



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERETARO

FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

## Manejo de Microtécnicas para la Determinación de Electrolitos (Na y K) en Suero en el Laboratorio Clínico Pediátrico

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
QUIMICO BIOLOGO  
PRESENTA  
BEATRIZ JARQUIN CABALLERO  
MARIA TERESA ALTAMIRANO BAUTISTA  
QUERETARO, QRO. 1977

No. Reg. H53605

.. TS

Clas. 615.37

↓ 37 m

---

*Biblioteca Central*  
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO

*A mis padres:*

*Antonio Altamirano C.*

*y*

*Victoria Bautista de A.*

*Que supieron alentarme en el transcurso de mi  
carrera con su gran amor y comprensión.*

*Biblioteca Central*

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

*A mi hermano*

*Juan*

*por su apoyo y cariño*

*a mis sobrinos*

MARIA TERESA

*A mis padres:*

*Gustavo Jarquín A.*

*y*

*Carmen Caballero de J.*

*Quienes con su amor me han sabido guiar  
a lo largo de mi vida.*

*A mis hermanos:*

*Amalia*

*Alicia*

*Gustavo*

*Ma. del Carmen*

*Por su gran cariño.*

*BEATRIZ*

*A nuestros maestros*

*a nuestros amigos y compañeros*

*y a todas aquellas personas que  
de una forma u otra contribuyeron  
a nuestra formación profesional.*

*CONTENIDO.*

- I       INTRODUCCION.*
- II       HISTORIA Y GENERALIDADES.*
- III      PATOLOGIA.*
- IV      TECNICA DE LABORATORIO.*
- V       TRABAJO DE LABORATORIO.*
- VI      CONCLUSIONES.*
- VII     BIBLIOGRAFIA.*



*CAPITULO I .*

## SUMARIO.

En este trabajo se hicieron determinaciones de Na y K en suero en niños hospitalizados cuya edad está comprendida desde recién nacidos hasta 12 años. La determinación fue realizada en un Fotómetro de Llama adaptando una macrotécnica a una microtécnica. En los niños mayores de 7 años se hicieron comparaciones con dos diluciones distintas, y en los niños menores y lactantes sólo se hizo la microtécnica. Dándonos resultados satisfactorios.

## INTRODUCCION.

El líquido corporal está formado principalmente de agua y algunas sustancias disueltas llamadas electrolitos. Los electrolitos son sustancias que en solución acuosa se disocian en iones y poseen capas eléctricas de igual valor y signos opuestos. Los de carga positiva reciben el nombre de cationes y los de carga negativa, aniones.

El sodio y el potasio son los principales cationes del líquido corporal; cualquier cambio en ellos causa alteraciones graves en las funciones corporales, como: parálisis, trastornos cardiacos y alteración de la corteza suprarrenal.

Por las causas anteriores es importante su determinación clínica, anteriormente era difícil llevar a cabo este análisis pero en los últimos años se ha utilizado con buenos resultados la Fotometría de Llama que tiene la ventaja de ser un método rápido, sencillo y eficaz. Sin embargo esta determinación, estaba enfocada hacia los adultos inicialmente sin tomar en cuenta que los trastornos en el agua y los electrolitos

tos son frecuentes en los niños. Según estadísticas una de -- las principales causas de mortalidad infantil son las deshi-- drataciones.

Uno de los principales problemas a los que se enfrenta -- el Químico en cualquier análisis en pediatría es la toma de -- muestra, dada la dificultad de extraer gran cantidad de ella. Y debido también a que las venas de un lactante no se encuen-- tran con la misma facilidad que las de un adulto, y a veces -- hasta las del adulto se dificultan por encontrarse colapsa-- das.

De aquí la necesidad de implantar el manejo de las micro técnicas. En este trabajo se tiene por objeto demostrar que -- se puede adaptar una macrotécnica a una microtécnica con bue-- nos resultados.

Este trabajo fue realizado en el laboratorio del Q.F.B. Jorge Carlos Hernández de Diego bajo su asesoría y con la ayu-- da valiosísima del Dr. Luis Márquez Alegría - Pediatra de la Clínica Alcocer Pozo, el Dr. Casimiro Ferrusquía - Subdirec-- tor del Hospital Civil y el Dr. Luis G. Concha Malo - Pedia-- tra del mismo Hospital.

*CAPITULO II.*

## HISTORIA Y GENERALIDADES.

### HISTORIA.

A principios del presente siglo el ejercicio de la Medicina era en gran parte empírico. Los médicos seguían la filosofía empírica que desde Locke hasta Hume atribuían el origen de todo conocimiento a la experiencia y la observación, sin tomar en cuenta la ciencia y la teoría.

En el Siglo XIX se establecieron las bases de los conocimientos modernos del metabolismo de agua, electrolitos e ión hidrógeno. Pero sólo fue en los últimos 25 años cuando se prestó atención a los trastornos de agua y electrolitos. El interés de estos temas fue especialmente vivo entre 1950 y 1960. Se comprendió por fin que los trastornos de los líquidos corporales representan el denominador común de un sinfín de enfermedades; que todos los enfermos graves son candidatos a uno o varios de estos trastornos; que también pueden sufrirlo muchos pacientes con padecimientos leves y que la vida o la muerte de muchos enfermos depende de como se resuelva los problemas planteados por las alteraciones de los líquidos corporales.

La determinación de electrolitos es una de las funciones importantes del laboratorio clínico. El progreso fue obstaculizado por la falta de métodos adecuados para su determinación. En estos últimos años sin embargo se ha podido disponer de varios instrumentos que facilitan la determinación analítica.

En los últimos 20 años los métodos de análisis por Foto-

metría de Llama para determinar concentraciones de átomos en los más distintos materiales han experimentado una considerable proporción gracias a su gran especificidad y rapidez.

La Fotometría de Llama es un método con el que se alcanza sensibilidades hasta de 0.0002 p.p.m. de Na.

Los primeros escritos describiendo el uso de la espectroscopía de absorción atómica en el análisis de material clínico ( en este caso suero sanguíneo) eran de Willis los cuales aparecieron en 1960. Estos dan una discusión detallada en la determinación de Ca, Mg, Na, y K. Medida rápida y exacta de niveles de suero de estos elementos, particularmente los dos últimos son de gran importancia médica.

Para la determinación de estos elementos se encuentran diversos micrométodos y macrométodos basados en espectrofotometría, espectografía de emisión, espectrofotometría de llama análisis por activación neutrónica, espectroscopía de absorción atómica y análisis coulumbimétrico.

## GENERALIDADES.

Los electrolitos son componentes esenciales de toda la materia viva y entre ellos figuran los electrolitos mayores  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CHO}_3^-$ ,  $\text{HPO}_4^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , al igual que los elementos en indicios  $\text{Fe}^{2+,3+}$ ,  $\text{Cu}^{+,++}$ ,  $\text{Mn}^{2+,4+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+,6+}$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Zn}^{++}$ ,  $\text{Br}^-$  e  $\text{I}^-$ . Aunque aminoácidos y proteínas en solución llevan también carga eléctrica en Química Clínica se clasifican de ordinario aparte de los electrolitos. Los electrolitos mayores ocurren primariamente como iones libres mientras que los elementos en indicios ocurren de manera primaria en alguna combinación especial con proteína y por eso también con frecuencia se clasifican aparte.

Los electrolitos desempeñan múltiples papeles en el cuerpo humano. Casi no hay ningún proceso metabólico que no dependa o no sea afectado por los electrolitos.

Entre las funciones de los electrolitos se encuentran las siguientes:

- 1.- El mantenimiento de la presión osmótica y de la hidratación de los diversos compartimentos líquidos del cuerpo.
- 2.- Mantenimiento del pH apropiado en el cuerpo.
- 3.- Regulación de la debida función del corazón y otros músculos.
- 4.- Excitabilidad del sistema nervioso y en la coagulación sanguínea.
- 5.- Intervienen en reacciones de óxido-reducción (transferen

cia  $\rightarrow$  electrones).

6.- *Participan como parte esencial o co-factores de enzimas.*

7.- *Son necesarios para la actividad secretora de algunas - glándulas.*

Los cationes más importantes de la sangre en los tejidos son cuatro: Sodio (Na), Potasio (K), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg). Las concentraciones relativas de estos elementos varían según los tejidos y líquidos aún cuando la cantidad de electrolitos totales de los mismos, medidos por la presión osmótica, es bastante uniforme. Por ejemplo: en las células el potasio es la base predominante, mientras que en el plasma sanguíneo y otros líquidos extracelulares el sodio es más abundante (ver figura 1).

A continuación resumiremos algunas de las características de los elementos Na y K.

#### Sodio:

##### Funciones:

Es el principal catión del líquido extracelular, representa el 90% de todos los cationes extracelulares por lo tanto es el ión más importante que necesita ser regulado. Dentro de sus funciones se encuentran:

1.- *Mantenimiento de la presión osmótica de los líquidos del cuerpo protegiendo de este modo al organismo contra las pérdidas excesivas de líquido.*



COMPOSICION QUIMICA DE LOS ELECTROLITOS  
EN LOS DIFENTES ESPACIOS.

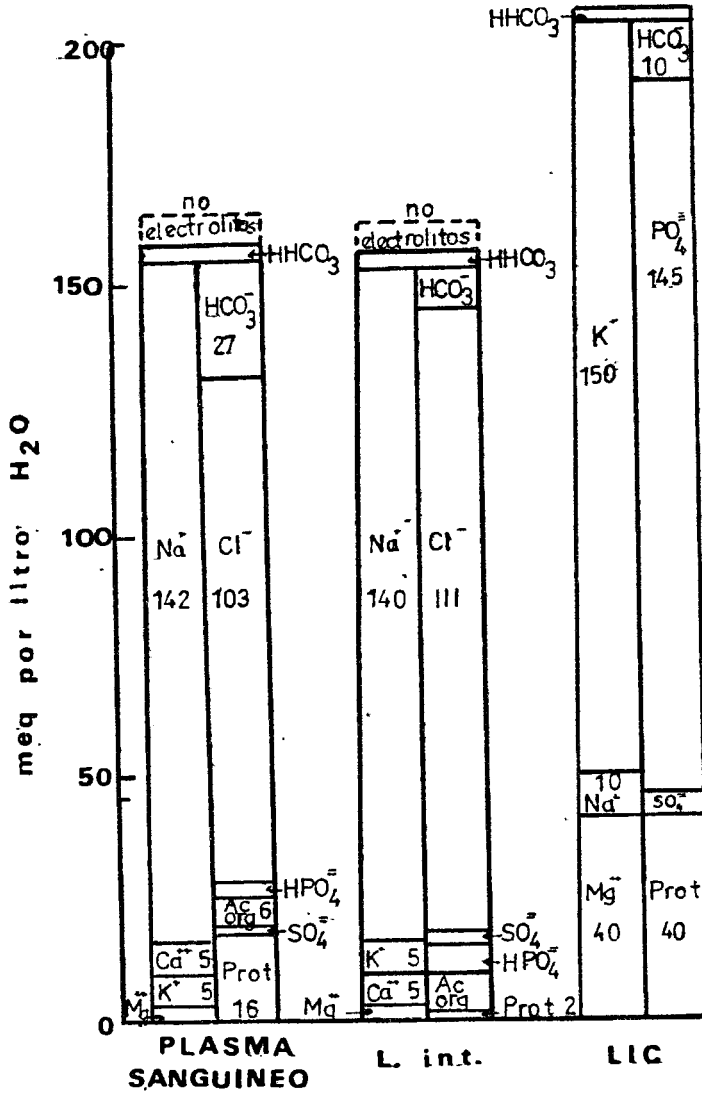


FIG. 1

- 2.- *Preservar la excitabilidad normal de los músculos y la permeabilidad de las células.*
- 3.- *Se encuentra asociado en gran parte al cloro ( Cl ) y bicarbonato (  $\text{CHO}_3$  ) en la regulación del equilibrio ácido-básico.*

#### *Requerimientos y Fuentes:*

*La dieta diaria normal contiene aproximadamente de 5 a 15 gr. de cloruro de sodio (NaCl). La principal fuente de sodio es el cloruro de sodio utilizado para cocinar, además del que ya contiene los alimentos ingeridos. Por lo tanto se estima que se ingieren diariamente cerca de 10 gr. de NaCl (4 gr. de Na). Además de los alimentos salados, el contenido de Na es alto en el pan, queso, almejas, ostras, galletas, germen de trigo y granos enteros, relativamente altos en Na son los alimentos como las zanahorias, coliflor, apio, huevos, legumbres, leche, nuez, espinaca, nabos, avena, ciruela y rábanos.*

*El Na es una sustancia con un umbral renal normal de 110 a 130 meq./lt.*

#### *Distribución:*

*El sodio total del organismo en un hombre adulto sano es en promedio 60 meq./kg. de peso corporal. El 50% de Na del organismo es extracelular, el 40% se encuentra en el hueso y el 10% es intracelular.*

El Na puede dividirse en fracciones intercambiables y no intercambiables. El Na no intercambiable representa 48 meq./kg. de peso corporal y se encuentra casi todo en el óseo.

### Regulación de la Concentración:

Los riñones y la corteza suprarrenal aseguran un mecanismo específico de regulación de sus concentraciones. El Na es filtrado inicialmente por los glomérulos y reabsorbido hasta de 80 a 85% en la porción proximal y en cierto grado también en la porción distal de los túbulos. La rama descendente del asa de Henle es muy permeable al cloruro sódico, mientras que la rama ascendente tiene un poderoso mecanismo de transporte para eliminar cloruro sódico. Por lo tanto cada vez que el cloruro sódico es transportado saliendo del asa ascendente casi inmediatamente penetra en la rama descendente. El Na puede ser reabsorbido casi totalmente sin que pase prácticamente a la orina; por otra parte puede ocurrir que grandes porciones de Na no sean reabsorbidas y se pierdan con la orina. La cantidad exacta de sodio reabsorbido depende principalmente de la concentración en los líquidos corporales de aldosterona hormona producida por la corteza suprarrenal. Hay básicamente tres tipos de hormonas corticoadrenales y son:

a).- Las mineralocorticoides.

b).- Glucocorticoides.

c).- Hormonas andrógenas.

Los mineralocorticoides actúan sobre los túbulos renales

aumentando la reabsorción del sodio. El más importante de los mineralocorticoides es la aldosterona a la que se atribuye -- aproximadamente el 95% de toda la reabsorción de sodio causada por esteroides suprarrenales y que tiene una potencia por lo menos 30 veces mayor para estimular la reabsorción del sodio que cualquier otro esteroide suprarrenal.

La aldosterona ha aumentado la reabsorción de sodio en todos los segmentos del sistema tubular; pero en la práctica su acción en las ramas ascendentes en las asas de Henle, los túbulos distales y los túbulos colectores es más importante -- que en los túbulos proximales y los segmentos delgados de las asas de Henle. En ausencia de aldosterona casi no se reabsorbe nada de sodio en los segmentos distales del sistema tubular. Por otra parte en presencia de un exceso de aldosterona casi todo el sodio que alcanza estos segmentos es reabsorbido.

Por lo tanto la presencia o ausencia de aldosterona hace que se pierdan o no cantidades muy importantes de sodio en la orina.

La intensidad de secreción de aldosterona puede aumentar considerablemente por cualquier combinación de los siguientes estímulos:

- 1.- Disminución de la concentración de Na en los líquidos extracelulares.
- 2.- Concentración extracelular elevada de potasio.
- 3.- Disminución del volumen sanguíneo o del gasto cardiaco.
- 4.- Situación física de alarma causada por traumatismo, quema

dura, etc.

La hormona antidiurética ayuda a mantener la osmolaridad de los líquidos orgánicos entre límites muy precisos (270 a - 290 mOsm/lt.), regulando la eliminación o reabsorción de agua a nivel de los túbulos distales y colectores.

Un cambio en la presión osmótica tanto en el agua extracelular como en la del interior de la célula, se acompañan de paso del líquido del sitio de menor presión osmótica hacia el de mayor presión, de lo que resulta un cambio en el volumen de del agua extracelular.

Esta ley de la presión osmótica rige muchos de los cambios de agua y electrolitos que ocurren en el organismo, tanto en condiciones normales como patológicas. Así tenemos que la diferencia relativa en la presión osmótica de los líquidos intra y extracelular, es estímulo para la mayor o menor liberación de la hormona antidiurética (ver figura 2).

Las vías normales de excreción de sodio son la orina, -- las heces, la piel y las lágrimas. Aproximadamente el 95% de sodio que pierde el cuerpo se excreta por la orina. El sodio se absorbe fácilmente por lo cual el contenido en las heces -- es muy pequeño.

*Potasio:*

*Funciones:*

El potasio constituye el principal catión del líquido -- intracelular pero es también un constituyente muy importante del extracelular debido a la influencia que tiene sobre la --

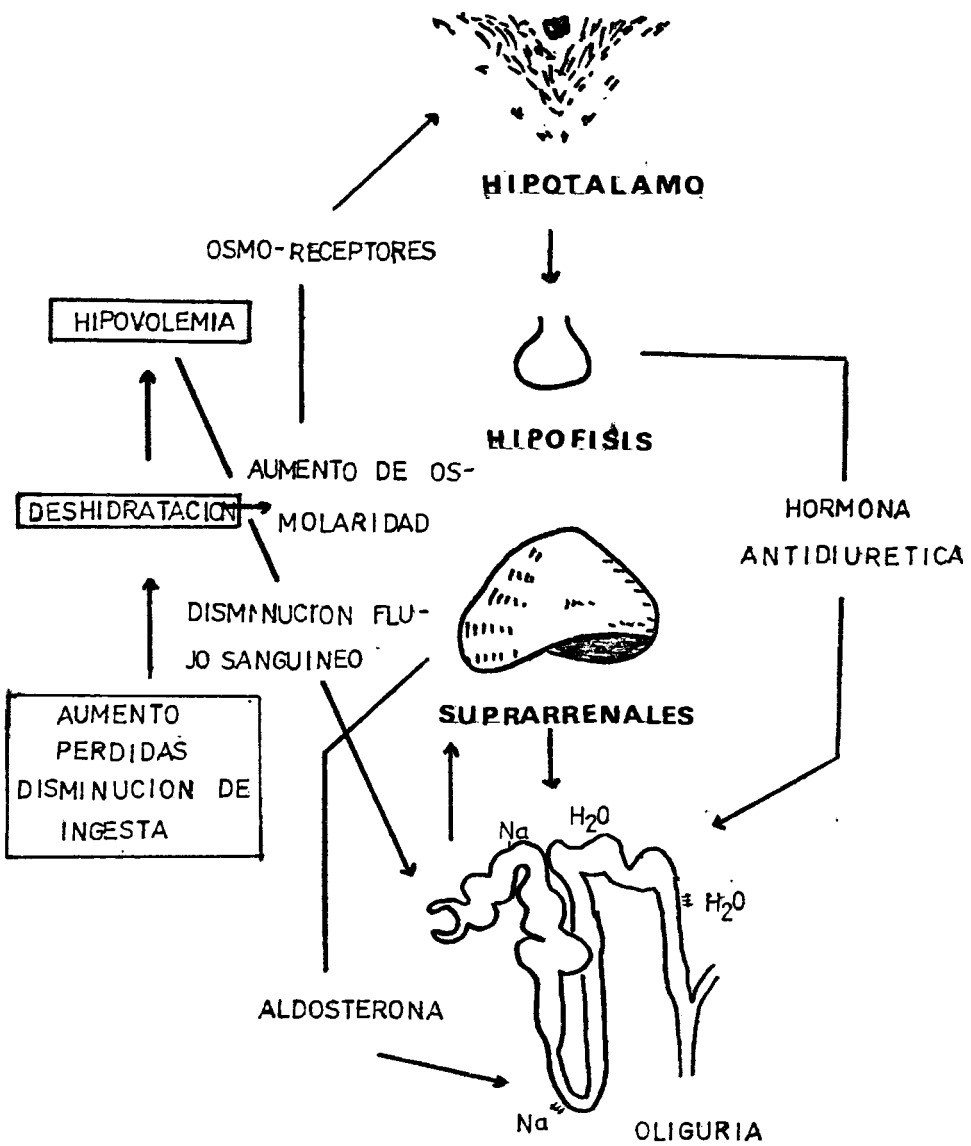


FIG. 2

actividad muscular especialmente sobre el miocardio. Dentro de las células funciona como el sodio del líquido extracelular es decir sus funciones son:

- 1.- Regular el equilibrio ácido-básico.
- 2.- Regular la presión osmótica incluyendo a la retención de agua.

#### *Requerimientos y Fuentes:*

El aporte normal del potasio en los alimentos es aproximadamente 4 gr. al día. Existe tan ampliamente distribuido -- que es muy poco probable que pueda producirse una deficiencia excepto en algunos estados patológicos.

Un elevado contenido de potasio se encuentra en los siguientes alimentos: (de 300 a 600 meq./ración): carne de ternera, de pollo, hígado de res, carne de res y de cerdo, albaricoques secos, duraznos secos, plátanos, jugos de naranja, mandarina y piña, calabaza, papas y coles de brusélas. Hay -- otros alimentos con alto contenido de potasio, pero también -- de sodio.

#### *Distribución:*

El potasio total en el organismo de un hombre joven sano es alrededor de 45 meq./kg. de peso corporal. Este potasio es casi todo intracelular. Solamente se encuentra 2% (60 meq.) -

en el líquido extracelular. A diferencia del sodio prácticamente todo este potasio es lábil y susceptible de intercambio. La concentración de potasio en el suero, el líquido intersticial y la linfa es bajo, de 3 a 5 meq./lt.

#### *Regulación de la Concentración:*

*El potasio una vez absorbido por el tracto intestinal es eliminado parcialmente dal plasma por filtración glomerular y luego es casi por completo reabsorbido por los túbulos. A diferencia de sodio y cloruros, sin embargo es eliminado luego de modo eficaz por los túbulos distales. No hay nivel de umbral para potasio.*

*La concentración de potasio se regula en dos formas:*

- 1.- Por un método de retroalimentación de aldosterona para controlar la concentración de potasio, que funciona exactamente en forma opuesta a la que sirve para regular el sodio.*
- 2.- Por secreción directa de potasio con los túbulos distales y tubos colectores cuando la concentración de potasio en el líquido extracelular se hace demasiado elevado.*

*El mecanismo de retroalimentación de aldosterona para controlar la concentración de potasio es el siguiente:*

*Cuando la aldosterona provoca retención de sodio en los túbulos distales y colectores, esto hace que grandes cantidades de iones positivos sean transferido desde los túbulos ha-*



cia los líquidos peritubulares. En consecuencia se desarrolla una fuente electronegativa en los túbulos (de -40 a -120 milivoltios) que atrae iones potásicos positivos desde las células tubulares hacia el interior de los túbulos con lo cual se provoca una secreción pasiva de potasio en la orina. Así se origina un intercambio de iones de potasio por iones de sodio en los túbulos distales y ese intercambio se multiplica por la influencia de la aldosterona. Para completar el ciclo de retroalimentación una concentración elevada de potasio en el líquido extracelular aumenta la intensidad de aldosterona. La aldosterona entonces aumenta simultáneamente la reabsorción de sodio y la eliminación de potasio reduciendo el potasio nuevamente hacia un valor normal.

Así pues, el mecanismo de retroalimentación de aldosterona controla la proporción de sodio y potasio y los líquidos extracelulares.

Eliminación de potasio como respuesta directa a un incremento de potasio en el líquido extracelular.

Además del mecanismo de aldosterona para controlar la concentración de potasio en el líquido extracelular, un aumento de dicha concentración tiene efecto directo desde los túbulos distales y colectores provocando la secreción de potasio hacia el líquido tubular. Esto se supone resulta del siguiente mecanismo.

Un aumento de la concentración de potasio en las células epiteliales de los túbulos distales y colectores. Esto a su vez, aumenta las cantidades de potasio que pueden difundirse penetrando en los túbulos. Por influencia de la electronegatividad en los túbulos, el potasio es secretado pasivamente.

Los efectos combinados del mecanismo de retroalimentación de la aldosterona y el mecanismo directo de secreción de potasio hacen que la concentración de potasio en los líquidos extracelulares se conserven exactamente en  $f$  a 5 meq./lt. y raramente suba o baje más del 10%.

Las vías normales de eliminación de potasio son: la piel y la orina.

#### Importancia del potasio y sodio en el equilibrio ácido-básico.

Los iones sodio y potasio son importantes en la regulación renal del equilibrio ácido-básico porque los hidrogeniones son sustituidos en el túbulo renal por sodio y potasio. - El potasio es más importante que el sodio porque el bicarbonato de potasio es la principal solución amortiguadora inorgánica intracelular.

*CAPITULO III .*

## PATOLOGIA.

*La alteración de agua y electrolitos son más frecuentes en niños que en adultos. Aunque su diagnóstico y tratamiento se parezcan mucho en ambos grupos existen diferencias importantes, tanto más pronunciadas cuanto más pequeño sea el niño. El médico pediatra debe conocer la fisiología de los pulmones los riñones, el tubo digestivo y las glándulas endocrinas del niño.*

*Una diferencia evidente y fundamental en un niño pequeño y un adulto es el tamaño. Sin embargo, el niño no es propiamente un adulto miniatura, pues la composición de su organismo y sus regulaciones homeostáticas difieren de las del adulto. Es conveniente comparar dichas composiciones y revisar -- las características más notables de la homeostasia y el metabolismo del niño.*

*La mayor riqueza relativa en agua del organismo del lactante no siempre lo protege contra una gran pérdida de líquido. Por lo contrario, el lactante está expuesto al déficit de volumen líquido que el adulto pues ingiere y excreta un volumen diario de agua relativamente mayor. Un lactante puede intercambiar cada día la mitad de su líquido extracelular, en tanto que el adulto intercambiará sólo la sexta parte del suyo en el mismo intervalo. Por lo tanto, la reserva del líquido corporal es relativamente menor en el lactante que en el adulto. El recambio diario de líquido es proporcionalmente -- mayor en el lactante, en parte porque su metabolismo es dos -- veces más rápido por unidades de peso.*

### *Hiposodemia:*

*Se entiende por hiposodemia un déficit de sodio en el organismo y tiene gran importancia clínica, porque si traduce una natropenia del organismo conduce a la "Deshidratación" Secundaria, con uremia, acidosis y colapso (síndrome de falta de sal). La hiposodemia puede ocurrir según los siguientes -- mecanismos y causas:*

*1.- Depleción salina: Ya sea por déficit de aporte o por pérdidas excesivas:*

*a).- En todos los procesos que cursan con una excesiva eliminación o pérdida de secreciones ricas en electrolitos. - Así la sudoración exagerada, acompañada de simple restauración acuosa, las pérdidas por vómitos, fístulas, diarreas profusas, preparación pre y pro operatorias, etc. En general podemos decir que dentro del tubo digestivo - cuanto más alta sea la pérdida de líquidos (vómitos de origen gástrico) menor será la pérdida de bases y mayor la de aniones cloro. En cambio a medida que descendemos (páncreas) la secreción entérica se invierten los términos y la hiponatremia es la acentuada.*

*b).- Acidosis en general.*

*c).- En general en los enfermos que reciben una dieta libre de cloruro de sodio en forma prolongada, especialmente - si toman además un diurético por ejemplo insuficiencia - cardiaca, enfermedades renales, hipertensión arterial, - etc.,*

d).- En el recién nacido existe un "síndrome de pérdida salina" con hiponatremia grave, que puede confundirse con -- una hipertrofia congénita del píloro y en realidad corresponde a un síndrome adrenogenital por un defecto enzimático que bloquea la formación de cortisol y permite sólo la producción de andrógenos.

2.- Hiponatremia por retención tisular de sales:

Suele ser fugaz y de escasa intensidad: (enfermedades -- infecciosas: meningitis meningocócicas, fiebre reumática etc.).

3.- Hiponatremia por dilución debido al exceso de agua.

a).- Existe una forma "refractoria" al tratamiento de insuficiencia cardíaca grave, en la que sin pérdidas salinas se comprueba una hiponatremia. Se trata posiblemente de una hiponatremia por dilución en la que la retención acuosa supera a la salina, otros piensan que obedece a una emigración intracelular del sodio extracelular por déficit de la "Bomba del sodio" en las células a resueltas de la hipoxia.

b).- En los cuadros con hipersecreción de hormona antidiurética

c).- En el post operatorio, por desplazamiento de agua intracelular y relativa retención renal.

### *Hipernatremia:*

*Es francamente rara. En general el riñón sano se basta para mantener la sodemia dentro de sus cifras normales. Puede ocurrir sin embargo en los siguientes casos:*

- 1.- Administración intempestiva de suero salino hipertónico.*
- 2.- Falta de agua y no de electrolitos (deshidratación simple) como en la supresión de toda bebida.*
- 3.- Hemoconcentración del shock.*
- 4.- Fiebres altas en niños, en sudoración y vómitos.*
- 5.- En el síndrome de Conn (hiperaldosteronismo primario) donde se acompaña de hipopotasemia.*

### *Hipopotasemia:*

- 1.- Pérdida excesiva de potasio:*
  - a).- Vía digestiva: vómitos repetidos, obstrucción intestinal fistulas (intestinal, biliar o pancreática), diarrea (en recién nacidos) y disentería.*
  - b).- Vía renal: en ciertas nefropatías (acidosis renal, por déficit congénito de reabsorción de bicarbonato).*
  - c).- Alcalosis metabólica en el post operatorio y en traumatismos graves.*

d).- *Factores corticoadrenales: como secreción excesiva endógena adrenocortical, terapéutica exógena con esteroides adrenales o corticotropina, etc.*

e).- *Uso de diuréticos.*

2.- *Por paso a los tejidos:*

*Párdlisis familiar periódica (enfermedad de cavaré durante el ataque paralítico).*

3.- *Por déficit de absorción o administración.*

#### *Hiperpotasemia:*

*Su gravedad estriba en el peligro de paro cardiaco o fibrilación ventricular.*

1.- *Insuficiencia renal aguda en fase anúrica u oligúrica. #  
En la crónica si la deshidratación es marcada.*

2.- *En toda uremia extrarrenal.*

3.- *Shock trasfucional por hemólisis extravascular masiva de la sangre incompatible.*

4.- *Insuficiencia suprarrenal.*

5.- *Administración parenteral excesiva de sales de potasio.*



*CAPITULO IV .*

## TECNICAS EMPLEADAS.

### A. TOMA DE MUESTRA.

#### 1).- Sitios:

Las muestras de sangre deben obtenerse en condiciones -- uniformes. Las obtenidas por la mañana antes del desayuno, o después de un ayuno de 12 a 14 horas, representan con bastante exactitud las condiciones basales. Tienen además la ventaja de permitir la realización del análisis en el mismo día. -- Se puede obtener las muestras sanguíneas de tres sitios:

#### Arterias:

La sangre arterial es principal para cualquier estudio -- del equilibrio ácido-básico. Se tomará la sangre solamente -- cuando el sujeto este relajado y su respiración no se halle -- alterada por la emoción de la punción arterial.

#### Capilares:

La sangre capilar obtenida mediante la punción prolongada de un lecho capilar dilatada es practicamente equivalente a la sangre arterial.

**Venas:**

*La sangre venosa se emplea generalmente para la determinación habitual de los electrolitos.*

**2).- Postura:**

*Todo sujeto reposara acostado por lo menos durante 15 minutos antes de la extracción de sangre. Los cambios de la posición vertical a la horizontal y viceversa producen oscilaciones de los líquidos corporales.*

**3).- Estasis venosa:**

*En muchos de los métodos químicos para el análisis sanguíneo se aclara "extraer la sangre sin producir éstasis". Muchas veces se ha mencionado el empleo de un torniquete y la éstasis resultante como causa de hallazgos de laboratorio -- erróneos. Se ha afirmado que se puede hallar cifras elevadas de potasio debido a la éstasis y al ejercicio con el antebrazo. Mill y Murphy concideran que estos hallazgos son debidos al método de éstasis empleado, lo que provoca una grave isquemia de las extremidades y hallan poco aceptable que ello pueda ocurrir en la extracción de sangre de rutina. Llegaron a la conclusión a través de sus investigaciones que el empleo de un torniquete con constricción moderada pero suficiente, y el ejercicio ligero no alteran de manera significativa los re*

sultados del análisis.

4).- Técnica de la punción:

Se utiliza cuando bastan pequeñas cantidades de sangre -- o cuando la punción venosa resulta difícil, por ejemplo en -- lós niños y en caso de quemaduras externas. Como nuestro trabajo esta aplicado a pediatría decidimos utilizar esta técnica en nuestro estudio.

Existen tres lugares para la punción:

a).- Lóbullo de la oreja.

b).- Yema de lós dedos.

c).- En los lactantes se usa el talón.

Cualquiera que sea el lugar escogido debe uno cercionarse primero de que los tejidos estan tibios para estar seguro de que los vasos cutáneos estén dilatados y la sangre fluya libremente. De no ser así, se obtiene poca sangre de composición muy distinta a la sangre venosa debido, bien sea a concentración por éstasis, a dilución con líquidos intersticiales (presión) o ambas causas. En el caso de las manos y los pies la inmersión en agua a 40°C durante 5 minutos seguido -- por un secado rápido con una toalla caliente mejora la circulación. Esto es necesario ya que pudimos observar que la mayoría de los pacientes tienen sus tejidos fríos y la sangre no fluye libremente.

El lugar de elección se frota luego con una solución de cloruro de benzalconio que se deja evaporar. Se hace una punción de 2 a 3 mm. con una aguja o lanceta desechable. La primera gota de sangre que salga se desecha porque contiene líquido hístico y se coge la segunda para su examen. Si no está seca la piel en el sitio del pinchazo la sangre no formará una gota redondeada al brotar. La sangre no debe exprimirse, para no diluirla con líquido de los tejidos pero si puede hacerse un poco de presión a alguna distancia del pinchazo. Cuando aparezca una gota grande de sangre se toca la gota con la punta del tubo capilar, el cual se mantiene ligeramente inclinado respecto de la posición horizontal. La sangre entra en el tubo por capilaridad. El tubo se llena casi todo dejando sólo espacio para taparlo con plastilina, se debe tener cuidado de evitar la introducción de burbujas de aire.

Una vez sacada la sangre necesaria se aplica al lugar del pinchazo una almohadilla de gasa o de algodón humedecida en un antiséptico y se aprieta ligeramente hasta que deje de salir sangre.

#### B. TRANSPORTE Y SEPARACION DEL SUERO.

Una vez tapados los tubos se colocan en tubos de ensaye para ser transportados al Laboratorio Clínico, donde se llevará a cabo la separación del suero. Para la centrifugación de la muestra se recomienda una centrifuga horizontal de balanceo libre, pues los tubos capilares se rompen con facilidad o de ellos escapa la sangre en una centrifuga angular.

Cuando se ha separado el suero, el tubo se raya con una

lima y se rompe por encima de la línea de unión coágulo y suero y se sigue la técnica para la determinación de los electrolitos. Cuando han de retardarse los análisis también se separa coágulo-suero y el tubo con el suero se vuelve a tapar y se refrigera como en los macrométodos de 4 a 5°C. hasta analizarlo o bien congelar a -20°C si se va a tardar más de 4 horas en hacerlo.

La separación de la sangre es muy importante efectuarla en seguida, hay que evitar el contacto prolongado de suero -- con las células sanguíneas debido al paso de sustancias entre células y suero por ejemplo: los leucocitos y plaquetas liberan potasio durante la retracción y coagulación.

La hemólisis puede interferir en varios métodos químicos y por ello ha de evitarse. Varios componentes del suero entre ellos potasio están presentes en grandes cantidades en eritrocitos de modo que la hemólisis elevará significativamente los valores hallados para estas sustancias.

### C. FOTOMETRIA DE LLAMA.

El Fotómetro de Llama es indispensable para la medición de sodio, potasio, calcio, magnesio y litio. Debido a que presenta ventajas sobre otros métodos, su uso se ha generalizado en los laboratorios clínicos para efectuar la determinación de estos electrolitos.

Existen diferentes Fotómetros de Llama, los hay desde manuales hasta los totalmente automatizados. El automatizado se utiliza en laboratorios de instituciones donde se analice un

gran número de muestras diariamente porque de otro modo sería incosteable debido a su elevado precio. El Fotómetro manual - se utiliza en laboratorios pequeños ya que la determinación - de electrolitos no es rutinaria y además efectuar gran cantidad de muestras sería cansado y tardado.

El aparato que nosotros utilizamos fue el Fotómetro de Llama modelo Coleman 21 unido a un instrumento auxiliar de medición que fue el espectrofotómetro Coleman Juniro. Este aparato es manual (ver figura 3 ).

La limpieza del aparato juega un papel muy importante debido a que:

Con el simple polvo el capilar del atomizador de la muestra se puede obstruir y no dejar pasar la muestra; por lo que se debe limpiar con un alambre fino introduciendolo siempre - de abajo hacia arriba y limpiar alrededor del capilar.

Después de trabajar las muestras pueden quedar residuos en la pantalla cilíndrica por lo que recomendamos limpiar - con un cepillo suave periódicamente.

#### 1).- Bases de la Fotometría de Llama.

El principio en que se basa la Fotometría de Llama implica la excitación de electrones de un átomo por la energía calorífica de una llama. Los electrones inestables en ese estado de energía más elevado o excitados ceden su energía en exceso al ambiente al pasar del estado de energía más alto (excitado) a un estado de energía más bajo. Si la energía se di-

sipa como luz, la luz puede consistir de un nuevo nivel o más de un nivel de energía y por ello puede poseer diferentes longitudes de onda. Estas longitudes de onda diferentes o líneas son los espectros de los átomos y son característicos de cada elemento. La longitud de onda que ha de usarse para la medición de un elemento - como en espectrofotometría - depende de la selección de una línea de intensidad suficientemente fuerte para dar sensibilidad suficiente. Depende también de la presencia o ausencia de otras líneas que pueden interferir a la longitud de onda escogida o cerca de ella.

Los metales alcalinos se excitan con relativa facilidad en la llama del mechero de uso común en el laboratorio. El litio da color rojo a la llama, el sodio color amarillo, el potasio color violeta, etc. Estos colores son característicos - de los átomos del metal, presentes como cationes en soluciones.

Bajo condiciones constantes y reguladas, la intensidad de la luz de la longitud de onda característica producida por cada uno de los átomos es directamente proporcional al número de átomos que emiten energía, el cual es a su vez directamente proporcional a la concentración de la sustancia que interesa la muestra. Así la Fotometría de llama se presta bien a mediciones directas de la concentración de algunos metales.

Un Fotómetro de Llama consta esencialmente de seis partes:

- 1.- Reguladores de presión con medidores de flujo para los gases combustibles.
- 2.- Atomizador.



- 3.- *Mechero.*
- 4.- *Sistema óptico.*
- 5.- *Detector fotosensible.*
- 6.- *Instrumento para indicar o registrar la salida del detector.*

*Reguladores de presión y medidores de gasto:*

*Hay que instalar calibradores adecuados indicadores de la presión o velocidad de flujo reinantes durante el funcionamiento del instrumento, que permitan efectuar los ajustes debidos cada vez que se halla de utilizar el Fotómetro. Generalmente basta un manómetro de 10 libras para el combustible y - el oxígeno y uno de 25 libras para el aire.*

*Atomizadores:*

*Tienen la misión de introducir la muestra lítuida en la llama a una velocidad estable y reproducible. Ha de ser inata cable por las soluciones corrosivas así como resistente y fácil de limpiar. Los atomizadores son de dos clases:*

- 1.- *Los que introducen el rocío en una cámara condensada con el fin de separar las gotas gruesas.*
- 2.- *Los que introducen el rocío directamente en la llama.*

**Mechero:**

*El requisito primordial del mechero es que proporcione - una llama estable cuando se le suministre el combustible y el oxígeno o aire, a presión constante.*

**Sistema óptico:**

*La función del sistema óptico es recoger la luz procedente de la parte estable de la llama, hacerla monocromática y enfocarla después sobre la superficie fotosensible del detector.*

**Detector fotosensible:**

*En la Fotometría de Llama cualquier aparato fotosensible sirve como detector. El detector debe dar una respuesta en la porción del espectro que se va a utilizar y tener la sensibilidad suficiente para la tarea que va a realizar.*

*El tubo fotometromultiplicador es el detector preferido para los espectrofotómetros de llama. Estos tubos son mucho más sensibles que el simple fototubo y permiten hacer uso de una mayor resolución espectral con el consiguiente aumento en el grado de aislamiento de la energía radiante.*

*Equipo de registro:*

La elección del instrumento idóneo para indicar o registrar la salida del detector fotosensible depende en gran medida, del tipo del detector utilizado y de la sensibilidad de presión deseadas.

*Llamas:*

La llama ordinaria de gas del alumbrado-aire, sólo tiene la energía suficiente para excitar una docena de elementos, principalmente los alcalinos y los alcalinoterreos. Las llamas sólo excitan unos cuantos rayos de cada elemento y ésta es una de las ventajas de la Fotometría de Llama. Es también menos difícil establecer condiciones de excitación reproducibles con la llama y obtener, por lo tanto determinaciones cuantitativas exactas.

*Espectros metálicos:*

Cuando se pulveriza una solución en el interior de la llama ocurre en rápida sucesión los siguientes fenómenos:

- 1.- El agua u otro disolvente se evapora, dejando diminutas partículas de sal o mezcla de sales.
- 2.- A la temperatura elevada de la llama, es posible que se -

verifique una descomposición u otras reacciones químicas.

- 3.- Las sales o sus productores de descomposición se evaporan y también pueden descomponerse en los átomos o radicales constituyentes.
- 4.- Los vapores de los átomos metálicos, o de las moléculas -- que contienen el átomo metálico son excitados entonces -- por la energía atómica de la llama.

El proceso de la excitación resulta del ascenso de un -- electrón a un nivel más alto de energía, seguida por la pérdi da de una cantidad discreta de ella en forma de energía ra-- diante cuando el electrón vuelve a caer a su posición origi-- nal o a un nivel de energía inferior. El espectro de emisión de un átomo particular depende de la concentración de los ato mos en la llama como de la disposición de los niveles de ener gía electrónicos, del método de excitación y de las vicisitu des posteriores de los átomos excitados.

#### Fondo de llama:

No hay espectro característico que puede ir asociado con la llama de un determinado combustible. El espectro depende -- en gran manera de las condiciones de la llama, principalmente de la razón combustible-oxígeno y de la temperatura.

#### Presiones óptimas de gas:

Una variación de la proporción entre el combustible y el

oxígeno afecta la temperatura y las dimensiones de la llama.- Las presiones que producen la máxima intensidad de emisión de una banda o línea de análisis varían algo, dependiendo del elemento, de su concentración y de la longitud de onda usada en la medición.

#### **Interferencias:**

La emisión de iones metálicos es afectada por la presencia de otros elementos. El error producido puede ser positivo o negativo y su cuantía depende de la concentración e identidad de los elementos que intervienen. Puede llegar al detector energía de otras longitudes de onda que no interesa medir.

#### **Interferencia de la radiación:**

La presencia de otros iones o sustancias que emiten energía radiante por sí mismas en la región espectral que se examina afecta el espectro de emisión de los elementos bajo análisis. El efecto principal es rebajar la cantidad de radiaciones emitidas por el ión que se mida, aunque hay sustancias que aumentan esa emisión, la magnitud del efecto depende de la temperatura de la llama, de la velocidad a la que se efectúa la atomización y de la proporción entre la concentración de la sustancia interferente y la del elemento que se trata de medir. El potasio y el sodio se incrementan mutuamente, pero el acrecentamiento no es proporcional a su concentración.

### *Intensidad de la emisión versus concentración:*

*El procedimiento de la calibración de un Fotómetro de llama por un metal dado, en ausencia de interferencias es el siguiente:*

*Con la llama en las condiciones debidas y los filtros adecuados en su sitio o el monocromador ajustado a la longitud de onda correcta se introduce en el nebulizador, agua desmineralizada y se pone a cero el galvanómetro o el dispositivo medidor. Una vez establecido el cero se introduce el estándar para tener la máxima altura sobre la escala. Se van introduciendo varios estándares de concentración más baja y se anotan las respectivas lecturas. Sobre un sistema de coordenadas se llevan estas lecturas como ordenadas, versus y las concentraciones como absisas, construyendo así la curva de calibración. Estas lecturas deberán rectificarse antes y después de analizar una serie de muestras y si el número de muestras es grande, se insertarán los estándares en la serie.*

*Idealmente la curva de calibración debe ser una recta, pero en la práctica suele ser una curva. Una de las causas de ello es la absorción parcial de la emisión por átomos no excitados del mismo elemento.*

*La Fotometría de Llama puede realizarse por dos métodos:*

*a).- Método de estándar directo.*

*b).- Método de estándar interno.*

*Método de estandar directo:*

*Se determina la emisión de solamente un elemento, y se obtienen los valores problema mediante una curva estandar.*

*Método de estandar interno:*

*Emplea otro elemento que está en todas las soluciones a una concentración constante y el instrumento establece una comparación de la emisión del elemento deseado con la emisión de elemento de referencia. Ese elemento de referencia debe estar ausente de los materiales biológicos, debe tener una intensidad de emisión francamente elevada y emitir a una longitud de onda que pueda separarse adecuadamente a partir de los elementos problemas. El litio satisface admirablemente estas condiciones y se emplea universalmente como elemento de referencia.*

*Se ha trabajado mucho sobre el problema de interferencia pero no se ha conseguido ningún acuerdo. Afortunadamente la concentración de los diversos iones en el suero no varía demasiado de modo que es una práctica general ignorar cualquier efecto de interferencia.*

*La muestra a analizar preparada en forma de solución se introduce pulverizada en la llama bajo condiciones controladas. La luz procedente de la llama pasa por un monocromador que aísla la región deseada del espectro y con una fotocelda y un medidor o amplificador electrónico se mide la intensidad de la radiación aislada. Una vez calibrado cuidadosamente el*

fotómetro con soluciones de composición y concentración conocidas, es fácil relacionar la intensidad de una determinada raya espectral de la sustancia desconocida con la cantidad -- del elemento presente que emite la radiación particular. El -- recurso de la pulverización de la solución permite que la -- muestra se distribuya por todo el cuerpo de la llama introduciendo en ella todo el problema o una porción representativa. De esta manera se evitan muchas de las dificultades que -- presenta el arco o la chispa.

#### D. TECNICAS.

##### 1).- Material:

Matraces aforados de 10 ml.

Vasos de precipitado de 10 ml.

Micropipetas de 50 lambas.

Fotómetro de Llama Colema 2l.

Espectrofotómetro.

Cable para conectar el Fotómetro de Llama.

Escala de lectura directa para Na y K.

Filtros de Na y K.

Balanza analítica.



*Estufa.*

*Desecador.*

2).- *Reactivos:*

*Sterox al 0.02%*

*Patrones Sigma Na y K para calibrar el Fotómetro de Llama.*

3).- *Material Biológico:*

*0.05 ml. de suero.*

4).- *Procedimientos para análisis de fluidos biológicos.*

a).- *Preparación de reactivos:*

*En el caso de no contar con patrones comerciales de concentración conocida se pueden preparar de la siguiente manera*

*Reactivo Estandar de Na - 250 meq./lt.*

*En una balanza analítica pesar 7.306 gr. de NaCl que ha*

sido secado a  $125^{\circ}\text{C}$ . por media hora y colocado en un deseca--  
dor. Disolver en agua destilada en un matraz volumétrico de -  
500 ml.

Llenar a la marca con agua destilada y mezclar bien. Al-  
macenar sólo en pyrex o en botellas de polietileno.

Reactivo Estandar de Na - 25 meq./lt.

Con una pipeta volumétrica medir exactamente 50 ml. del  
reactivo anterior en un matraz volumétrico de 500 ml. Llenar  
a la marca con agua destilada, mezclar bien y almacenar sólo  
en pyrex o en botellas de polietileno.

Reactivo Estandar de K - 10 meq./lt.

En una balanza analítica pesar 0.7475 gr. de KCl que ha  
sido secado a  $125^{\circ}\text{C}$  por media hora y colocado en un desecador  
Disolver en agua destilada en un matraz volumétrico de 100 --  
ml.

Llenar a la marca con agua destilada y mezclar bien. Al-  
macenar sólo en pyrex o en botella de polietileno.

Solución Patrón de 1.5 meq./lt. de Na, 0.05 meq./lt  
de K y Sterox al 0.02%

Ponga exactamente 60 ml. del reactivo estandar de Na 25

meq./lt., 5.0 ml. del reactivo estandar de K - 10 meq./lt. en un matraz volumétrico de 1000 ml. adicione 20 ml. de sterox - al 1% y afore con agua destilada.

b).- Ensayos previos:

En la técnica del Coleman para la determinación de sodio con dilución 1:200 y de potasio con dilución 1:50 se ajusta - el cero con blanco (sterox); y para la determinación combinada de sodio y potasio con dilución 1:100 se ajusta el cero -- con aire; nosotros ajustamos de las dos maneras para observar la variación existente entre ambos ajustes y notamos que fue mínima la diferencia, pero preferimos el blanco por su mayor estabilidad.

Para la calibración del aparato hicimos comparaciones -- con los patrones preparados y con los patrones comerciales, - tomando como referencia un suero de concentración conocida - - (labtrol) dandonos los dos patrones la misma lectura. Preferi<sup>u</sup>mos los patrones comerciales por su fácil adquisición, bajo - precio y por el tiempo que se ahorra en la preparación de estos.

Una vez escogidas las formas de calibración procedimos - a las diluciones del suero:

Hicimos diluciones 1:100, 1:200 y 1:500 utilizando para la primera 0.25 ml. de suero diluidos a 25 ml. de sterox - - (0.02%) y 0.1 ml. de suero diluidos a 10 ml. de sterox al -- 0.02%; en la segunda dilución usamos 0.05ml. de suero dilui-- dos a 10 ml. de sterox al 0.02% y en la ultima dilución utili

zamos 0.02 ml. de suero diluyendo también a 10 ml. de sterox al 0.02%. Estas diluciones fueron hechas con cinco sueros diferentes. Encontramos que las lecturas en las diluciones -- 1:100 y 1:200 nos daban valores muy parecidos (ver tabla). La dilución 1:500 se encuentra en blanco porque el aparato que -- utilizamos no alcanza a dar la lectura para tan pequeña con-- centración.

En un principio nos pareció más acertado la dilución -- 1:100 donde se utiliza 0.1 ml. de suero por ser la dilución -- indicada en el instructivo y además porque esta cantidad de -- suero se nos hacia pequeña y satisfactoria; pero al llevarlo a la práctica nos encontramos con el problema de que la toma de muestra por punción y con lactantes es difícil de extraer la cantidad de sangre necesaria. Por lo tanto nos decidimos -- mejor a usar la de 0.05 ml. de suero, los cuales se pueden ex traer sin molestias al pequeño y sus valores son confiables.

c).- Determinación combinada de Na y K  
en una misma muestra de suero:

Ponga 0.05 ml. de suero en un matraz volumétrico de 10 -- ml. y afore con solución de sterox al 0.02%. Vacíe en un vaso de precipitado de 10 ml. etiquetando con el número de mues-- tra.

Trabaje el patrón a la misma dilución que el suero, afo-- rando con solución de sterox al 0.02%. Vacíe en un vaso de -- precipitado de 10 ml. etiquetando con "P" (patrón).

Como blanco se utiliza la solución de sterox al 0.02%. --

T A B L A

MUESTRA	CANTIDAD DE SUERO							
	0.25 ml.		0.1 ml.		0.05 ml.		0.02 ml.	
	Na meq/lt	K meq/lt	Na meq/lt	K meq/lt	Na meq/lt	K meq/lt	Na meq/lt	K meq/lt
1	136	4.5	137	4.5	138	4.4	-	-
2	136	4.5	138	4.6	139	4.6	-	-
3	144	4.2	144	4.3	146	4.4	-	-
4	140	4.2	139	4.2	142	4.2	-	-
5	142	3.6	142	3.9	144	3.7	-	-

Vaciándolo en un vaso de precipitado de 10 ml. y etiquetándolo.

Conecte el Fotómetro de Llama y el espectrofotómetro con sus respectivas clavijas y una las dos aparatos introduciendo el cable. Saque un cm. el porta cubeta de plástico del espectrofotómetro, gírelo ligeramente y deposítelo nuevamente en su compartimento, debe quedar un poco afuera, asegúrese que no hay paso de luz, tápelo, cierre los controles del espectrofotómetro y del Flamómetro. Déjelo calentar 15 minutos.

Abra la toma de gas y encienda. Inmediatamente abra la toma de oxígeno y lentamente lleve hasta 1 Kg. y regule la flama a fin de obtener un cono azul intenso de 1 cm. de altura.

Coloque el filtro de Na en la ranura del filtro con el símbolo Na hacia el operador, empuje firmemente hacia abajo hasta el tope de la actividad dotométrica. Coloque el ajuste grueso cerca del final contrario a las manecillas del reloj y aproximadamente a la mitad el ajuste fino, coloque la perilla del control de estabilidad enfrente de la ranura del filtro a 10.

Ponga un vaso de precipitado conteniendo blanco en el portador de la muestra del Fotómetro de Llama, cierre la puerta y eleve el vaso en posición de atomizado, gire la perilla de la puerta en sentido de las manecillas del reloj.

Con los controles fino y grueso del BLK en el Fotómetro de Llama coloque la aguja del galvanómetro en cero a un lado de la escala (extremo izquierdo, de la escala).

Abra la puerta, remplace el blanco con un vaso que con--

tenga patrón. Atomice este reactivo colocando la aguja del galvanómetro a 150 meq./lt. en la escala roja de lectura directa de Na con los controles fino y grueso del GALV. en el instrumento de medición.

Repita colocando el blanco y reajuste las manecillas del galvanómetro exactamente a cero con los controles del BLK. Si la lectura salta o fluctua debido a la luz de Na visible en la flama, una más estable pero lenta lectura puede hacerse por giración de la perilla del control de estabilidad, enfrente de la ranura del filtro a 20. Reajuste cuidadosamente a cero después de este cambio por colocación repetida de éste.

Repita colocando el patrón y ajuste las manecillas del galvanómetro exactamente a 150 meq./lt. con los controles fino y grueso del GALV.

Reemplace el vaso del patrón colocando la muestra. Atomice ésta solución y apunte la concentración de Na en meq./lt. leyendo directamente en la escala.

Limpie el atomizador por atomización de solución de sterox al 0.02% de 10 a 15 se.

Reemplace el filtro de Na por el filtro de K.

Gire el control grueso del GALV. 1/8 de vuelta según las manecillas del reloj. Con los controles fino y grueso del BLK ponga la aguja del galvanómetro en cero, con el blanco.

Ponga el patrón y con los controles fino y grueso del GALV coloque la aguja del galvanómetro a 5.0 meq./lt. en la escala de K de lectura directa.

Compruebe si el ajuste es correcto atomizando varias ve-

ces los reactivos blanco y patrón.

Remplace el vaso del patrón por el del contenido de la muestra y atomice.

Lea la concentración de  $K$  directamente de la escala de lectura directa.

Atomice con sterox al 0.02% por 10 seg. limpiando el atomizador.

Para apagar el aparato quite el capuchón, gire la llave del oxígeno hasta que deje de pasar el oxígeno, cierre inmediatamente el gas.

#### E. CIFRAS NORMALES.

La concentración total de solutos en los líquidos del organismo no se modifican con el desarrollo; por lo tanto la concentración de  $Na$  en el suero, índice de la relación entre el agua y los solutos no se modifica durante la infancia. Sin embargo el potasio sérico es más elevado en los niños. Las altas concentraciones de potasio en suero no suelen durar más que el primer mes de vida.

#### Valores Normales:

$Na$ : 134 a 146 meq./lt.

$K$  : 3.5 a 5.8 meq./lt.



F. UNIDADES.

Al trabajar con los electrolitos de los líquidos del organismo, es preferible expresarlos en meq./lt. para poderlos comparar con facilidad.

Un miliequivalente (meq.) es la milésima parte del equivalente gramo o peso equivalente.

El peso equivalente de una sal se calcula dividiendo el peso molecular por el producto del número de iones metálicos o de radicales en la molécula por la valencia del ión o del radical.

G. REPORTE.

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre del Paciente: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Determinación de Electrolitos (Na y K) en suero:

Na: \_\_\_\_\_ meq./lt.

K : \_\_\_\_\_ meq./lt.

Cifras Normales:

Na: 134 a 146 meq./lt.

K : 3.5 a 5.8 meq./lt.

Doctor: \_\_\_\_\_ Practicó Q.F.B. \_\_\_\_\_

## H. INTERPRETACION DEL REPORTE.

### Hiposodemia:

Cuando el nivel de Na en sangre está comprendido entre - 130 a 134 meq./lt. puede hablarse de una hiposodemia moderada

Si está comprendida entre 125 a 130 meq./lt. se trata de una hiposodemia importante.

Si está por debajo de los 125 meq./lt. se trata de una hiposodemia grave.

### Tratamiento:

En primer lugar hay que establecer una noción cuantitativa de la situación de déficit, y esto se hace, salvo en los casos en que puede tratarse de una sobre carga hídrica de la forma siguiente:

Supongamos que el nivel de sodio encontrado en suero es de 126 meq./lt.

Como sabemos la cifra normal es de 146 meq./lt.

Así el déficit por litro será:

$$146 - 126 = 20 \text{ meq./lt.}$$

Para conocer la cantidad total a administrar hemos de te

ner en cuenta la cantidad total de litros que contiene esta -  
concentración de sodio.

La cantidad de Na que encontramos en la sangre es la mis-  
ma que existe en el medio interno.

Sabemos que la cantidad total de líquido del medio inter-  
no es aproximadamente la mitad de la cantidad total de agua -  
del organismo.

La cantidad total del agua del organismo es del 80% de -  
peso corporal en un recién nacido.

Por lo tanto, si se trata de un recién nacido de 3 Kg. -  
diremos:

$$\text{Cantidad total de agua} = \frac{3(80)}{100} = 2.4 \text{ lt.}$$

Agua extracelular, la mitad.

$$\frac{2.4}{2} = 1.2 \text{ lt.}$$

$$1.2 \text{ lt. (20 meq./lt.)} = 24 \text{ meq. a reponer}$$

Generalizando la sistemática del cálculo sería:

Déficit de Na/ lt. = Cifra normal de Na en suero - Cifra de -  
Na encontrada.

$$\frac{\text{Peso del sujeto en Kg. (80)}}{100} = \text{Agua del sujeto en lt.}$$

$$\frac{\text{Agua del sujeto en lt.}}{2} = \text{Agua extracelular.}$$

$$\text{Agua extracelular } \left( \frac{\text{Déficit de Na}}{\text{lt.}} \right) = \text{Déficit total de Na.}$$

### *Hipersodemia:*

*Una hipersodemia de 146 a 150 meq./lt. es una hipersodemia moderada.*

*Una hipersodemia de 150 a 160 meq./lt. es una hipersodemia considerable.*

*Una hipersodemia por encima de 160 meq./lt. es una hipersodemia muy grave.*

*La terapéutica es la dilución y eliminación de este sodio.*

### *Hipopotasemia:*

*Una hipopotasemia de 3.5 a 3 meq./lt. es una hipopotasemia moderada.*

*Una hipopotasemia de 3 a 2.5 meq./lt. es una hipopotasemia importante.*

*Una hipopotasemia por debajo de 2.5 meq./lt. es una hipopotasemia grave.*

Calculamos el número de meq./lt. a suministrar multiplicando el déficit/lt. por Kg. de peso.

Estas cifras matemáticas no son tan exactas como las del Na.

### Hiperpotasemia:

Una hiperpotasemia de 5.8 a 6.1 meq./lt. es una hiperpotasemia que puede considerarse moderada.

Una hiperpotasemia entre 6.1 a 7 meq./lt. puede considerarse una hiperpotasemia grave que requiere un tratamiento urgente.

Prácticamente la única causa de la hiperpotasemia es la falta de su eliminación por vía renal.

### Trastornos de los electrolitos en algunas condiciones:

Condición	Na	K
Vómitos (de cualquier origen o aspiración gástrica).	Normal o elevado	Disminuido
Diarrea.	Disminuido	Disminuido
Diabetes no tratada.	Disminuido	Elevado
Enfermos operados.	Normal	Elevado

<i>Condiciones</i>	<i>Na</i>	<i>K</i>
<i>Uremia.</i>	<i>Elevado</i>	<i>Elevado</i>
<i>Aldosteronismo</i>	<i>Elevado</i>	<i>Disminuido</i>
<i>Enfermedad de Addison.</i>	<i>Disminuido</i>	<i>Elevado</i>
<i>Síndrome de insuficiencia respiratoria del recién nacido</i>	<i>Normal</i>	<i>Elevado</i>

CAPITULO V .

## TRABAJO DE LABORATORIO.

Las muestras fueron obtenidas de niños hospitalizados -- que habían recibido tratamiento médico debido a que en la mayoría de los casos no se puede esperar el resultado del análisis clínicio sino que necesitan tratamiento inmediato. Por lo tanto la mayoría de los resultados que obtuvimos cayeron dentro de las cifras normales.

Hicimos una comparación en niños donde era fácil la extracción de la muestra con una dilución de 1:100 y de 1:200.- Para la dilución 1:100 utilizamos 0.1 ml. de suero aforados - 10 ml. con diluyente, y para la dilución 1:200 utilizamos - - 0.05 ml. de suero aforados también a 10 ml. con diluyente obteniéndose los resultados que se exponen en la primera lista.

Al obtenerse resultados satisfactorios en la comparación de las diferentes diluciones sólo se empleo la microtécnica - en los siguientes pacientes enumerados en la segunda lista.



R E S U L T A D O S .

PACIENTE	EDAD	SEXO	D I L U C I O N E S				D I F E R E N C I A	
			1 : 1 0 0		1 : 2 0 0		Na meq/lt	K meq
			Na meq/lt	K meq/lt	Na meq/lt	K meq/lt		
1	8 a.	F	146	3.7	147	3.8	1	0.1
2	11 a.	F	135	5.6	137	5.6	2	0.0
3	7 a.	M	144	5.5	145	5.6	1	0.1
4	7 a.	M	136	5.4	138	5.4	2	0.0
5	9 a.	M	142	4.6	143	4.6	1	0.0
6	12 a.	F	142	4.1	142	4.2	0	0.1
7	10 a.	M	136	4.5	138	4.5	2	0.0
8	8 a.	M	138	4.5	140	4.6	2	0.1

R E S U L T A D O S

PACIENTE	EDAD	SEXO	D I L U C I O N E S				D I F E R E N C I A	
			1:100		1:200		Na meq/lt	K meq/lt
			Na meq/lt	K meq/lt	Na meq/lt	K meq/lt		
9	11 a.	F	144	4.3	145	4.4	1	0.1
10	9 a.	F	140	4.2	142	4.2	2	0.0
11	8 a.	F	128	3.6	129	3.6	1	0.0
12	7 a.	M	135	4.8	136	5.0	1	0.2
13	9 a.	M	141	4.4	142	4.4	1	0.0
14	7 a.	M	140	5.5	140	5.5	0	0.0
15	10 a.	M	137	4.4	139	4.5	2	0.1
16	9 a.	M	140	4.2	140	4.9	0	0.1

R E S U L T A D O S

PACIENTE	EDAD	SEXO	D I L U C I O N E S				D I F E R E N C I A	
			1:100		1:200		Na meq/lt	K meq
			Na meq/lt	K meq/lt	Na meq/lt	K meq/lt		
17	12 a.	M	140	4.6	141	4.6	1	0.0
18	12 a.	M	145	5.0	146	5.0	1	0.0
19	8 a.	M	139	4.0	139	4.2	0	0.2
20	11 a.	M	138	4.2	139	4.3	1	0.1
21	9 a.	M	135	4.0	135	4.0	0	0.0
22	10 a.	F	133	3.4	133	3.4	0	0.0
23	7 a.	F	138	3.5	138	3.5	0	0.0
24	10 a.	M	143	4.6	144	4.6	1	0.0
25	8 a.	F	145	4.4	145	4.4	0	0.0

RESULTADOS OBTENIDOS

PACIENTE No.	EDAD	SEXO	Na meq./lt	K meq./lt
26	2 m.	F	135	4.7
27	7 m.	F	136	4.2
28	3 a. 6 m.	M	144	4.8
29	7 m.	M	129	4.9
30	6 m.	M	145	6.1
31	4 a. 6 m.	M	134	4.3
32	6 a.	F	140	4.6
33	2 a. 2 m.	F	138	4.0
34	1 m.	M	121	4.1

RESULTADOS OBTENIDOS

PACIENTE No.	EDAD	SEXO	Na meq./lt	K meq./lt
36	3 d.	M	144	5.7
37	4 m.	M	136	4.4
38	6 a.	M	138	4.1
39	6 a.	M	143	4.9
40	4 a. 6 m.	M	136	5.0
41	11 m.	M	136	4.8
42	1 a. 1 m.	M	137	5.4
43	1 a.	F	147	4.2
44	1 m.	F	146	5.7
45	1 a. 6 m.	M	135	3.6

RESULTADOS OBTENIDOS

PACIENTE No.	EDAD	SEXO	Na meq./lt	K meq/lt
46	2 a.	M	146	4.9
47	3 a.	M	142	4.5
48	3 m.	F	143	3.7
49	6 a. 6 m.	F	147	3.4
50	7 m.	M	135	3.1
51	5 a.	F	141	3.8
52	4 a. 2 m.	M	146	4.0
53	8 m.	M	145	3.5
54	1 a. 6 m.	F	135	3.7
55	2 a. 3 m.	M	140	5.5

RESULTADOS OBTENIDOS

PACIENTE No.	EDAD	SEXO	Na meq./lt	K meq./lt
56	5 m.	M	138	4.4
57	10 m.	F	136	4.2
58	1 a. 7 m.	M	137	4.6
59	4 a.	M	139	3.6
60	2 a.	F	146	5.6
61	5 a.	M	133	4.7
62	4 m.	M	135	5.0
63	7 m.	F	138	3.5
64	1 a. 7 m.	F	146	3.6
65	5 m.	F	133	5.5

RESULTADOS OBTENIDOS

PACIENTE No.	EDAD	SEXO	Na meq./lt	K meq./lt
66	1 a. 3 m.	F	143	3.5
67	7 m.	M	135	4.4
68	2 a. 6 m.	M	137	5.1
69	6 a.	M	142	4.7
70	4 a.	M	134	3.3
71	6 m.	F	141	4.5
72	8 m.	M	132	3.9
73	9 m.	M	130	4.6
74	5 m.	F.	149	4.7
75	2 a. 3 m.	F	146	4.5



RESULTADOS OBTENIDOS

PACIENTE No.	EDAD	SEXO	Na meq./lt	K meq./lt
76	6 a.	F	142	4.6
77	1 a. 6 m.	M	147	4.8
78	5 a.	F	131	3.3
79	3 m.	F	135	3.0
80	8 m.	M	143	3.6
81	2 a.	M	140	5.0
82	1 a.	F	135	4.1
83	3 m.	F	138	4.2
84	7 m.	F	140	4.3
85	1 a. 7 m.	F	140	4.3

RESULTADOS OBTENIDOS

PACIENTE No.	EDAD	SEXO	Na meq./lt	K meq./lt
86	3 a. 6 m.	F	136	4.0
87	3 m.	F	130	3.6
88	2 a. 3 m.	F	126	4.4
89	1 a. 5 m.	M	141	3.5
90	4 a.	M	138	3.8
91	2 m.	F	145	5.1
92	3 a.	M	146	4.8
93	5 a.	M	137	4.6
94	2 a.	F	142	4.4
95	5 a. 2 m.	M	141	3.8

RESULTADOS OBTENIDOS

PACIENTE No.	EDAD	SEXO	Na meq./lt	K meq./lt
96	11 m.	M	132	3.9
97	5 a.	M	138	4.7
98	9 m.	M	137	3.2
99	6 a.	F	140	4.0
100	4 a.	M	136	3.5

*CAPITULO VI.*

## CONCLUSIONES.

En la toma de muestra vimos que si la lanceta era introducida en forma inclinada se obtenia mayor cantidad de sangre que introduciendola verticalmente, debido a que de la primera forma se rompe mayor número de capilares. Aunque en los niños hospitalizados que son los que verdaderamente requieren el análisis, su manejo se dificulta debido a las molestias propias de su enfermedad, por lo que algunos se encuentran hemocentrados y no se puede obtener gran cantidad de muestra. De aquí que sea necesario el empleo de microtécnicas para utilizar la menor cantidad de muestra posible.

En los ensayos previos para el montaje de la microtécnica notamos:

- a).- Que utilizando el blanco para el ajuste de cero en lugar de aire se tiene una mayor estabilidad en la lectura.
- b).- No. se debe almacenar gran cantidad de patrón diluido con el sterox porque es muy fácil de alterarse. Es recomendable diluir el patrón por lo menos cada semana.
- c).- El aparato es manual por lo que sólo se puede trabajar un reducido número de muestras, además que no se pueden efectuar diluciones menores de 1:200 porque no registra concentraciones muy bajas.
- d).- Si la mezcla de gas-oxígeno no es la adecuada la lectura será completamente inestable.
- e).- Se debe tener cuidado de que no se termine el gas cuando

este abierta la llave del oxígeno porque habrá una explosión que dañará el aparato.

Como se puede observar en los resultados obtenidos al hacer la comparación de macrotécnica y microtécnica en los valores hay una pequeña variación aceptable y en algunos casos - no existe variación. Por lo que se puede deducir que la microtécnica es tan confiable como la macrotécnica.

Para que esta microtécnica sea considerada como una determinación confiable se necesita trabajar con la mayor exactitud posible; debido a que cualquier error en la técnica se multiplicará 200 veces más a causa de la dilución.

Las causas de error pueden ser por:

- a).- Falta de material adecuado: como aparatos de medición -- mal calibrados.
- b).- Limpieza de material: con un jabón libre de electrolitos.
- c).- Agua: debe ser por lo menos bidestilada.
- d).- Patrones: se debe tener cuidado de no contaminarlos con introducción de pipetas y almacenarlos como lo indique el instructivo.

*CAPITULO VII .*

*BIBLIOGRAFÍA.*

- 1.- *Dr. Norbert W. Tietz.*  
*Química Clínica Moderna.*  
*Primera edición 1970.*  
*Editorial Interamericana.*
  
- 2.- *Samuel A. Levinson - Robert P. Mac Fate.*  
*Diagnóstico Clínico de Laboratorio.*  
*Tercera edición 1972*  
*Editorial El Ateneo.*
  
- 3.- *Israel Davidsohn - John Bernard Henry.*  
*Tood - Sanford.*  
*Diagnóstico Clínico por el Laboratorio*  
*Quinta edición 1972.*  
*Editorial Salvat.*
  
- 4.- *Lynch - Raphel - Meller - Sparé Inwood.*  
*Método de Laboratorio.*  
*Segunda edición 1972.*  
*Editorial Interamericana.*



5.- *Alfonso Barcells Gorina.*

*La Clínica y el Laboratorio,*

*Décima edición 1974*

*Editorial Marín.*

6.- *Arthur C. Guyton.*

*Tratado de Fisiología Médica.*

*Cuarta edición 1971.*

*Editorial Interoamericana.*

7.- *Harold A. Harper.*

*Química Fisiológica.*

*Quinta edición 1976.*

*Editorial Manual Moderno.*

8.- *Norma Mellegan Metheny - Dr. William D. Snively.*

*Terapéutica de Líquidos y Electrolitos.*

*Primera edición 1970.*

*Editorial Interamericana.*

9.- *John H. Bland.*

*Metabolismo del Agua y los Electrolitos en Clínica.*

*Segunda edición 1970.*

*Editorial Interamericana.*