ó hiperfosfatemia.

Las manifestaciones de Hipocalcemia son las mismas independientemente de la causa. La Hipocalcemia afecta la función neuromuscular produciendo calambres musculares y tetania, convulsiones, estridor y disnea, diplopia, cólicos abdominales. Suelen ser positivos los signos de Trousseau y Chvostek. En los niños son comunes la falta de crecimiento y el retardo mental. En el ECG puede prolongarse el segmento QT y provocar desaparición de la onda T.

El tratamiento definitivo depende de la enfermedad primaria que haya causado la disminución de ión, en casos de tetania importante pueden emplearse gluconato de calcio IV 1 a 3 ampolletas por venoclisis en 8 hrs. Puede ser necesaria la aplicación de Vitamina D para apoyo en la absorción de suplementos de calcio por vía oral.

La hipocalcemia suele acompañarse de una elevación importante de fósforo, por lo que es necesario corregir éste ión antes mediante glucosa e insulina, ya que de otro modo puede provocarse calcificación metastásica.

Hipercalcemia

El aumento del calcio sérico puede ser consecuencia a un aumento de la ingestión y absorción como ocurre con exceso de Vitaminas D y A, a trastornos endocrinos como hiperparatiroidismo, enfermedades neoplásicas y algunas otras causas menos comunes como la administración de tiazidas ó sarcoidosis.

La Hipercalcemia es capaz de causar depresión del sistema nervioso central, estupor, somnolencia, debilidad y coma conforme se eleva las cifras de calcio sérico por arriba de 11mg/dL. En los casos crónicos puede manifestarse en forma de poliuria, deshidratación, sed y azoemia.

Cualquier concentración mayor de 12 mg/dl requiere de tratamiento inmediato. La primer medida es incrementar el volumen a través de solución salina isotónica e incrementar la excreción del ión por orina, especialmente si se acompaña de algún diurético como la furosemide.

El tratamiento de sostén se basa en el incremento de depósito de calcio en el tejido óseo, lo que se puede lograr con algunos medicamentos como la Mitramicina, Indometacina ó calcitonina.

Bibliografía

1.- DIAGNOSTICO CLÍNICO Y TRATAMIENTO

Steven A. Schoeder, Marcus A. Krupp et al.

Manual Moderno, 1999.

2.- DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO DE URGENCIAS

Charles E. Saunder y Mary T HO

Manual Moderno 1997.

3.- TRATADO DE FISIOLOGÍA MEDICA

Arhur C. Guyton, John E. may

McGraww Hill Interamericana. 1999