

78

616,07(04)

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA  
Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México.  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

**Determinación  
Fotocolorimétrica  
del Sodio  
en el Suero Sanguíneo**

TESIS

que presenta

MA. DE LA LUZ LARA FLASENCIA

para obtener el título de

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO



QUIMICA

Guadalajara, Jal., Enero de 1953.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

il gráf. d. d. t.

616.07(04)

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA**

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México.

**FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS**

**Determinación  
Fotocolorimétrica  
del Sodio  
en el Suero Sanguíneo**

**TESIS**

que presenta

**MA. DE LA LUZ LARA PLASENCIA**

para obtener el título de

**QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**

Guadalajara, Jal., Enero de 1953.



**QUIMICA**

*A la memoria de mi padre.  
A mi madre con amor y ve-  
neración. A mi abuelita y tíos  
con cariño. Al Dr. Javier Pre-  
ciado A., bajo cuya dirección  
y ayuda logré desarrollar esta  
tesis, en testimonio de mi agra-  
decimiento. Al Dr. Florentino  
Badial Jr. por su valiosa coope-  
ración. A mis maestros. A mis  
compañeros.*

## **S U M A R I O**

- I. Prólogo.**
- II. Regulación y aspectos clínicos de la alteración del Sodio.**
- III. Métodos de dosificación.**
- IV. Método empleado.**
- V. Conclusiones.**
- VI. Bibliografía.**

## PROLOGO

La determinación del Sodio en la sangre, es un delicado problema de laboratorio, al cual puse especial atención, dada la importancia de la natremia.

Primero: por ser el Sodio uno de los elementos indispensables para la vida (por medio de la prueba crucial que consiste en administrar una dieta que no contenga el elemento cuya esencialidad se investiga, o al menos administrar el menos posible, se pudo comprobar que el Sodio ocupa el sexto lugar en importancia).

Segundo: El Sodio es un constituyente importantísimo de los líquidos intercelulares del cuerpo, constituyendo el 93% de los iones metálicos del plasma sanguíneo humano y la cantidad de plasma intersticial que existe en ellos.

Tercero: Por los trastornos que se producen en el organismo ocasionados por las alteraciones del Sodio en la regulación extracelular del agua.

Cuarto: Porque la natremia normal en ayunas no presenta un valor fijo y constante como la cloremia por ejemplo, sino que todos los que han trabajado en este técnico problema están de acuerdo en considerar que en condiciones fisiológicas el Sodio de la sangre (Suero) presenta variaciones individuales de cierta amplitud.

Y por último la determinación de un nuevo método fueron los principales puntos por los que realicé este trabajo.

## REGULACION

Existe un grupo de mecanismos que se refieren principalmente a los cambios de iones y agua entre el plasma hemático y los líquidos intra y extracelulares. En la sangre hay hematiés y plasma, conteniendo ambos, iones y agua sometidos a un continuo intercambio.

Son las sustancias disueltas que acompañan el agua la causa de la presión osmótica que desarrolla, figurando como más importante no solo por su mayor poder osmógeno sino también por su concentración, las sales inorgánicas que tienen como aniones  $\text{Cl}$ ,  $\text{CO}_3\text{H}$ ,  $\text{PO}_4$  y  $\text{SO}_4$  y como cationes  $\text{Na}$ ,  $\text{K}$ , y  $\text{Mg}$ .

Las dos bases principales del organismo son el  $\text{Na}$  y el  $\text{K}$  preponderando extraordinariamente el  $\text{Na}$  en el plasma, siendo también la base extracelular. En circunstancias normales la membrana del hematié es impermeable a estas bases en cambio  $\text{E1}$ ,  $\text{Cl}$  y  $\text{CO}_3\text{H}$  entran y salen fácilmente del glóbulo.

Cuando por razones de presión osmótica el agua se mueve de células a plasmas o viceversa, éstos desplazamientos van acompañados de movimientos paralelos de bases, para las cuales pueden entonces permeabilizarse las cubiertas celulares. Son a este propósito muy demostrativas las experiencias de Darkaw y Yaunet: inyectando intra-peritonealmente a perros una solución de glucosa, que viene a ser como si se inyectase agua, puesto que el azúcar rápidamente se quema o deposita, se provoca una dilución de los electrolitos, con lo cual el agua penetra en los hematiés, que aumentan de volumen en tanto el agua no sea eliminada. Si por el contrario, lo inyectado en el peritoneo es una solución salina hipertónica aumentará la presión osmótica del plasma, abandonando agua el glóbulo rojo que por ello disminuye de volumen, hasta que

el establecimiento de una corriente de sangre a tejidos o la eliminación venal restauran el equilibrio.

Si en el medio extracelular se pierde la misma cantidad de agua que de base, o aumentan coincidentemente ambos factores, la célula tolera bien, dentro de ciertos límites, dichos cambios, pues el ambiente sigue siendo isotónico. Pero suele suceder que, en caso de pérdida de agua, la base tiende a retenerse para mantener el equilibrio ácido básico, y ello hace que el medio se hipertonice: se establece entonces una corriente de células a plasma, la membrana se hace permeable al potasio que es arrastrado por el agua que abandona la célula, en consecuencia aumenta esta base en el suero y líquidos extracelulares. Por consiguiente disminuye el Na y se incrementa su eliminación por la orina, y al aparecer esta permeabilidad de la membrana la célula suele destruirse llegando hasta la autólisis.

La sangre en sus dos fases, plasma y glóbulos, contiene constantemente el Na. Según leyes de fisico-química bien conocidas, el Cl Na en débil concentración como en el caso de la sangre se encuentra casi en su totalidad disociado es decir, no permanece al estado de moléculas de Cl Na sino en forma de ion Cl y Na libres.

En lo que se refiere a los glóbulos, el Na se encuentra en cantidad mucho menor que en el plasma. Si tratáramos de determinar cifras para la natremia globular normal, aún existiendo métodos para determinarla, como el obtenido según el volumen globular en el hematocrito y la determinación directa del Na en la masa globular utilizando el método Streff se encuentra la cifra de 0.41 gr por mil en glóbulos. Por el método de Guillaumin se encuentra para la natremia de los hematiés cifras comprendidas entre 0.35 y 0.50 gr por mil. Las cifras no son pues del todo uniformes debiéndose esto a que la determinación es un problema de Laboratorio mucho más difícil aún que el que se refiere al suero sanguíneo en el que se obtienen también cifras muy amplias según los métodos que se siguen siendo éstos: en términos generales desde 314 mgrms x 100 cc como mínimo en personas normales hasta el 360 miligramos x 100 cc al máximo, con cifras medias obtenidas entre 334 mgrms, 324 o 328. En la literatura bio-química moderna se encuen-



tran cifras parecidas a éstas en lo que se refiere a la natremia normal.

Si consideramos estas cifras normales del contenido del Na en el suero y en los hematiés se deduce que los equilibrios glóbulos plasmáticos se producen normalmente en una considerable desproporción cuantitativa de Na en las 2 fases sanguíneas plasma y glóbulos.

Este problema de los equilibrios y desequilibrios glóbulo plasmáticos para sustancias diversas es uno de los problemas más difíciles por las numerosas incógnitas que se relacionan con las leyes de físico-química que los rigen.

Conceptos modernos aceptan que la membrana de los hematiés tiene una relativa permeabilidad para el Na y que la experimentación in vitro de agregación de sales de Na a la sangre desfibrinada este catión emigra lentamente hacia el interior de los hematiés. Al agregar sales de Na, el nuevo equilibrio osmótico se producirá por el paso de H<sub>2</sub>O del interior al exterior de los glóbulos. Un enorme interés tienen los estudios modernos, fisiológicos, bio-químicos y fisio-patológicos, sobre la influencia extraordinaria que tiene la corteza de las cápsulas suprarrenales sobre el equilibrio de electrolitos en el organismo especialmente en lo que se refiere al Na.

Simultáneamente hay que considerar la influencia extraordinaria, que tiene la corteza suprarrenal, sobre el metabolismo acuoso en el sentido de la repartición del H<sub>2</sub>O entre la sangre y los tejidos. Todo esto es de tanta importancia que con mucha razón, se ha señalado el hecho de que pocas nociones de fisio-patología han experimentado cambios tan fundamentales como estos relacionados con la corteza suprarrenal.

En la enfermedad de Addison especialmente en los períodos de crisis se han comprobado estos desequilibrios humorales, experimentalmente en animales, la extirpación de las suprarrenales provoca estos mismos desequilibrios en forma intensa y violenta.

Los extractos activos de corteza suprarrenal (cortina) administrados en cantidad suficiente, corrigen estos desequilibrios de electrolitos pudiendo en ambos casos continuar viviendo por un tiempo más o menos largo.

La cortina o su equivalente activo (desoxicorticosterona) es indispensable para mantenerles la vida.

Los desequilibrios en la insuficiencia córtico suprarrenal aguda o experimental se deben a la pérdida de Na y Cl.

Con el fin de precisar en lo posible la influencia que tiene la corteza suprarrenal sobre el metabolismo acuoso y de los electrolitos consideraremos lo que ocurre experimentalmente en animales con extirpación de las suprarrenales.

Lo que se observa es una disminución del volumen de la sangre circulante, la cual se concentra notablemente (aumento de la proteinuria, de la viscosidad de la masa globular; disminución de la velocidad de sedimentación globular). Esta hipovolemia (que puede llegar hasta 40 o 50%) y esta mayor concentración sanguínea no se corrigen con ingestión abundante de líquidos, a no ser que éstos contengan cantidades apreciables de Na.

Tiene también una pérdida considerable de Na electrólito que disminuye notablemente en la sangre. La pérdida de Na es superior a la que corresponde a su combinación con el Cloro, es decir se pierden compuestos de Na especialmente bicarbonato (la reserva Alcalina disminuye).

La disminución de Na en la sangre circulante se acompaña de una disminución de Na en algunos tejidos aunque no en todos.

Si tratamos de compensar estas pérdidas extraordinarias de Na administrando por vía oral o inyecciones alguna sal de Na, los desequilibrios se modifican mejorándose, por lo menos parcialmente y la sintomatología alarmante se modifica favorablemente. En los períodos avanzados la acción es ineficaz.

Para estos casos la acción de la "Cortina" es eficaz aún en períodos de colapso.

En 2 casos de enfermedad de Addison no tratada en paciente de 18 a 24 años de edad muy bien estudiados desde el punto de vista Clínico y humoral por Grene y Johnston comprueban una serie de hechos que corresponden a los desequilibrios producidos experimentalmente en animales.

Resumen 1o.— Disminución de Na en la sangre y los tejidos.

2o.— Almacenamiento de gran cantidad de Na en los tejidos cuando este se administra en cantidad suficiente.

3o.— Aumento del peso del enfermo hasta que se establece un equilibrio entre la entrada y salida del Na lo que no se alcanza sino en 20 o 30 días.

4o.— Los extractos potentes de corteza suprarrenal detienen la pérdida de Na cuando el organismo está en déficit de este elemento metálico, pero no ocurre lo mismo cuando el balance de Na indica equilibrio.

5o.— La sensibilidad de los enfermos a la administración de K depende del estado de balance de Na. Si éste es negativo, es decir, si hay déficit de Na el K agrava el cuadro clínico y humoral; la influencia perturbadora del potasio (K) es mucho menor si existe equilibrio o un balance positivo de Na por ingestión terapéutica o experimental.

6o.— El metabolismo del Cl sigue en general cierto paralelismo con el metabolismo del Na. Sin embargo en algunas ocasiones las pérdidas de Na exceden a las pérdidas correspondientes de Cl.

Estos equilibrios humorales y la sintomatología Clínica se modifican favorablemente con inyecciones de Cortina, a condición de que los extractos sean frescos efectivamente activos y se administren en cantidad suficiente.

De todo lo expuesto antes se deduce que el Na está regulado de una manera directa por la hormona de la corteza de las suprarrenales.

## ASPECTOS CLINICOS DE LAS ALTERACIONES DEL NA

Una Hiponatremia se presenta en primer lugar en:

*La enfermedad de Addison* por deficiencia de la hormona cortical la cual suele ser debida a la atrofia fibroide, degeneración anjiloidea, hemorragias, infartos localizados de un modo principal en la corteza de las glándulas suprarrenales.

Esta enfermedad está caracterizada por una pigmentación peculiar y típica de la piel y las mucosas, astenia extremada, hipotención, temperatura submoral anorexia, náuseas, vómitos, vértigos y ataques de síncope, insomnio amenorrea en las mujeres y atrofia testicular en los hombres. ....

Los varones están afectados con una frecuencia tres veces mayor a las de las hembras; la mayor parte de los casos se produce alrededor de los 40 años de edad.

*La Obstrucción intestinal* produce profundas alteraciones del equilibrio del sodio en la sangre. ....

Su perturbación se debe en gran parte a los vómitos excesivos y a la deshidratación que lo acompaña que en ocasiones determina un aumento en la destrucción de los tejidos y una hipofunción renal. En estas circunstancias y por lo que se relaciona con los aspectos considerados; las obstrucciones intestinales altas del piloro, yeyuno o duodeno tienen mayor gravedad que los que afectan al ileón inferior y al Colon.

En la *Neumonía Lobar* en el período precrítico se observa una frecuente hipocloremia juntamente con hiponatremia. Después de la crisis, retornan a sus valores normales.

*La Acidosis* se puede definir como un estado resultante de la formación o de la absorción de ácidos en cantidad superior a la

capacidad de eliminación o neutralización; debido a esto hay un trastorno del metabolismo que se caracteriza por reducción de bicarbonatos, reserva alcalina de la sangre por debajo del nivel normal con una consiguiente pérdida de sodio.

*En Diarreas graves y prolongadas.*

*En Fistulas pancreáticas, biliares, y yeyunales.* Puede también disminuir por:

*Sudoración excesiva con ingestión de grandes cantidades de H<sub>2</sub>O sin sal.*

*En la glomerulo Nefritis crónica avanzada con Uremia.*

*En la Diabetes sacarina avanzada y especialmente cuando existe Acidosis marcada.*

*Durante la Anestesia Etérea.*

*Y en algunos casos de descompensación cardíaca con Edema.* Eventualmente en la:

*Necrosis Hepática y en algunos casos Hipoparatiroidismo.*

*En los tumores primitivos de la médula, Paraganliioneuromas c Teocromocitomas el sodio baja hasta 138 miliequivalentes.*

*La Hipernatremia es menos frecuente.*

*En el hipersuprarenalismo que suele ser debida a la secreción de un exceso de cortina por la corteza de las cápsulas suprenales.*

*En la alcalosis que es debida a un trastorno del equilibrio ácido básico hacia el lado alcalino. El Sodio aumenta debido a una pérdida excesiva de radicales ácidos.*

*En el hiperpituitarismo o enfermedad de Cushing, adenoma basófilo del lóbulo anterior de la hipófisis.*

Se dice también que ciertas hormonas sexuales determinan una disminución de la excreción urinaria de Sodio, lo cual tendría como consecuencia, un aumento en el suero sanguíneo, que podría relacionarse con el edema que algunas veces se produce antes del período menstrual.

De una manera general un pequeño aumento de Sodio se observa siempre que el Potasio baja debido al equilibrio existente entre ellos en la sangre o viceversa si el Potasio sube el Sodio baja

## MÉTODOS DE DOSIFICACION

Entre otras técnicas propuestas para determinar el sodio en el suero sanguíneo y que se basan en principios enteramente diversos podemos mencionar: los métodos espectrográficos y colorimétricos.

Straaman ha publicado sus trabajos sobre análisis espectral aplicado a determinaciones cuantitativas de sodio en la sangre. Se trata de diluir el suero, incinerarlo, disolver las cenizas en HCl diluido, colocar esta solución en el cráter de un electrodo de carbón (polo negativo), evaporar hasta sequedad y hacer saltar la chispa eléctrica fotografiando el espectro de emisión en un espectrógrafo apropiado. Con ayuda de curvas calibradas se puede deducir la cantidad de sodio en el suero y en otros líquidos biológicos, el error no pasa de 3% y los resultados de la natremia son sensiblemente iguales a los obtenidos por métodos químicos.

Entre los métodos Colorimétricos podemos mencionar el de Hoffman y Osgood.

El Sodio es precipitado en forma de sal triple de sodio, zinc y Uranilo que es disuelta en solución  $\text{SCNNH}_4$ , y el líquido de color amarillo es determinado por fotocolorimetría.

El  $\text{SCNNH}_4$ , se agrega para estabilizar el color amarillo que es muy sensible a los cambios de temperatura.

Otro Método colorimétrico es el descrito por E. L. en el que el sodio es precipitado en forma de sal triple de sodio, manganeso y uranilo y el manganeso de esta sal es transformado por la acción del periodato de potasio en permanganato ( $\text{KMnO}_4$ ) que se determina por fotocolorimetría.

## TECNICA DE KRAMER Y FYDALL

**Principio.**— Se precipita directamente el sodio en el suero sanguíneo con Piroantimoniato de Potasio en forma de piroantimoniato de sodio y el antimonio es determinado por yodometría.

Reacción:  $Sb_2O_7K_2H_2x_2 Cl NA) Sb_2 O_7H_2 Na_2 x 2 ClK.$

Reactivos: A. Piroantimoniato de potasio.

En un matraz apropiado se calientan 250 cc de H<sub>2</sub>O se dejan caer 5 grms. de piroantimoniato de potasio, se mantiene la ebullición franca durante 5 minutos se enfría rápidamente en el chorro de H<sub>2</sub>O y una vez frío se agregan 7.5 cc. de KOH al 10%. Se filtra en un filtro sin cenizas recibiendo el líquido en un frasco parafinado. El reactivo puede usarse hasta un mes de preparado. La solución de KOH empleada debe prepararse al momento de usarse, o bien debe conservarse en frascos parafinados.

B) Hiposulfito de Na 0.05 N

C) Solución de yoduro de K al 20%

D) Engrudo de almidón al 1% (indicador)

**Técnica.**— En un tubo de centrifuga apropiado, que contenga un cc de H<sub>2</sub>O se coloca 0.5 cc de suero sanguíneo, lavando la pipeta, y se agregan 5 cc de piroantimoniato de K. Se enfría el tubo al chorro de H<sub>2</sub>O (a 10o más o menos y desde una microbureta se deja caer gota a gota y agitando con una baquetita 1.5 cc. de alcohol de 95o en tal forma que caiga el alcohol todo en medio minuto más o menos). Se lava la baquetita con un 1 cc de H<sub>2</sub>O, a lo más y se coloca en un precipitador de 100 cc en el cual se hará después la titulación.

Se deja el tubo en reposo una hora, se centrifuga. Se extrae con una pipeta el líquido superior y se lava el precipitado con 5

cc de alcohol al 30%. Se centrifuga nuevamente se extrae el liquido superior y se agregan 5 cc. de HCl. concentrado (densidad 1.18) se remueve el precipitado y se lava el tubo tres veces con H<sub>2</sub>O destilada, reuniendo los liquidos de lavado.

Se dispone de una microbureta de 5 cc. hiposulfito de sodio 0.05N. Se agregan al liquido por titular 2 cc. de solución fresca de yoduro de potasio al 20%, y se titula rápidamente con hiposulfito, agregando al final engomado de almidón para terminar la titulación (desaparición del color azul).

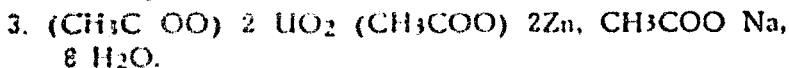
El cálculo se hace sabiendo que 1 cc. de hiposulfito 0.05N corresponde a 0.575 Mgrs. de Na.



## DETERMINACION CUANTITATIVA DEL NA EN EL SUERO SANGUINEO POR TITULACION PERMANGANICA

(Adaptación al suero de los métodos Blanche McCame y Chen)

Este método se basa en la precipitación del Na en medio alcohólico en forma de acetato triple de Na Zn y Uranilo. El Uranio hexovalente de esta sal es reducido a uranilo tetravalente por acción del cadmio metálico y es titulado con permanganato de potasio. La sal triple tiene la siguiente fórmula.



Reactivos: 1. alcohol absoluto.

2. Eter anhidro.

3.  $SO_4H_2$  normal.

4.  $MnO_4K$  0.02 Normal. Se prepara al momento de usarse a partir de una solución exactamente titulada de  $MnO_4K$ . IN.

5. Lápiz de cadmio. Se usa una barra de 4 cadmio para adaptarlo a un tubo de centrifuga.

6. Reactivo de acetato de Zinc y Uranilo.

Se preparan las soluciones "A" y "B" que indicaremos a continuación.

En caliente se mezclan y se hace hervir la mezcla. Se conserva en un frasco obscuro con tapa esmerilada y después de 24 horas puede emplearse, filtrándola antes de utilizarla.

Solución A.

Acetato de Uranilo .....	10 gr.
Acido Acético glacial .....	2 cc.
H <sub>2</sub> O destilada hervida .....	50 cc.

### Solución B.

Acetato de Zinc .....	30 grms.
Acido acético glacial .....	1 cc.
H <sub>2</sub> O destilada hervida .....	50 cc.

Ambas soluciones se preparan de la misma forma: en un vaso de precipitación de Jena o Pyrex se coloca el reactivo en substancia por disolver; se agregan al ácido acético y 50 cc. de H<sub>2</sub>O hirviendo. Se hace hervir hasta conseguir la disolución.

Técnica.—Se trabaja con suero sanguíneo libre de hemolisis, obtenido por centrifugación de la sangre recién coagulada. Se separa la albúmina con acidotricloroacético al 20% al modo habitual (igual volumen de suero y de ácido tricloroacético).

En un tubo se centrifuga de 25 cc. de capacidad se coloca 1 cc. de filtrado tricloroacético, se agregan 2.5 cc. de alcohol absoluto y 5 cc. de reactivos de acetato de uranio recientemente filtrado. Se mezcla íntimamente con una bagueta hasta tener una precipitación uniforme. Se tapa el tubo con un tapón de goma y se deja en reposo un mínimo de 2 horas en un sitio obscuro. Después se centrifuga, y si quedan cristales en la superficie se agrega mayor cantidad de alcohol y se repite la centrifugación. Se extrae el líquido con fina pipeta, se lava una vez con 2 cc. de etcr, volviendo a centrifugar.

El precipitado así lavado se disuelve en 2 cc. de SO<sub>4</sub>H<sub>2</sub> Normal, se introduce el lápiz de cadmio y se abandona a la temperatura ambiente hasta el día siguiente (o seis horas a 37°C.) Después de este tiempo se retira el lápiz lavándolo con 1 cc. de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Normal y un poco de H<sub>2</sub>O destilada.

Con la acción reductora del cadmio la solución de uranio ha pasado del color amarillo al verde por transformación del Uranio Hexavalente en tetravalente. El examen termina por una titulación en caliente entre 70° y 80° con solución de K Mn O<sub>4</sub> 0.02 normal; que se prepara en el momento de usarse.

La cantidad de Na en la muestra analizada se obtiene multiplicando el número de cc. de K Mn O<sub>4</sub> 0.02N gastado, por el factor 0.00007665. Este factor se puede deducir de las ecuaciones químicas que entran en juego en la precipitación, reducción y titulación.

## METODO GAVIMETRICO DE DETERMINACION CUANTITATIVA DEL NA. EN EL SUERO SANGUINEO

(Procedimiento de Blanchetiere adaptado al suero sanguíneo).

Este método se basa en la desalbuminación del suero con ácido tricloroacético y precipitación del Na en forma de sal triple de Na Mg y Uranilo.

El precipitado se lava se separa seca y se pesa multiplicando el peso por el factor 0.015 se obtiene el Na de la muestra analizada. La sal triple de Na Mg y Uranilo tiene la siguiente fórmula:



El reactivo de Blanchetiere se prepara mezclando las soluciones "A" y "B" que indicamos a continuación.

Solución A.

Acetato de Uranilo .....	10 gr.
Acido Acético Glacial .....	6 cc.
H <sub>2</sub> O destilada C. S. P. ....	100 cc.

Solución B.

Acetato de Mg seco .....	33 gr.
Acido Acético Glacial .....	5 cc.
H <sub>2</sub> O destilada C. S. P. ....	100 cc.

Las 2 soluciones se preparan con porciones sucesivas de H<sub>2</sub>O caliente.

El ácido acético facilita mucho la disolución del acetato de Uranilo. Después se mezclan las 2 soluciones y se filtra. Se conserva en un frasco obscuro con tapa esmerilada y se filtra antes del uso.

**Técnica.** — Se trabaja con suero sanguíneo no hemoligado obtenido rápidamente después de extraer la sangre, se precipitan las albúminas con igual volúmen de ácido tricloroacético y 10 cc. de reactivo de Blanchetiere recién filtrado. Se mezcla cuidadosamente con una bagueta y se deja en reposo en la obscuridad hasta el día siguiente.

Mientras tanto se prepara, se seca y se pasa un crisol de Gooch de tamaño apropiado. Sobre este crisol se recibe el precipitado de sal triple cuidando de arrastrar totalmente los cristales con pequeñas porciones de alcohol de 95o que sirve de líquido de lavado. Finalmente se calienta en el horno a 110o hasta peso constante y se pesa con cuidado. Conociendo el peso del Acetato triple de Na Mg y Uranilo se obtiene la cantidad de Na puesta en juego multiplicando por el factor 0.015.

## METODO EMPLEADO.

- Reactivos:**
- 1.—Reactivo de Acetato de Uranilo y Zinc.
  - 2.—Líquido lavador de ácido acético y alcohol.
  - 3.—Eter Q. P.
  - 4.—Acido sulfúrico, aproximadamente 6.N.
  - 5.—Peróxido de hidrógeno.
  - 6.—Acido nítrico concentrado.

**Procedimiento.**— Para la prueba: Póngase 0.2cc. exactos de mero en un tubo de centrifuga cónica Pyrex de 15 cc.

Añádase 0.2 cc de  $H_2SO_4$  6N (4) y 0.1cc. de Acido Nítrico (6) y se agita con un agitador delgado de vidrio.

Póngase el tubo por unos 15 minutos, en un baño saturado de Ca Cl. a  $130^{\circ}C$ .

Lávese y séquese el exterior del tubo. Calíentese con cuidado sobre una llama libre sacudiendo constantemente hasta que se carbonice. Déjese enfriar  $\frac{1}{2}$  minuto aproximadamente.

Añádese una gota de Peróxido de hidrógeno (5) caliéntese hasta que se destruya el peróxido. Déjese enfriar de nuevo. Añádase otra gota de peróxido y caliéntese. Repítase esto hasta que se haya añadido un total de 5 a 8 gotas de peróxido, la solución debe ser incolora.

Añádase 8 cc. de reactivos acetato de Uranilo y Zinc (1) menéese por dos minutos con un agitador delgado de vidrio.

Déjese reposar por 10 minutos meneando ocasionalmente. Séquese el agitador lavándolo con un poco más de reactivo de Acetato de Uranilo y Zinc (1).

Centrifúgese por 15 minutos.

Decantese el líquido que sobrenada. Escúrrase el tubo invirtiéndolo por 5 minutos. Límpiase la boca del tubo. Lávese el pre-

agitado con unos 2 cc de líquido lavador de ácido acético y alcohol (2) y centrifúgese de nuevo. Lávese con éter (3) centrifúgese por tres minutos y escúrrase por un minuto aproximadamente.

Repítase el lavado con éter, centrifúgese y escúrrase.

Póngase el tubo por unos cuantos minutos en un lugar caliente (35oC) para que se evapore el éter.

Añádase 10 cc. de H<sub>2</sub>O. Mézclese hasta que sea completa la solución. Centrifúgese para que quede libre de toda materia insoluble.

Decantese en un tubo colorimétrico. Póngase en un baño de H<sub>2</sub>O a 25o centígrados por unos cuantos minutos.

Léase en el Lumetron, usando filtro azul 420, el porcentaje de transmisión en comparación con H<sub>2</sub>O como patrón (blank) ajustando a 100% de transmisión. Por medio de la gráfica o de la tabla de calibración obtengase el valor en miliequivalentes de sodio por litro.

Para convertir miliequivalentes por litro a mgrms. por ciento de sodio multiplíquese por 2.3.

Cuando se empieza se hace una determinación de "solución sin suero", substituyendo con H<sub>2</sub>O el suero y se lleva a cabo en todas sus partes el procedimiento para la prueba inclusive la carbonización, lavado, etc., y la lectura en el lumetron en comparación del H<sub>2</sub>O como patrón (blank) ajustando a 100% de transmisión. El valor obtenido para la "solución sin suero" permanecerá constante mientras se siga empleando el mismo juego de reactivos.

Procedimiento para la calibración. Prepárese una solución Standard de acetato de Uranilo, Zinc y Sodio de 615 mg. por 100 cc. disolviendo 1.23 gramos de acetato de Uranilo, Zinc y Sodio ("Sal Triple"), (vease preparación de reactivos) en 200 cc. de H<sub>2</sub>O. (Esta solución standard fira en los reactivos probados lumetron).

Póngase en tubos colorimétricos 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 cc. de la solución Standard. Añádase respectivamente 18, 16, 12, 14, 16, 18 cc. de H<sub>2</sub>O Mézclese.

Este da soluciones equivalentes a soluciones finales obtenidas después de haber sometido al procedimiento para la prueba

muestras) 2 cc. de suero que convengan respectivamente 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, miliequivalente de Na por litro.

Póngase en un baño de agua a 25°C. por unos cuantos minutos. Luego léase en el luminómetro usando el filtro azul 420, el porcentaje de transmisión en comparación con el H<sub>2</sub>O como patrón (blank) ajustado a 100% de transmisión. Así la calibración luminómetro a 180 miliequivalentes debe corresponder una lectura alrededor de 45 o 55% de transmisión.

Usando papel luminómetro de milogarítmico para gráficas, asíguese al eje de las concentraciones los valores de 0.250 miliequivalentes de sodio por litro y márchese los puntos correspondientes a las 9 lecturas de transmisión arriba de los correspondientes valores de concentración, uniendo los puntos marcados se obtienen una línea curva que corta el eje de las transmisiones en el punto 100%. Para mayor conveniencia en el uso se pueden tomar de la curva de la gráfica los valores de concentración y registrarlos en una tabla de calibración luminómetro en blanco.

#### Preparación de los reactivos.

Los reactivos 1, 2 y 4 pueden ser preparados por el operador como sigue:

##### 1.—Reactivo de acetato de Uranilo y Zinc.

Solución A. En un vaso de 600 cc. puesto en una balanza de Laboratorio se pesan 80 grms. de acetato de uranilo, 48 grms. de ácido acético al 30% y H<sub>2</sub>O hasta completar 520 grms.

Solución B. A 220 grms. de acetato de zinc Q. P. añádase 24 grms. de ácido acético al 30% y H<sub>2</sub>O hasta completar 520 grms.

##### Acetato de Uranilo, Zinc y Sodio (Sal Triple).

Trátase en un vaso de precipitados unos 5 cc. de Cl Na al 2% con 125 cc. del reactivo de acetato de uranilo y zinc (1) en el cual no haya saturado aun con "Sal Triple") méncese. Déjese reposar 15 minutos. Filtrase en un filtro de vidrio poroso, lávese varias veces con pequeñas porciones de ácido acético glacial y luego varias veces con éter. Póngase a secar en un desecador sobre Cl<sub>2</sub>Ca.

Calientese separadamente las dos soluciones A y B en un baño de vapor meneándolas frecuentemente y conservándolas tapadas con vidrio de reloj para reducir la evaporación.

Quando la solución sea casi completa mézclense calientes las dos soluciones A y B en un caso grande (de 1,500 cc.) Déjese enfriar. Añádase unos 0.2 grms. de sal triple. Déjese reposar de un día para otro. Consérvese en frasco obscuro.

2.—Líquido lavador de ácido acético y alcohol. Mézclense 75 cc. de ácido acético glacial con 425 cc. de alcohol etílico al 95%. Sacúdase con un exceso de "Sal Triple" para asegurar la saturación. Consérvese en un frasco obscuro con un exceso de Sal Triple.

4.—Ácido sulfúrico aproximado 6 N.

6.—Normal: a unos 350 cc. de  $H_2O$  añádese ientamente mezclando 84 cc. de  $H_2SO_4$  concentrado Q. P. Enfríese. Complétese con  $H_2O$  hasta hacer 500 cc.



## EXPERIENCIA

Tomé suero de personas normales, obteniendo los siguientes resultados:

Los siguientes resultados están representados en miliequivalentes de Na por % cc.

No.		No.		No.	
1	334	26	334	51	364
2	344	27	314	52	344
3	378	28	411	53	323
4	334	29	323	54	344
5	373	30	334	55	334
6	334	31	344	56	334
7	286	32	411	57	350
8	364	33	378	58	378
9	334	34	323	59	344
10	376	35	314	60	223
11	378	36	373	61	314
12	334	37	334	62	334
13	314	38	334	63	344
14	323	39	324	64	323
15	334	40	385	65	334
16	378	41	350	66	344
17	323	42	323	67	344
18	314	43	286	68	314
19	411	44	334	69	350
20	378	45	323	70	344
21	314	46	318	71	323
22	323	47	334	72	350
23	334	48	364	73	344
24	314	49	314	74	323
25	411	50	364	75	350

No.		No.	
76	314	101	334
77	334	102	314
78	314	103	344
79	323	104	286
80	314	105	334
81	323	106	411
82	334	107	314
83	385	108	229
84	314	109	411
85	334	110	323
86	344		
87	314		
88	334		
89	378		
90	344		
91	314		
92	314		
93	323		
94	344		
95	323		
96	334		
97	323		
98	286		
99	344		
100	314		

En seguida hice un breve estudio en personas operadas en las cuales el sodio puede presentar variaciones. Pues la reposición y mantenimiento de  $H_2O$  y electrolitos en el paciente quirúrgico ha sido en estos últimos años un punto de interés.

El principio es la vigilancia constante durante la administración de líquidos para asegurar al organismo sus demandas de  $H_2O$ , Na y K.

El paciente quirúrgico pierde electrolitos por 3 vías: vómitos que depletan cloruros con pérdida compensativa de Na y  $H_2O$ . diarreas que producen una deficiencia en  $H_2O$  y Na, por fistulas entéricas (biliar, pancreático, del intestino delgado, etc.)

En los pacientes quirúrgicos cuando la pérdida es predominante de cloruros, hay un exceso de sodio que se combina con el bicarbonato para mantener el equilibrio iónico en el compartimiento extracelular, en estas circunstancias una reacción anormal de alcalosis puede añadirse al cuadro de deficiencia de electrolitos.

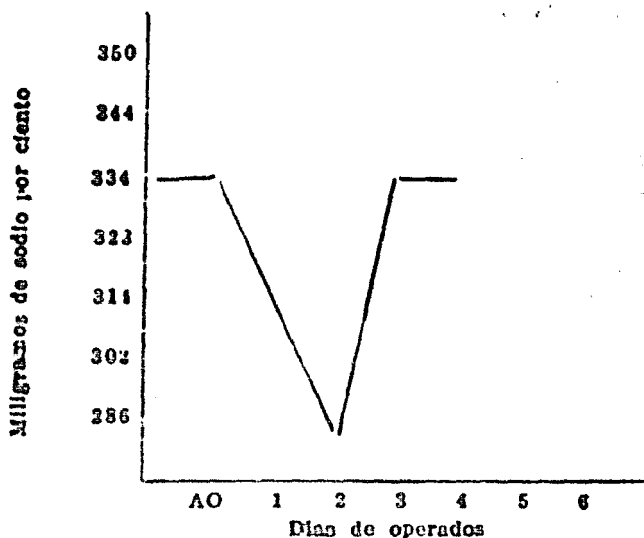
A continuación se encuentran los casos quirúrgicos, los cuales están representados por medio de gráficas.

Iniciales del nombre del Sr. R. C.

Diag.—Cáncer del esófago.

Operación Practicada: Toracotomía exploradora. Gastrostomía tubo valvular.

Edad 37 años.

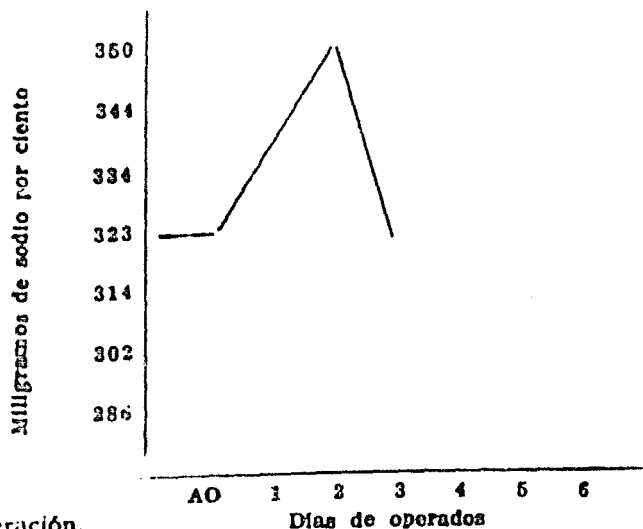


Iniciales del nombre Sr. S. L.

Diag. Cáncer del Ciego.

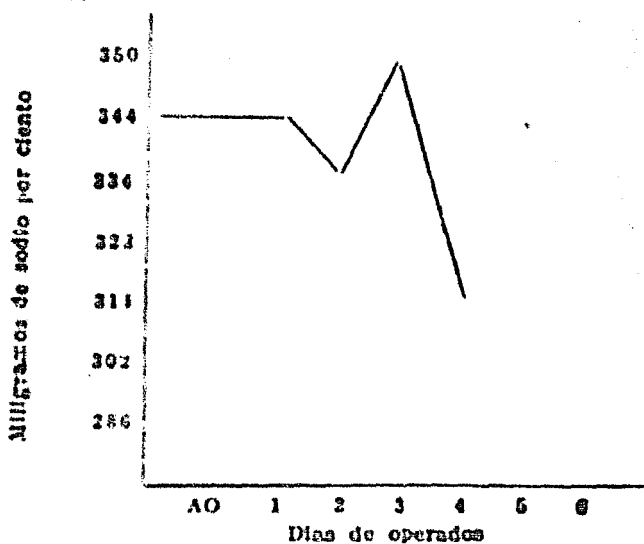
Operación practicada: Coleptomía derecha.

Edad 47 años.

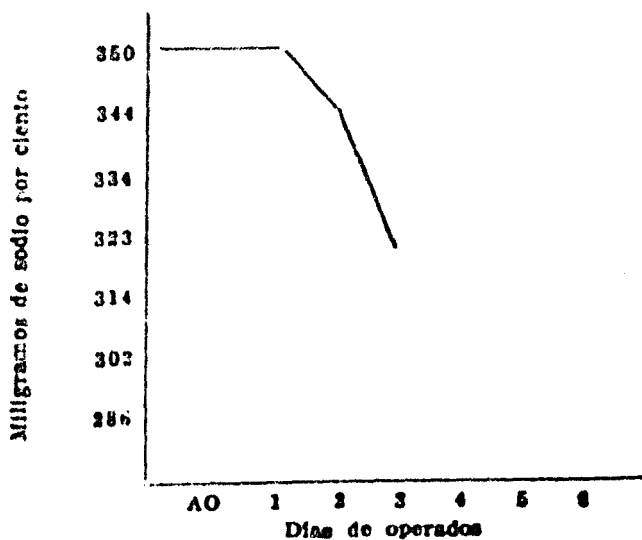


A. O. significa  
antes de la operación.

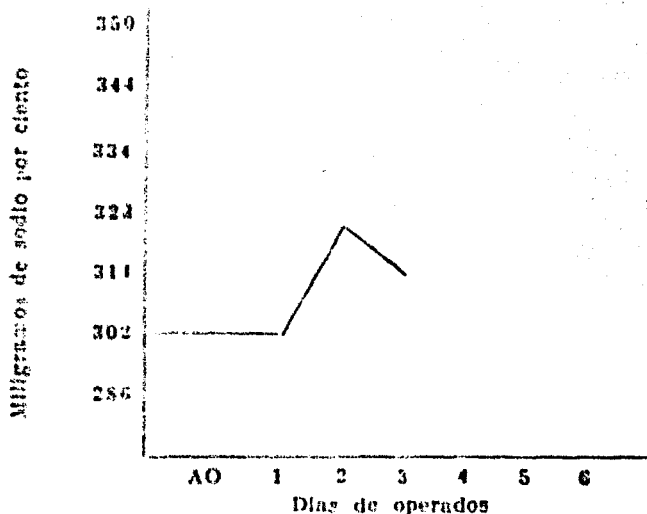
**iniciales del nombre.—Sra. L. B.**  
**Diag. Ulcera del Duodeno.**  
**Operación practicada: Gastrostomía**  
**Edad.—34 años.**



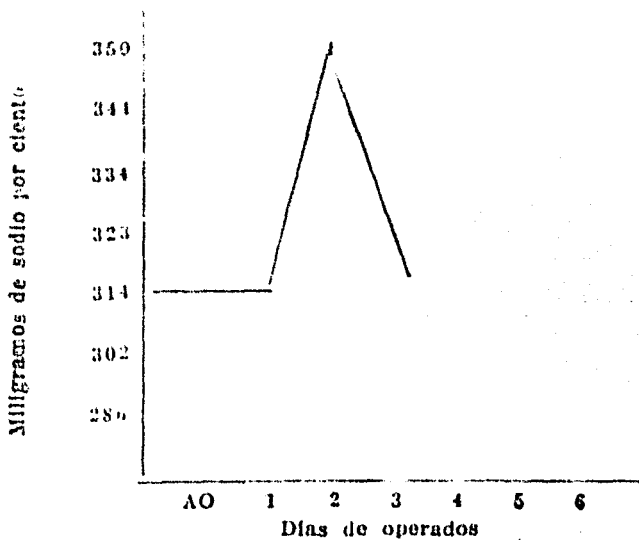
**iniciales del nombre.—Sra. A. G.**  
**Diag. Carcinoma Rectal (Broders I)**  
**Operación practicada.—Resección Abdomino perineal**  
**del Recto.**  
**Edad 49 años.**



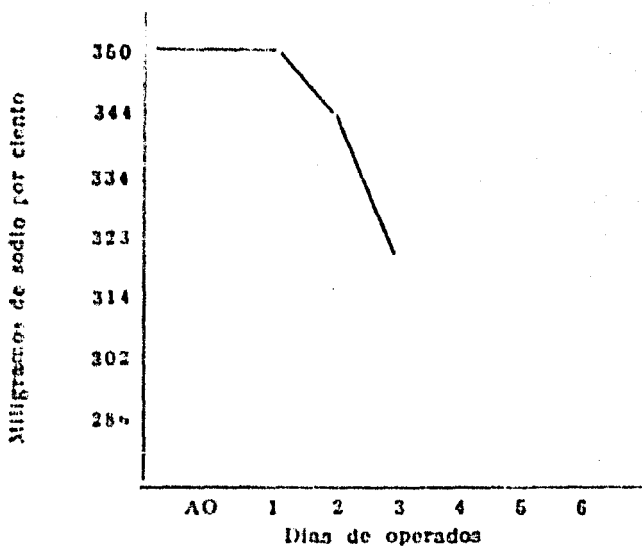
Iniciales del nombre.—Srta. M. N. I.  
Diagnóstico: Apenécitis.  
Edad 32 años.



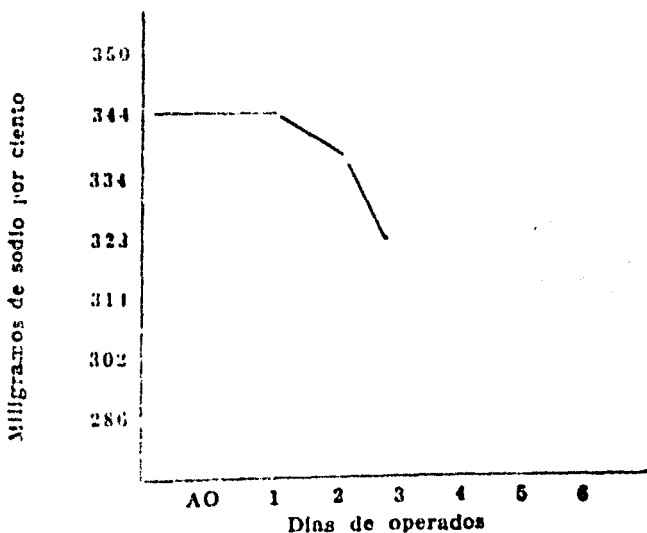
Iniciales del nombre.—Sr. E. F.  
Diagnóstico: Bocio con hipertiroidismo, metabolismo basal 37.  
Operación: Tiroidectomía.  
Edad 34 años.



Iniciales del nombre.—Srta. M. R. P.  
 Operación de Vesícula.  
 Edad.—63 años.

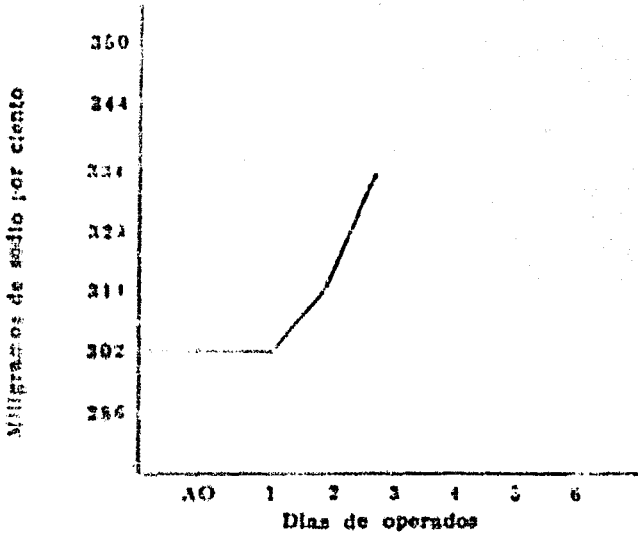


Iniciales del nombre.—Sr. D. M. L.  
 Diagnóstico: Litiasis vesicular, apendicitis crónica, hepatitis intestinal incipiente y retención biliar.  
 Operación: Colectostomía y Coledoctomía y Apendicectomía.  
 Edad 52 años.

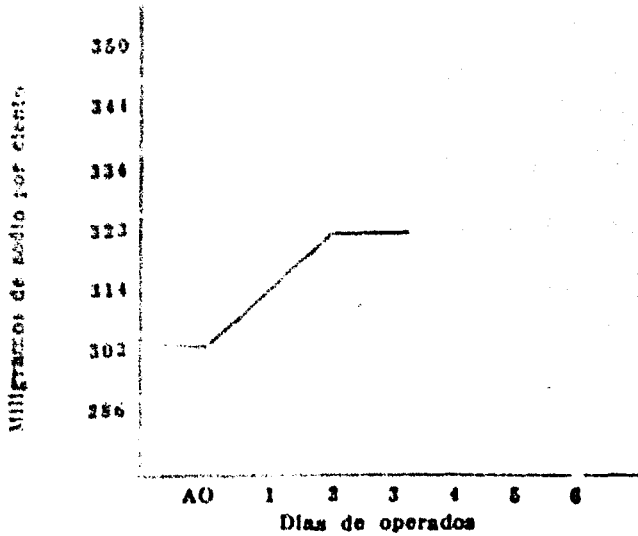




Iniciales del nombre.—Sr. M. B.  
Operación de Vesícula.  
Edad 36 años.

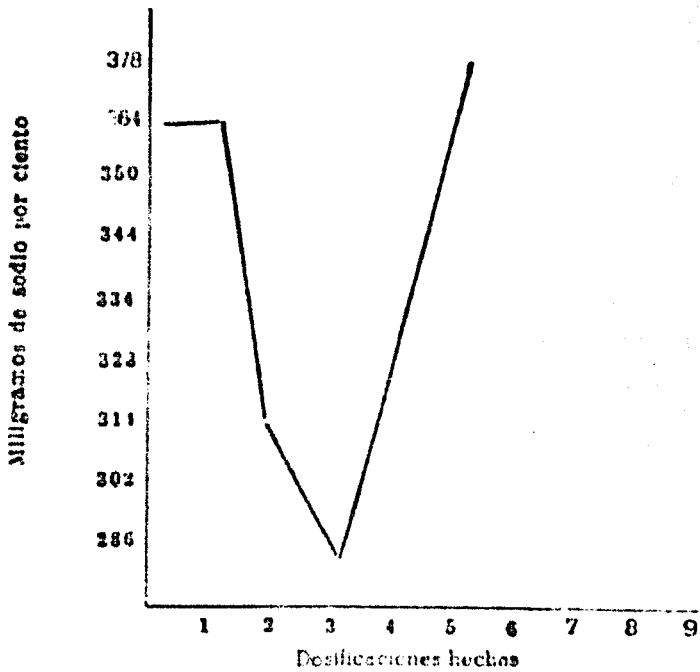


Iniciales del nombre.—Sr. R. M.  
Operación: Gastrectomía.  
Edad 28 años.



Inclui aqui el caso de un Eritema nodoso.

Iniciales del nombre.—M. L. A. de A.



En el periodo en que la natremia fué baja, el estado general de la enferma fué sumamente grave.

## CONCLUSIONES

**Se dispone de un método fotocorimétrico sencillo y suficientemente exacto para las necesidades clínicas.**

**Este método ofrece las siguientes ventajas:**

**Es mucho más rápido que los métodos antes expuestos.**

**Los reactivos usados duran bastante tiempo sin descomponerse y no necesitan prepararse al momento de usarse.**

**En los casos quirúrgicos observados no se presentó ningún trastorno de gravedad debido al desequilibrio electrolítico.**

## BIBLIOGRAFIA

- 1.—Tratado de Química Normal y Patología de la Sangre, por Leonida Corona.
- 2.—Diagnóstico Clínico de los Análisis de Laboratorio Kolmer I-II.
- 3.—Bioquímica de la Enfermedad de Bodonsky y Bodonsky.
- 4.—Diagnóstico Clínico por el Laboratorio Todd Sanfood.
- 5.—Manual de Bioquímica por Camerón.
- 6.—Lumetrón. Prorolt Corporation.
- 7.—Anales Terapéuticos.

Comunicación Personal.

Dr. Florentino Badial Jr.

Dr. Javier Preciado A.