



El presente artículo corresponde a un archivo originalmente publicado en el **Boletín del Hospital Clínico**, actualmente incluido en el historial de **Ars Medica Revista de Ciencias Médicas**. Este tiene el propósito de evidenciar la evolución del contenido y poner a disposición de nuestra audiencia documentos académicos originales que han impulsado nuestra revista actual, sin embargo, no necesariamente representa a la línea editorial de la publicación hoy en día.

EVALUACION CLINICA Y DE LABORATORIO DEL

METABOLISMO HIDRICO

Dr. Arnaldo Foradori C.

EL AGUA, LOS ELECTROLITOS Y EL EQUILIBRIO  
=====

ACIDO - BASICO  
=====

(O un abecedario del metabolismo hidroelectrolítico en una introducción y tres capítulos)

- a) Introducción : Generalidades, bioquímica y anatomía clínica del agua ( Boletín N° 14 )
- b) Evaluación clínica y de laboratorio del metabolismo hídrico ( en este Boletín )
- c) El manejo del protón  $H^+$ , las bases y los tampones
- d) Los electrolitos

EVALUACION CLINICA Y DE LABORATORIO DEL

METABOLISMO HIDRICO

Dr. Arnaldo Foradori C.

INTRODUCCION

La importancia del agua está en las fundaciones del pensamiento filosófico y médico occidental, pero solamente en los últimos años aparecen los primeros elementos de análisis racional y cuantitativo del metabolismo hídrico en el hombre, especialmente en sus alteraciones clínicas.

Una de las primeras referencias existentes (y que nos fuera gentilmente indicada por el Dr. D. D. Van Slyke (1) se refiere al análisis de los trastornos hidroelectrolíticos de los pacientes de cólera. En Londres, durante la gran epidemia de cólera de 1831, apareció en el Lancet de Londres una muy breve y sencilla carta al editor firmada por el Dr. W.B. O'Shaughnessey:

"Señor :

Habiendo completado las investigaciones experimentales en que he estado trabajando desde algún tiempo en Newcastle-On-Tyne ,

le ruego tenga la bondad de insertar el resumen de los resultados que he obtenido :

1. La sangre obtenida de los peores casos de cólera no presenta cambios en su estructura anatómica o globular.
2. HA PERDIDO UNA GRAN PROPORCION DE AGUA ; 1.000 partes de suero de enfermo de cólera tiene escasamente un promedio de 860 partes de agua.
3. También ha perdido en gran profusión sus ingredientes salinos.
4. Aparece urea en la sangre en los casos en que la supresión de orina es un síntoma marcado.
5. Todas las sales deficientes en la sangre, especialmente el carbonato de soda, están presentes en grandes cantidades en la peculiar deposición blanquecina que caracteriza a esta enfermedad".

La cantidad de información que se contiene en este brevísimo informe es realmente extraordinaria si se considera la tecnología del laboratorio químico de hace 140 años (... cuando en Chile se iniciaba el Gobierno de Joaquín Prieto y su Ministro Portales ...). Después de su lectura es poco más lo que podemos agregar, en lo medular, con nuestra sofisticada metodología del laboratorio actual : un cuadro diarreico agudo había sido caracterizado hace 140 años por una deshidratación severa,

una pérdida fecal marcada de electrolitos, se había identificado el síndrome urémico del deshidratado grave con anuria e incluso se había identificado el déficit de sodio y bicarbonato por pérdida fecal.

Como era de esperarse, la información analítica bioquímica de W.B. O'Shaughnessey fue rápidamente utilizada por otro médico británico con fines terapéuticos, y así se describe en un número subsiguiente del Lancet de Londres el siguiente comunicado (2) :

"Caso clínico de un paciente tratado por el Dr. Latta sobre las bases de las observaciones del Dr. O'Shaughnessey. Informe del Comité de Sanidad Central de Londres (1832) :

Una mujer de 50 años de edad, en mal estado general, que no había sufrido previamente de ninguna enfermedad grave, se comprometió el día 13 de Mayo de 1832 a las 4 A.M. con los síntomas de cólera severa. Cuando fue visitada por el Dr. Latta, alrededor de las 10,30 (unas 6 horas más tarde), su condición era prácticamente sin esperanza. El pulso estaba ausente incluso en las axilas, y su estado general estaba tan comprometido que Latta, titubeando, decidió tratarla con una inyección de agua salina alcalina. En presencia de otros cuatro médicos, él administró en forma intravenosa unas 120 onzas (3.5 lt.) de dicha solución salina. El efecto de esto fue como de magia :volvió la conciencia del paciente y desapareció el aspecto cadavérico de su cuerpo. Sin embargo, poco después reapareció la diarrea y tres horas más tarde su estado era nuevamente crítico. Se inyectaron otras 120 onzas con los mismos buenos

resultados. Como ella no parecía estar fuera de peligro, se administraron otras 90 onzas, de tal manera que en las primeras 10 horas se administraron un total de 10 litros de fluido.

La recuperación fue ahora más rápida y 2 días más tarde la paciente pudo gozar de su primera pipa de tabaco. Ella fue transferida a un hospital de cólera para recibir mejor cuidado y de donde fue dada de alta en buenas condiciones".

(La solución inyectada aparentemente fue una dilución hipotónica de NaCl al 0.5 % con 0.2 % de carbonato/bicarbonato de sodio).

Es evidente que este esquema terapéutico de hace más de un siglo en poco difiere de nuestros procedimientos terapéuticos de las diarreas agudas graves.

Una vez pasada la epidemia de 1831 - 1832, las notas de O'Shaughnessey y Latta cayeron al olvido, para recordarlas en otras epidemias de cólera, y así la enorme mortalidad de esta patología fue reduciéndose por la mejor comprensión del trastorno hidroelectrolítico, y por ende una más racional planificación terapéutica.

La investigación, tanto básica como clínica del metabolismo del agua y electrolitos, avanzó en forma lenta y discontinua hasta el monumental trabajo de Peters y Van Slyke (3), quienes formularon las técnicas generales y su interpretación en las alteraciones del metabolismo electrolítico.

Las cartas que hemos reproducido nos fueron recordadas gentilmente por el propio Dr. Van Slyke (4), porque representan un ejemplo concreto de aprovechamiento racional de metodología analítica sencilla para un problema clínico concreto y, lo que es más importante aún, un ejemplo claro de cómo el clínico puede ( y debe ) utilizar la información del laboratorio para el tratamiento de las alteraciones del metabolismo hidroelectrolítico.

En este capítulo analizaremos brevemente los métodos de evaluación clínica de las alteraciones del metabolismo hídrico y posteriormente los recursos de laboratorio para caracterizarlos, dándole énfasis a la utilización de la evaluación del volumen plasmático y del nomograma de Van Slyke, por su sencillez y rendimiento.

## EVALUACION CLINICA

La determinación del estado hidroelectrolítico a nivel clínico se fundamenta básicamente en elementos anamnésicos, de semiología clínica y de laboratorio, en ese orden. Los elementos anamnésicos deben orientarse en forma exhaustiva a la ponderación de la ingesta y pérdida de agua del enfermo, revisando cuidadosamente las vías de ingreso, egreso, su historia y , dentro de cierto límite, su cuantía. Si bien la anamnesis no permite cuantificar una alteración del metabolismo hídrico, es fundamental para orientar especialmente acerca de etiología de la alteración hídrica. La

semiología clínica del estado hídrico, por otro lado, se orienta a evaluar en todos los sistemas los signos dependientes de la "cantidad" de agua. Signos generales y específicos, como pulso, presión, temperatura, aspecto de Turgor y elasticidad de piel, estado del lecho vascular, tensión de los globos oculares, tono vascular periférico, sequedad de mucosas, etc., todos ellos son indicadores muy útiles del estado de hidratación, sobre todo si van corroborando una anamnesis que orienta en el mismo sentido.

El laboratorio, que básicamente confirma y cuantifica el diagnóstico clínico, está orientado a la evaluación cuantitativa del estado hídrico actual y sobre todo en la evaluación de las variaciones del mismo, para la regulación de la terapia.

En la evaluación clínica de los trastornos hídricos es de importancia la evaluación anamnésica de la etiología de los mismos.

La depleción de agua se observa en pacientes que no pueden o no desean ingerir líquidos, como por ej.: en pacientes comatosos, casos de accidentes vasculares encefálicos, enfermos con alteraciones de deglución, pacientes extremadamente débiles o comprometidos, en que la sensación de sed está ausente o muy reducida. Si bien la ausencia de ingesta es la causa primordial de depleción hídrica, recordar que todo proceso de aceleración metabólica aumenta las pérdidas, acentuándose así la velocidad del proceso de deshidratación. Un buen ejemplo es el aumento de pérdidas por un proceso febril.

Se ha estimado que en condiciones basales, y si se suprime la ingesta, se pierde agua a una velocidad del 2 % del agua total en 24 horas, llegando a una

fase crítica de deshidratación con alta mortalidad entre el 7° y 10° día, cuando las pérdidas de agua corporal bordean el 20 - 25 % del agua total ( aproximadamente 15 % del peso corporal total). Estos antecedentes son de im - portancia para la evaluación clínica de un proceso de deshidratación pura y para la planificación terapéutica co - rrespondiente.

Se han diferenciado varias fases clínicas defi - nidas en el proceso de deshidratación (5) :

1. Etapa Precoz :

Caracterizada fundamentalmente por sed definida ; no hay otros efectos clínicamente evidentes. La sed es el síntoma dominante y precoz. Se ha evaluado que este síntoma aparece con pérdidas de sólo un 2 % del pe - so corporal, o sea, cuando se ha perdido aproximada - mente un litro y medio de agua ( aproximadamente 1.5 Kg ).

2. Etapa Intermedia :

Moderadamente severa ( 3-4 días de ausencia de inges - ta ). La sed es intensa, hay poco flujo salival, la boca está seca ( ojo con el tipo de respiración oral en el enfermo febril, puede simular este signo ) ; hay oliguria franca y una debilidad muscular definida. El paciente aparece gravemente comprometido y puede ver - se ya algunos cambios de personalidad, si bien el en - fermo puede reaccionar con un esfuerzo físico y men - tal mínimo. Se estima que en estas condiciones se tie - ne una pérdida de un 6 % del peso corporal ( unos 4 litros de agua corporal total perdida ).

### 3. Etapa Severa :

Muy avanzada. Se acentúan todas las manifestaciones descritas previamente, con una marcada reducción de la capacidad mental y física. Al aparecer las alucinaciones y el delirio, se insinúa la fase de irreversibilidad, con letalidad muy alta por paro respiratorio. En esta etapa se incluyen pérdidas de agua total entre el 7 y 14 %.

La evaluación anamnésica etiológica, tanto directa por el paciente como indirecta por sus conocidos y familiares, es de una importancia capital en la orientación tanto semiológica como etiológica en el estudio de los trastornos del metabolismo hídrico.

Es así como el antecedente de una reducción drástica de ingesta o su supresión por más de dos días ( especialmente en condiciones de pérdidas aceleradas, específicamente si son hipotónicas, síndrome febril por ejemplo ), orienta rápidamente hacia una deshidratación; por otro lado, la administración de agua sin electrolitos en presencia de pérdidas normales ( o lo que es más grave, con pérdidas restringidas ) nos lleva inexorablemente con el pasar de los días a un balance positivo, y por ende, sobrehidratación. Tal es el caso del post-operado que se maneja en forma exclusiva con sueros glucosados, en que se sobrecalcula el requerimiento de agua. La sintomatología dominante es un elemento muy útil en la evaluación anamnésica del trastorno hídrico : el enfermo deshidratado se queja precozmente de sed, se queja de sequedad anormal de la mucosa orofaríngea, tiene dificultad para deglutir alimentos secos e incluso puede tener dificultades para su fonación.

Estos cambios son rápidos en su instalación ; pocos días en franco balance negativo y el enfermo se presenta como grave, impresiona a sus familiares y destaca su compromiso. A medida que la deshidratación avanza, el enfermo se va comprometiendo, lo domina la debilidad, la apatía y la lasitud en la deshidratación grave. Por el contrario, el enfermo sobrehidratado se ve normal ; sólo en una sobrehidratación importante y persistente, con caída franca de la osmolaridad plasmática, aparecen cambios sintomáticos evidentes : cefalea con visión confusa, aprehensión, náusea y vómito explosivo. En la sobrehidratación grave aparece desorientación y, lo que es muy útil para evaluación diferencial de estos cuadros, aparece alteración de la función muscular, con debilidad, fibrilaciones musculares y con tracturas, que son muy características de la sobrehidratación severa.

El aspecto general del enfermo es muy importante para la evaluación del tipo de alteración hídrica : el deshidratado es un enfermo que tiene una reducción seria de su peso en pocos días, se ve desencajado, los ojos hundidos, sus mucosas están secas y pegajosas, las axilas y la ingle están secas aún si hay alza térmica, las lágrimas son escasas, la lengua es roja y saburral. En las fases graves hay hipertermia con taquipnea y taquicardia. La oliguria es rápidamente evidente en el deshidratado, con valores de densidad de orina anormalmente altos. A medida que la deshidratación se agrava aparecen alucinaciones y delirio, que son previos a la insuficiencia respiratoria y al paro respiratorio.

Este cuadro clínico, cuya intensidad obviamente depende de cada situación en particular, se corrige en forma casi milagrosa y reaparece la normalidad con

la administración de agua en cantidades adecuadas.

La sobrehidratación suele verse con frecuencia en el ámbito hospitalario con esquemas de hidratación muy agresivos o mal calculados, especialmente cuando se sobrevaloran las pérdidas insensibles o los requerimientos basales. Esto es especialmente válido en el enfermo obeso con limitación de ingesta oral hidratado por la vía parenteral.

El enfermo sobrehidratado mantiene su aspecto normal hasta una caída muy importante de la osmolaridad. Destacan en él salivación abundante, así como secreción lagrimal muy evidente ; sus deposiciones son fáciles e incluso puede llegar a la deposición líquida. En él destaca particularmente el compromiso neuromuscular periférico. Hay marcada debilidad muscular con contracturas fáciles, aisladas y caprichosas ; los reflejos tendinosos son hiperactivos y hay signos de hipertensión intracraneana con bradignea y vómito explosivo en las formas graves de sobrehidratación. Curiosamente, no hay edema pupilar, salvo en condiciones extremas. Un signo muy útil de semiología general es la impresión de la pared digital sobre superficies óseas duras, sin tener sin embargo las características del edema.

### LA EVALUACION DE LABORATORIO

La determinación actual del volumen de agua total y de los volúmenes de los diferentes compartimientos se realiza normalmente por técnicas sofisticadas, que limitan seriamente su uso para el clínico. Hace excepción

la determinación de los volúmenes plasmáticos y eritrocíticos ( volumen o compartimiento intravascular ) por técnicas de dilución ( de colorantes e isotópica ) relativamente simples y rápidamente normalizadas. Se adjuntan los nomogramas, que permiten una buena estimación clínica del volumen eritrocítico y plasmático del Hombre y la Mujer, de acuerdo a su peso y estatura ( ver Notas Metodológicas ).

A fines de referencia hemos resumido en la tabla N° 1 una serie de valores descritos en la literatura (6) y por métodos diversos de los diferentes componentes de distribución del agua corporal total.

El Laboratorio Clínico Básico se orienta a determinar la cantidad de agua por evaluación de la concentración de componentes (tanto de bajo peso molecular, como macromoleculares ), como es el caso de la hemoglobina o del sodio plasmático por ejemplo, y por la determinación de características coligativas de diversos fluidos corporales, densidad de plasma u orina, etc.

Un elemento de "Laboratorio" muy útil, especialmente en el estudio de las variaciones del agua total de un individuo, es una buena balanza ; con ella pueden seguirse paso a paso los Balances Hídricos, controlando efectivamente si un balance teórico positivo se acompaña de aumento de peso o viceversa, si un balance teórico negativo se acompaña de pérdida de peso. Es increíble la utilidad práctica de una humilde balanza de resortes de unos 100 Kg de capacidad y con 50 gr de precisión para corroborar los cambios hídricos día a día en determinada paciente y muy especialmente para cotejar en forma crítica el balance hídrico que se hace calculando la ingesta y la excreta de agua y electrolitos.

## T A B L A N° 1

VOLUMENES DE LOS COMPARTIMIENTOS HIDRICOS (PROMEDIOS)

		<u>Hombres</u>	<u>Mujeres</u>
Peso	(Kg)	70	57
Superficie corporal	(m.2)	1.73	1.60
Agua total	(lt)	43	29
Agua extracelular			
Seg.met. sodio radioac.	(lt)	18	13
met. inulina	(lt)	11	11
met. tiocianato	(lt)	17	12
met. tiosulfato	(lt)	11.5	9.0
Agua intracelular			
met. tiosulfato	(lt)	31.5	20
Volumen Plasmático			
met. azul evans.	(lt)	2.8	2.4
Volumen Eritrocítico			
met. fierro radioac.	(lt)	2.2	1.9
Volumen sanguíneo	(lt)	5.0	4.3

Adaptado de : "Clinical Metabolism of Body Water and Metabolism", J.H. Bland; W.B. Saunders; 1963.

Con un poco de ingenio, incluso pueden modificarse los tipos simples de balanza de tipo comercial para poder seguir el peso de enfermos que no pueden movilizarse, bien vale el esfuerzo si recordamos que los problemas de hidratación son especialmente frecuentes en este grupo de enfermos.

Otro elemento de "Laboratorio" que debemos destacar es la colaboración que se debe solicitar al equipo de Enfermería y Nutrición para establecer parámetros objetivos que definan en forma cuantitativa los ingresos y las pérdidas por las diferentes vías del metabolismo hídrico ; la evaluación del agua ingerida real, del agua administrada intravenosa, intragástrica o por otras vías ; la evaluación justa de las pérdidas por sudoración o diarrea son parámetros importantes para el clínico y para ello debe crearse, en el equipo que asiste al enfermo, la habilidad de objetivar todas las posibilidades de ingesta y pérdida.

La evaluación por el Laboratorio propiamente tal de las variaciones hídricas se limita al estudio de la concentración en el plasma de diversas moléculas neutras, iónicas o macromoleculares determinados por los cambios de cantidad de agua.

La hemoconcentración detectada por el aumento del hematocrito y hemoglobina y la concentración de proteínas plasmáticas, si se acompaña de un incremento significativo de concentración de electrolitos como sodio o cloro y de un aumento discreto de la concentración de urea ( en ausencia de antecedentes de tipo renal ), son indicaciones de laboratorio muy importantes, que certifican una deshidratación. Por el contrario, una caída del hematocrito, la hemoglobina y la concentración de proteínas plasmáticas, con concentración baja

de electrolitos como sodio y cloro, van certificando las características clínicas de una sobrehidratación pura.

El estudio del Laboratorio de la orina es también importante para evaluar el trastorno hídrico de fondo. Una oliguria evidente de alta densidad, pero espe- cialmente con poco sodio y cloro, son indicadores útiles de una deshidratación en el enfermo. Cuidado con la ceto- nuria, que suele verse si la deshidratación es producto de ayuno prolongado ( con la acidificación cetónica co- rrespondiente ). Por otro lado, volúmenes adecuados o discretamente elevados de orina con contenido y cantidad de sodio y cloro elevados y con densidad urinaria baja, van dibujando el diagnóstico de Laboratorio de una sobrehi- dratación.

Especial cuidado debe tenerse con la interpre- tación de las alteraciones citológicas de la orina : la hematuria puede verse en la deshidratación pura, pero en la sobrehidratación son excepcionales las alteraciones del sedimento urinario, así como la acetonuria.

Obviamente que la determinación de la osmolari- dad, tanto plasmática como urinaria, son mediciones fun- damentales para evaluar cambios de la concentración hí- drica de la solución plasmática o urinaria, pero su de- terminación precisa requiere equipamiento no siempre disponible.

Otra forma de evaluación de Laboratorio de la cantidad de agua en el plasma es la evaluación de la den- sidad plasmática y sanguínea ; en este sentido es extra- ordinariamente útil el método del sulfato de cobre de Van Slyke (7) para la determinación de la densidad plasmática y sanguínea y su correlación a través del nomograma

permitiendo incluso la determinación del hematocrito y la concentración de las proteínas plasmáticas y de la hemoglobina sanguínea.

### NOTAS METODOLOGICAS

#### A. El nomograma de Van Slyke (7)

La evaluación de las densidades de sangre y plasma por un método simple y preciso es un elemento de laboratorio muy útil en la práctica clínica relacionada a los trastornos hídricos.

En 1936, Sundermann (8) demostró que la variación de la densidad del plasma tenía una relación lineal con la cantidad de agua por gramo de plasma, como era de esperarse de acuerdo a la teoría general de las soluciones. Un grupo de investigadores, encabezados por Van Slyke (7) desarrollaron un método muy simple que permitía la determinación de las densidades sanguíneas y plasmáticas con bastante precisión y por una tecnología muy simple, y por otro lado demostraron la relación entre la densidad plasmática y la proteinemia, por un lado, y la densidad sanguínea con la concentración de hemoglobina, por otro. Establecidas estas correlaciones, el mismo grupo de autores pudo demostrar que era factible la deducción del hematocrito, conociendo las densidades sanguínea y plasmática.

En la práctica, este método consiste en equilibrar gotas de sangre o plasma con soluciones de densidad

creciente y conocida de sulfato de cobre. Alrededor de cada gotita se forma una capa de proteína-cobre impermeable de duración muy breve, pero que permita que la gota tome una posición vertical en la solución que va a depender de la relación de su densidad con la de la solución de sulfato de cobre. Si el plasma o sangre tiene una densidad mayor que la solución de sulfato de cobre, la gota entonces caerá velozmente al fondo del frasco; si por otro lado su densidad es menor que la solución, entonces la gota flotará hacia la superficie, donde permanecerá por unos pocos minutos, y si ambas densidades son iguales, entonces la gota de sangre o plasma permanecerá sin moverse, sin ascender ni descender, por varios segundos en un verdadero equilibrio de flotación. Una vez determinada la densidad plasmática ( DP ) y la sanguínea ( DS ) por flotación de gotas de muestras en una batería de soluciones de sulfato de cobre de diferentes densidades, sus valores se llevan al nomograma de Van Slyke, determinándose los valores estimados de proteinemia y de hemoglobina sanguínea y el hematocrito teórico de dicha muestra ( ver Fig. 1 ). Esto se consigue uniendo por una recta los valores de las densidades de plasma y sangre. Si además se determina el hematocrito real de la muestra, podrá evaluarse la diferencia entre éste y el hematocrito deducido del nomograma que, como veremos posteriormente, es un parámetro útil en la evaluación del estado hídrico de un paciente. El nomograma de Van Slyke ( NVS ) (vea la Fig. 1 ) consta de una línea vertical izquierda con los valores de la Dp y la proteinemia correspondiente ; a la derecha puede verse la línea vertical de la densidad sanguínea; entre ambas una línea inclinada con los valores de hematocrito deducido y la hemoglobina sanguínea también deducida. Sobre todas las rectas se han indicado los valores estimados normales por los autores, según sexo. Como puede verse, los valores de DP aumentan hacia arriba de la

escala y, por el contrario, los valores de DS aumentan hacia abajo de la escala. El trazo central inclinado que corta las tres escalas es la situación promedio normal para varones y debe estimarse sólo como una referencia más que como un valor de uso.

Veamos ahora qué pasaría con los diferentes componentes de NVS en una situación de deshidratación pura por balance hídrico negativo importante :

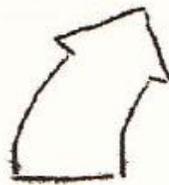
La densidad plasmática aumenta por la pérdida de agua y en menor proporción también aumenta la sanguínea, con lo que el trazo que une las nuevas densidades ahora gira, pivoteando en eje central, en el sentido de los punteros de reloj ; por el contrario, una sobrehidratación con aumento del agua plasmática y sanguínea significaría un desplazamiento del trazo en el sentido contrario ; en la sobrehidratación el trazo pivotea sobre un eje central en el sentido contrario a los punteros de un reloj. En el gráfico N° 2 hemos esquematizado estos cambios en el NVS.

Debemos recordar aquí otras causas de cambios de densidad plasmática y/o sanguínea no relacionadas con cambios hídricos, también dan un desplazamiento característico del trazo del NVS ; como un ejercicio, trace Ud. en el modelo de NVS un hipotético trazo de un mieloma múltiple o de una poliglobulia franca.

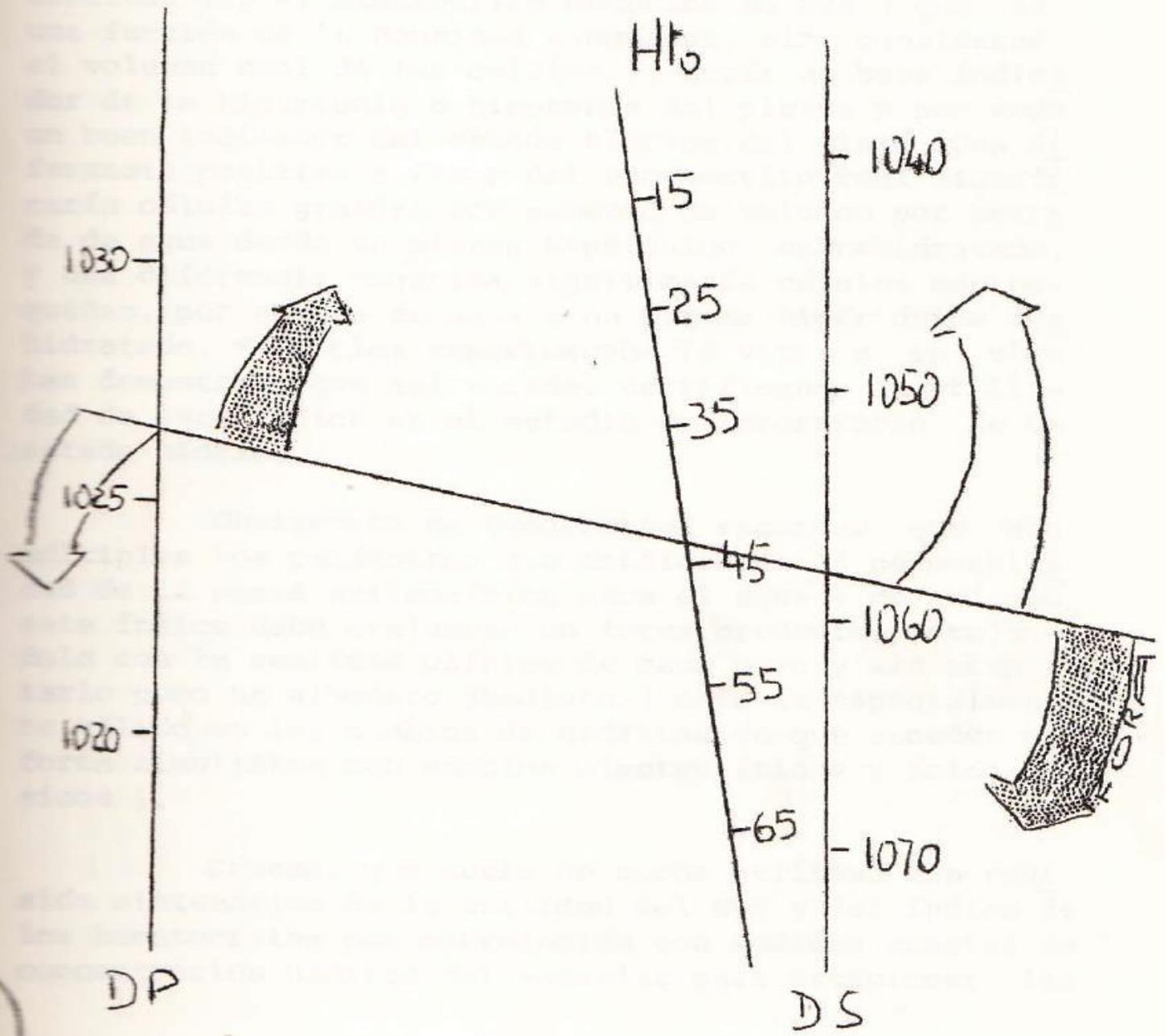
Otro elemento muy útil en la evaluación de la laboratorio de las alteraciones del metabolismo hídrico en el NVS es la determinación de la diferencia entre el hematocrito real y el deducido. Este parámetro fue introducido entre nos por Croxatto et el. (9). Debemos recordar que, como toda célula, el eritrocito se comporta



DESHIDRATACION



SOBREHIDRATACION



como un verdadero osmómetro, fijando agua y aumentando de volumen si el plasma es hipotónico o, por el contrario, entregando agua y contrayendo su volumen, si el plasma es hipertónico. Por estas características, Croxatto sugirió que la Diferencia entre el hematocrito real ( que es una función real del volumen de los eritrocitos ) y el hematocrito deducido de NVS ( que es una función de la densidad sanguínea, sin considerar el volumen real de las células ), sería un buen indicador de la hipertonia o hipotonia del plasma y por ende un buen indicador del estado hídrico del mismo. Una diferencia positiva a favor del hematocrito real significaría células grandes por aumento de volumen por entrada de agua desde un plasma hipotónico, sobrehidratado, y una diferencia negativa significaría células más pequeñas, por egreso de agua a un plasma hipertónico deshidratado. Múltiples experimentos in vitro e in vivo han demostrado que así sucede, certificando la utilidad de este índice en el estudio de laboratorio de un estado hídrico.

Obviamente es fundamental recordar que son múltiples los parámetros que condicionan la permeabilidad de la pared eritrocítica para el agua ; de ahí que este índice debe evaluarse en forma prudente, cotejándolo con la realidad clínica de cada caso y sin aceptarlo como un elemento absoluto ( esto es especialmente válido en los cambios de hidratación que suceden en forma simultánea con cambios electrolíticos y ácido-básicos ).

Creemos que sería de mucha utilidad una revisión sistemática de la utilidad del NVS y del índice de los hematocritos por correlación con medidas exactas de concentración hídrica del vascular para establecer los

límites de sensibilidad del NVS y de la diferencia de los hematocritos.

La utilización clínica de NVS y de la diferencia de los hematocritos ha demostrado ser especialmente útil en la práctica clínica más que en la definición de un estado hídrico inicial del vascular en la evaluación en el tiempo de los cambios hídricos.

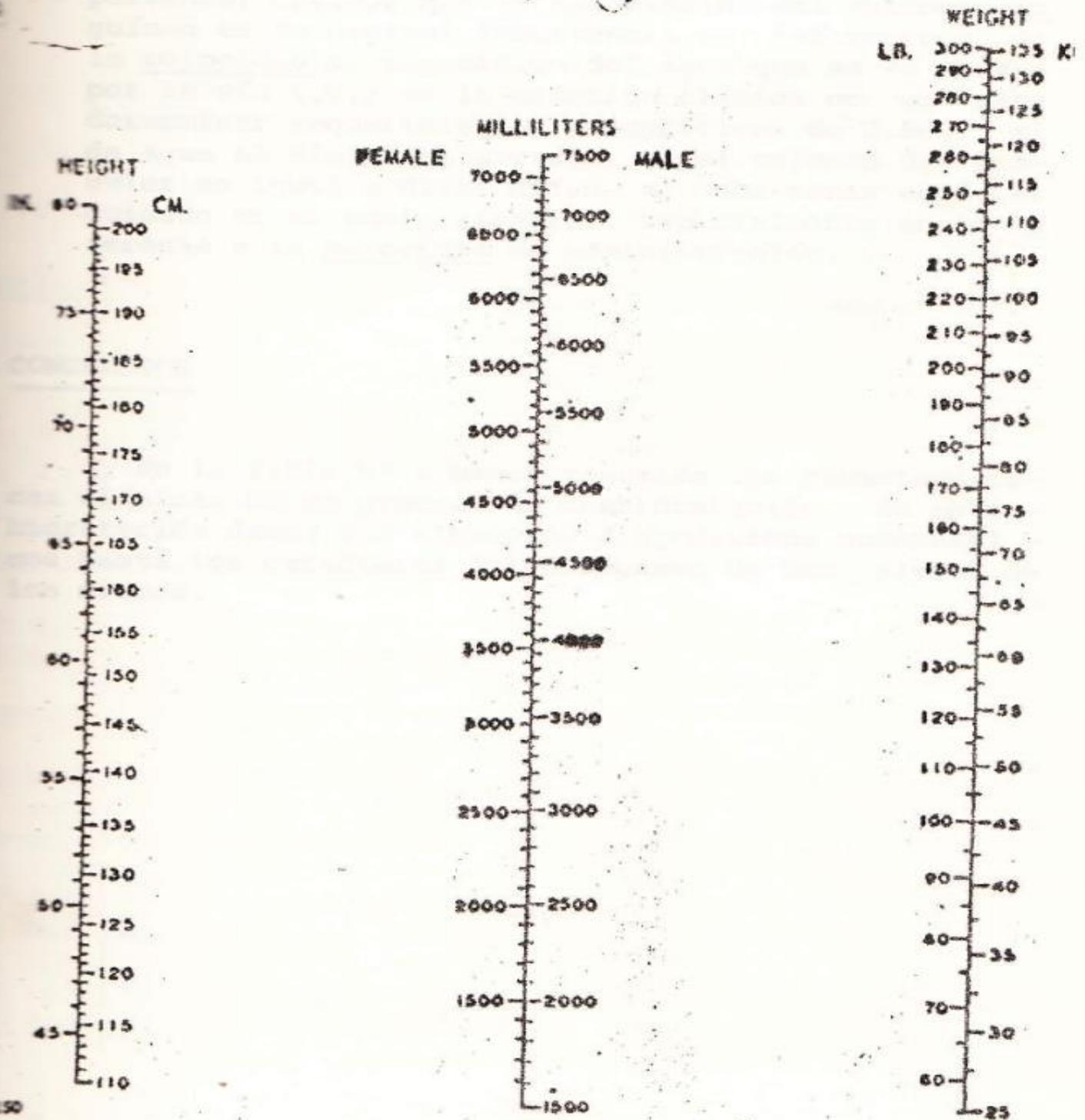
El nomograma de Van Slyke, de tipo sobrehidratación con una diferencia del hematocrito real, menos el deducido francamente positivo que se va normalizando, se ha visto con buena correlación con procesos de corrección de sobrehidratación y, por otro lado, NVS de tipo deshidratación con diferencias negativas de hematocrito regularmente acompañan un proceso de corrección de una deshidratación.

### B. El volumen sanguíneo y plasmático

Otro parámetro cuantitativo muy útil en el manejo de una alteración del metabolismo hídrico es la utilización de la magnitud de los volúmenes del sistema plasmático o sanguíneo. Como la técnica de determinación es bastante compleja para la práctica diaria, hemos incluido el nomograma de Hidalgo (ver Figura 3) para la determinación estimativa de los volúmenes eritrocíticos y plasmáticos, dada la estatura y el peso de un paciente. Una apreciación del volumen del vascular permite orientarse en forma realista acerca de la relevancia de la alteración que se ha detectado, especialmente en cuanto a su magnitud; un deshidratado grave, con una clínica compatible con una pérdida de un 5 % de agua, presenta intuitivamente requerimientos distintos de agua si su

# Expected Normal Blood Volume

Fig. 5



HC-150

After Hidalgo, J.U.; Nadler S.B.; Bloch, T.: The Use of the Electronic Digital Computer to Determine Best Fit of Blood Volume Formulas; Journal of Nuclear Medicine 3:94, 1962

volumen sanguíneo es de 2.4 litros. Lo que es más importante, creemos que la apreciación del volumen sanguíneo es de capital importancia en informarnos de la velocidad de reposición del agua que se va a usar por la vía I.V.; en la práctica clínica no es raro determinar requerimientos terapéuticos de 2.500 ml de agua al día ; sin embargo, si el volumen del vascular es igual a dicha cifra, se debe tener especial cuidado en su administración, especialmente en lo referente a la velocidad de administración.

### CONCLUSION

En la Tabla N° 2 hemos resumido las características clínicas de un proceso de deshidratación o de sobrehidratación desde sus elementos diagnósticos anamnésticos hasta los caracteres del nomograma de Van Slyke de los mismos.

## T A B L A N° 2

COMPARACION DE LAS CONDICIONES CLINICAS DEEXCESO Y DEFICIT DE AGUADepleción pura de aguaExceso puro de agua

## ANTECEDENTES

- 1) Supresión de ingesta
- 2) Temperatura ambiental alta
- 3) Fiebre
- 4) Sudoración excesiva

- 1) Administración parenteral excesiva de soluciones hipotónicas

## SINTOMATOLOGIA

- 1) Sed
- 2) Astenia, lasitud discreta

- 1) Mínima

## SIGNOS

- 1) Enfermo de aspecto comprometido
- 2) Enfermo de aspecto seco
- 3) Pérdida de peso
- 4) Cambios de personalidad
- 5) Sequedad de piel y mucosas
- 6) Aumento de T'
- 7) Oliguria progresiva
- 8) Compromiso neurosensorial

- 1) Signos muy tardíos
- 2) Signos de sobrecarga car-díaca
- 3) Astenia y compromiso neu-romuscular
- 4) Tendencia al edema ( esp. pulmonar)
- 5) Compromiso de conciencia sólo en las etapas tardías
- 6) Signo de la impresión digital

( continuación TABLA N° 2 )

Depleción pura de aguaExceso puro de agua

## LABORATORIO

## Sangre :

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| - Signos de hemoconcentraci <u>ó</u> n | - Signos de hemodilución |
|--|--------------------------|

## Orina :

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Oliguria precoz</li> <li>- Densidades altas</li> <li>- Puede haber hematuria</li> <li>- Si existe acidosis de ayu<u>n</u>o, puede haber cetonuria</li> <li>- Sodio y cloro disminuídos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Volúmenes normales</li> <li>- Densidades bajas</li> <li>- No se ha descrito hematuria</li> <li>- No se ha descrito cetonuria nunca</li> <li>- Sodio : cantidad total eliminada aumentada (conc. x vol.)</li> </ul> |
|--|---|

B I B L I O G R A F I A

1. O'SHAUGHNESSEY W.B. :  
Lancet, 1 : 490 ; 1831 - 1832.
2. LATTA T. :  
Lancet, 2 : 274 ; 1831 - 1832.
3. PETERS J.P.; VAN SLYKE D.D.:  
Quantitative clinical chemistry, II.  
Ed. Williams-Wilkins, Baltimore ; 1932.
4. VAN SLYKE D.D. :  
Comunicación personal.
5. MARRIOTT H.L. :  
Water and salt depletion.  
Brit. Med. J., 1 : 245 ; 1947.
6. GOHSCHALK A.; POTCHEN E.J. :  
Diagnostic nuclear medicine. Sección 20 de Golden's  
diagnostic radiology : ROBBINS L.L.  
Ed. Williams-Wilkins, Baltimore ; 1976.
7. PHILLIPS R.A.; VAN SLYKE D.D.; DOLE V.P.; EMERSON K.  
Jr.; HAMILTON P.B.; ARCHIBALD R.M. :  
Copper sulfate granty method for blood and plasma.  
Bumed News Letter of the U.S. Navy ; June 1943.
8. SUNDERMAN F.W. :  
J. Biol. Chem., 113 : 11 ; 1936.
9. CROXATTO R.; GONZALEZ J.; THOMPSEN P.; FORADORI A. ;  
ORTUZAR R. :  
Arch. Biol. Med. Exp., 1 : 105 - 109 ; 1969.