



11230
16

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DELEGACION 3 SUROESTE D. F.
CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES
"DR. BERNARDO SEPULVEDA G."
SERVICIO DE NEFROLOGIA

CORRELACION ENTRE OSMOLALIDAD
URINARIA Y GRAVEDAD ESPECIFICA EN
UNA POBLACION DE SUJETOS SANOS

T E S I S

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE POSTGRADO
EN LA ESPECIALIDAD DE NEFROLOGIA

PRESENTA:

DR. JOSE IGNACIO VILLEGAS OCAMPO

TUTOR:
DR. PEDRO TRINIDAD RAMOS



IMSS

MEXICO, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2003



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central

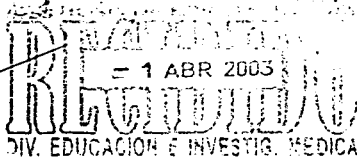


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

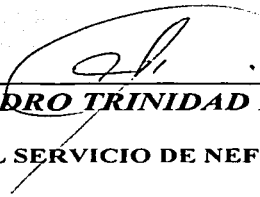
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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.



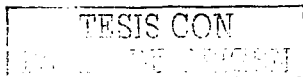
DR. ANTONIO CASTELLANOS OLIVARES

**JEFE DE LA DIVISI3N DE INVESTIGACI3N Y
EDUCACI3N M3DICA CONTINUA**



DR. PEDRO TRINIDAD RAMOS

JEFE DEL SERVICIO DE NEFROLOGIA



**CORRELACIÓN ENTRE OSMOLALIDAD
URINARIA Y GRAVEDAD ESPECÍFICA EN
UNA POBLACIÓN DE SUJETOS SANOS**

TESIS CON
FALLA DE CLASIFICACIÓN

*A mi madre,
a Enrique, a Tania y
a mis abuelos*

TESIS CON
RESERVA DE DERECHOS

In memoriam
Lic. José Ignacio Villegas Pineda
1944-2002

TESIS CON
FACULTAD DE

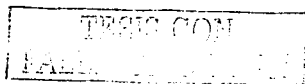
... Medium te mundi posui, ut circumpiceres inde commodius quicquid est in mundo. Nec te caelestem neque terrenum, neque mortalem neque inmortalem fecimus, ut tui ipsius quasi arbitrarius honorariusque plastes et fictor, in quam malueris tute formam effingas...

Pico de la Mirandola
Oratio de hominis dignitate

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Esto sí que es un auténtico misterio – observé - ¿Qué imagina que significa ?
- No poseo datos aún. Es un error capital teorizar antes de poseer datos. Insensiblemente empieza uno a deformar los hechos para que encajen en las teorías, en vez de hacer que las teorías encajen en los hechos...

Arthur Conan Doyle
Escándalo en Bohemia
(Las Aventuras de Sherlock Holmes)



ÍNDICE

<i>Antecedentes</i>	_____	7
<i>Material y métodos</i>	_____	10
<i>Resultados</i>	_____	12
<i>Discusión</i>	_____	28
<i>Referencias bibliográficas</i>	_____	31

TESIS CON
MAY 19 1964

ANTECEDENTES :

La medida de la capacidad de concentración urinaria proporciona información relacionada a la adecuada respuesta renal ante las diversas variaciones en la homeostasis de líquidos (1).

La producción de orina concentrada o diluida se puede resumir en dos elementos básicos : 1) generación y mantenimiento de una concentración de solutos en la médula renal, hipotónica en relación al plasma y, 2) establecimiento de un mecanismo para el equilibrio osmótico entre la médula interna y el líquido del túbulo colector.

La interacción del mecanismo medular de contracorriente, los niveles circulantes de hormona antidiurética (ADH o vasopresina) y el mecanismo de la sed, regulan el metabolismo del agua (2).

Para determinar la capacidad de concentración urinaria se utilizan varios métodos, para lo cual es preciso conocer los principios básicos bajo los cuales se efectúa dicha determinación.

Si dos soluciones acuosas con diferente concentración de partículas son separadas entre sí por una membrana semipermeable, el agua se moverá a través de dicha membrana desde la solución con menor concentración hacia la solución con mayor concentración. El movimiento de agua dependerá de la diferencia en la concentración de partículas y las características de permeabilidad de la membrana. Este movimiento de agua se denomina ósmosis, y la presión necesaria para efectuar este movimiento es conocida como presión osmótica.

En la actualidad, se dispone de varios métodos para estimar la capacidad de concentración urinaria, entre éstos, la osmometría es una técnica que mide la concentración de partículas en solución. La concentración osmolar puede expresarse de dos formas : 1) osmolalidad, expresada como mmol/kg de solvente, y 2) osmolaridad, expresada como mmol/L de solución.

Osmolalidad es un término termodinámicamente más preciso debido a que la concentración de la solución es independiente de la temperatura, en tanto que el término osmolaridad, basado en el volumen, puede mostrar variaciones dependientes de la expansión térmica de la solución (3).

Con fundamento en lo anterior, se puede considerar que las propiedades físicas y la composición química de la orina son sumamente variables y están en gran medida determinadas por la cantidad y el tipo de alimento consumido. La osmolalidad urinaria

depende del número de partículas en soluto, y estas se componen principalmente de urea (73%), cloruro (5.4%), sodio (5.1%), potasio (2.4%), fosfato (2%), ácido úrico (1.7%) y sulfato (1.3%) (2).

La urea es el principal producto final del metabolismo del nitrógeno, y su transporte a nivel renal juega un importante papel en el mecanismo de concentración urinaria. La acumulación de urea en la médula renal contribuye al gradiente de osmolalidad corticopapilar, el cual proporciona la fuerza requerida para la reabsorción de agua (4). Otro mecanismo crucial participante de la concentración y dilución urinaria lo constituyen el transporte de cloruro de sodio y el transporte de potasio (5).

La función básica de este mecanismo es mantener la osmolalidad sérica dentro de un estrecho rango, que va de 285 a 290 mOsm/kg y se mantiene a expensas de una amplia variación entre ingreso y pérdida de líquidos (3). El mantenimiento de dicha osmolalidad es regulado mediante cambios en el volumen total de líquidos, a través de un aumento o disminución en la excreción urinaria de agua, que a su vez está sujeta a la acción de la vasopresina y el desarrollo de la sensación de sed, mecanismos tendientes a prevenir la hipertonicidad del plasma (3,6,7).

En fecha reciente se han reportado otros osmolitos orgánicos que contribuyen a la supervivencia y crecimiento de las células tubulares en la médula, tales como sorbitol, inositol, glicerofosforilcolina y betaína, pero su participación directa en el mecanismo de concentración no se encuentra aún bien definida (8).

Para determinar la función y posibles trastornos del balance de agua se han empleado diversos métodos, de los cuales, la determinación de la osmolalidad constituye el estándar de oro al estimar la capacidad de concentración urinaria, sin embargo este procedimiento no se encuentra disponible con facilidad en la práctica clínica rutinaria (1,9).

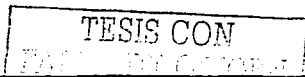
Entre los métodos utilizados para evaluar la capacidad de concentración y dilución urinaria se pueden citar los siguientes :

Osmometría : Osmometría por depresión del punto de congelación y osmometría por presión de vapor.

Tonicidad.

Gravedad específica : Determinación por hidrometría, método de goteo, vibración capilar, refractometría y tira reactiva.

En virtud de la relativa dificultad para efectuar estudio por osmometría en forma habitual, se han efectuado determinaciones mediante los métodos anteriormente descritos, el más



comúnmente empleado es la determinación de la gravedad específica, no obstante, deben de considerarse ciertas diferencias fundamentales.

La gravedad específica es definida como la densidad de una solución en relación al agua, y depende tanto del número como del peso de las partículas de soluto, en tanto que la osmolalidad depende en forma exclusiva de la cantidad de las partículas de soluto (3,10,11). En forma general, se ha planteado que en la orina que no contiene macromoléculas disueltas, la hidrometría, refractometría y osmolalidad reflejan en forma confiable el grado de concentración (12,13), a diferencia de la medición con tira reactiva, la cual ha mostrado resultados contrastantes. Por una parte se considera que la tira reactiva es útil, sin embargo no deben emplearse en casos en los que la necesidad de precisión sea muy relevante (14), por otro lado se encuentran alteraciones significativas en dicha determinación cuando hay elevación del pH, o elevada concentración de glucosa o urea en la orina, por lo que la utilidad de la tira reactiva se limita al empleo en sujetos con dieta normal y sin enfermedades metabólicas (15).

Con base en lo anterior, sugerimos que la medición de la capacidad de concentración y dilución de la orina mediante gravedad específica es un método que guarda correlación clínica con la osmometría (16), salvo aquellos casos en los que exista en forma concurrente diabetes mellitus, síndrome nefrótico, diuresis salina o administración reciente de agentes de contraste radiológico (17,18).

Con fundamento en las anteriores consideraciones, en el presente trabajo se planteó el cuestionamiento si existe correlación entre la osmolalidad urinaria medida por osmometría y la gravedad específica. Asimismo, se intentó valorar cual de las ecuaciones empleadas para el cálculo de osmolalidad plasmática, guarda mayor correlación con la osmolalidad sérica medida.

El objetivo del estudio fue validar la determinación de la gravedad específica medida por refractometría y tira reactiva como una aproximación al nivel de osmolalidad urinaria en sujetos sanos. Por otra parte, se intentó definir cual es la ecuación para cálculo de osmolalidad sérica que tiene la relación más estrecha con la osmolalidad plasmática medida por osmometría.

TESIS CON
FALLA EN CALIFICACION

MATERIAL Y MÉTODOS :

Se estudio un total de 110 sujetos sanos, mayores de 18 años de edad, de ambos sexos, reclutados como potenciales donadores renales en consulta externa de clínica de pretrasplante renal del servicio de Nefrología así como personal de las diversas áreas del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI que cumplió con los criterios de selección y que aceptaron participar en el estudio.

No se incluyeron pacientes con enfermedades crónico degenerativas, diabetes mellitus, presencia de síndrome nefrótico, estados patológicos condicionantes de diuresis salina, administración reciente de agentes de contraste radiológico o empleo de diuréticos; de la misma forma se excluyó a aquellos sujetos en los que se descubrió alguno de los estados patológicos consignados como criterios de no inclusión.

En los sujetos que cumplieron los criterios de selección se procedió a recolectar muestras de orina y de sangre periférica, debiendo efectuarse ambas tomas en forma simultánea. En todos los participantes del estudio se determinaron tanto en orina como en plasma niveles de sodio (Na), potasio (K), cloro (Cl), urea, nitrógeno ureico y osmolalidad. Asimismo se realizó análisis de gravedad específica de la orina mediante refractometría y tira reactiva.

En plasma se midieron adicionalmente niveles de glucosa, ácido úrico, calcio (Ca), fósforo (P), proteínas totales, albúmina y colesterol.

La determinación de electrolitos séricos y urinarios se efectuó mediante el método ión selectivo en equipo analizador ILyte. La glucosa fue medida a través de método enzimático; la urea por el método enzimático colorimétrico de Berthelot ; el ácido úrico y colesterol se determinaron por método enzimático-colorimétrico, y el calcio, fósforo albúmina y proteínas totales mediante método colorimétrico.

La osmolalidad tanto urinaria como plasmática, se determinó al medir el descenso del punto de congelación de orina y plasma respectivamente, comparándose con el del agua. Para tal finalidad se empleó osmómetro tipo Osmomette modelo 5002.

Para medir gravedad específica de la orina se emplearon refractometría y uso de tira reactiva. La ejecución de refractometría se llevó a cabo en refractómetro Reichert TS a contraluz para lectura directa. Se realizó diagnóstico in vitro con escala de 1.000 a 1.035 .

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La tira reactiva empleada para orina fue del sistema Uri-Quick CLINI-10SG, mediante la cual se detectó gravedad específica cualitativa y semicuantitativa. La prueba se fundamentó en el cambio de pKa de polielectrolitos pretratados en relación a su concentración iónica. La prueba permite la determinación de gravedad específica en orina entre 1.000 y 1.030. Para correlacionar el resultado de la osmolalidad sérica medida con el de la osmolalidad calculada se utilizaron las cuatro variantes conocidas de la fórmula correspondiente, mismas que se consignaron de la siguiente manera :

- 1) Osmolalidad total = $2[\text{Na}+\text{K}]+\text{Glucosa}/18+\text{BUN}/2.8$ (19,20)
- 2) Osmolalidad efectiva = $2[\text{Na}+\text{K}] + \text{Glucosa}/18$ (19)
- 3) Osmolalidad total sin potasio sérico = $2[\text{Na}] + \text{Glucosa}/18 + \text{BUN}/2.8$ (21-27)
- 4) Osmolalidad efectiva sin potasio sérico = $2[\text{Na}] + \text{Glucosa}/18$ (24)

En el análisis estadístico, se utilizó regresión lineal simple para determinar la correlación de variables numéricas, así como la prueba de correlación de Pearson.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RESULTADOS :

Concluyeron el estudio un total de 104 sujetos, siendo excluidos tres de ellos por antecedente de diabetes mellitus, dos por antecedente de hipertensión arterial y uno por antecedente de nefrectomía derecha condicionada por litiasis renal.

Se encontró correlación positiva entre la osmolaridad urinaria y la determinación de gravedad específica, reportándose un nivel de correlación de 0.972 en la medición por refractometría y de 0.688 en la determinación mediante tira reactiva. En ambos casos la correlación fue significativa al nivel de 0.01 (bilateral).

Se encontró una media para la osmolaridad urinaria de 711.05 mOsm/kg, la media para la densidad urinaria por refractometría fue de 1.017 y para la gravedad específica por tira reactiva fue de 1.019.

La correlación encontrada entre osmolaridad urinaria y gravedad específica por refractometría denota que ante el incremento de cada 10 unidades de ésta última, corresponde un incremento en la osmolaridad de 354.51 mOsm/kg. En el caso de la correlación entre osmolaridad y gravedad específica medida por tira reactiva, se encontró que el incremento en cada 10 unidades de la gravedad representa un aumento de 235.4 mOsm/kg en la osmolaridad urinaria. Entre ambas determinaciones de densidad urinaria se encontró correlación más estrecha con la determinación mediante refractometría.

En relación a la osmolaridad sérica medida, se encontró una media de 284.72 mOsm/kg. La media para la osmolaridad calculada fue la siguiente para cada una de las ecuaciones descritas: Osmolaridad total 298.499 mOsm/kg ($R=0.569$); osmolaridad efectiva 293.364 mOsm/kg ($R=0.547$); osmolaridad total sin potasio sérico 290.145 mOsm/kg ($R=0.564$); y osmolaridad efectiva sin potasio sérico 285.022 mOsm/kg ($R=0.549$).

Se calculó el osmolal gap a partir de los valores de la media obtenidos para la osmolaridad sérica medida y los de cada fórmula empleada en la determinación de osmolaridad calculada, siendo los resultados los que se presentan en la tabla 9.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 1. ESTADISTICA DESCRIPTIVA

	N	MÍNIMO	MAXIMO	MEDIA	DESVIACION ESTÁNDAR
NAU	104	13	331	127.96	55.39
KU	104	9	174	56.45	25.78
CLU	104	15	716	123.87	102.54
UREAU	104	258	5340	1673.54	758.42
BUNU	104	120	2495	780.91	353.67
REFRACT	104	1002	1030	1017.83	6.95
TIRA	104	1000	1030	1019.75	7.41
OSMU	104	124	1138	711.05	253.60
GLUC	104	52	137	82.93	15.07
UREAP	104	3	57	29.55	7.66
BUNP	104	8.8	26.6	13.903	3.364
NAP	104	130	147	140.24	2.08
KP	104	3.5	5.1	4.171	.323
CLP	104	90	110	101.08	2.54
AC	104	2.3	10.0	4.311	1.322
CA	104	7.1	13.4	8.376	.724
P	104	2.1	6.1	3.229	.712
PROT	104	6.7	9.7	7.559	.476
ALB	104	3.5	5.1	4.090	.248
COLEST	104	114	338	185.71	44.12
OSMMED	104	261	311	284.72	5.68
OSMEF	104	264.8	298.5	285.022	4.320
OSMT	104	269.1	307.4	290.145	4.959
OSMEFK	104	273.6	306.9	293.364	4.436
OSMTK	104	277.9	316.0	298.499	5.063
PH	98	5.0	7.5	5.898	.837
Valid N (listwise)	98				

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

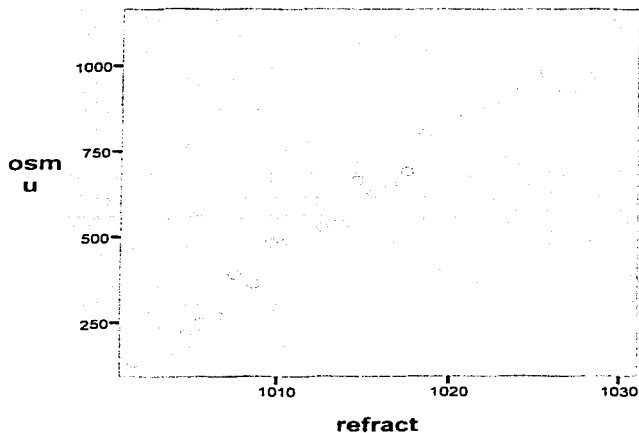
Tabla 2. CORRELACIONES ENTRE OSMOLALIDAD URINARIA MEDIDA Y DETERMINACIONES DE GRAVEDAD ESPECIFICA MEDIANTE REFRACTOMETRIA Y TIRA REACTIVA

		REFRACT	TIRA	OSMU
REFRACT	Correlación de Pearson	1.000	.719**	.972**
	Sig. (bilateral)	.	.000	.000
	N	104	104	
TIRA	Correlación de Pearson	.719**	1.000	
	Sig. (bilateral)	.000	.	.000
	N	104	104	104
OSMU	Correlación de Pearson	.972**	.688**	104
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.688**
	N	104	104	104

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

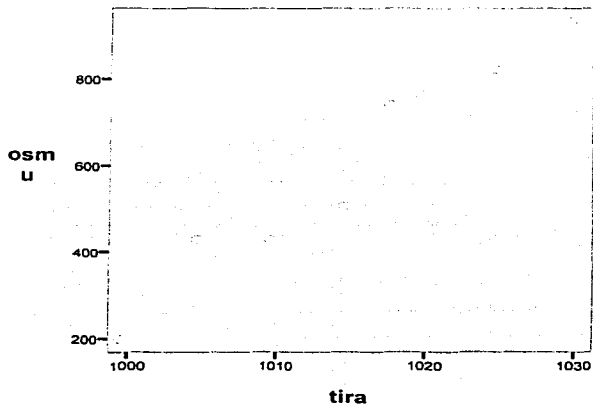
TESIS CON
FALSO CONCEPTO

**Gráfica 1. CORRELACIÓN ENTRE OSMOLALIDAD
URINARIA Y GRAVEDAD ESPECIFICA DETERMINADA
POR REFRACTOMETRÍA**



TESIS CON
FALLA EN CALIFICACION

**Gráfica 2. CORRELACIÓN ENTRE OSMOLALIDAD
URINARIA Y GRAVEDAD ESPECÍFICA DETERMINADA
POR TIRA REACTIVA**



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**Tabla 3. CORRELACION ENTRE GRAVEDAD ESPECIFICA
POR REFRACTOMETRIA Y OSMOLALIDAD URINARIA**

GRAVEDAD ESPECIFICA (REFRACTOMETRIA)	OSMOLALIDAD ESPERADA (mOms/kg)	OSMOLALIDAD MEDIDA (mOsm/kg)
1.000	79.4	-
1.005	256.65	218.25
1.010	433.91	483
1.015	611.16	572.14
1.020	788.42	815
1.025	965.67	927.33
1.030	1142.93	1129.5

La columna central representa la osmolalidad estimada tomando en consideración únicamente el valor de la gravedad específica de acuerdo al estudio de correlación efectuado. En la columna derecha se asienta el valor promedio de osmolalidad medida para aquellos casos en los que la gravedad específica fue del mismo valor consignado en el renglón correspondiente de columna izquierda.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**Tabla 4. CORRELACION ENTRE GRAVEDAD ESPECIFICA
POR TIRA REACTIVA Y OSMOLALIDAD URINARIA**

GRAVEDAD ESPECIFICA (TIRA REACTIVA)	OSMOLALIDAD ESPERADA (mOsm/kg)	OSMOLALIDAD MEDIDA (mOsm/kg)
1.000	246.2	198
1.005	363.93	428.85
1.010	481.66	428.92
1.015	599.39	505.14
1.020	717.12	1.005
1.025	834.85	1.010
1.030	952.58	933.21

La columna central representa la osmolalidad estimada a partir de la gravedad específica correspondiente. En la columna derecha se asienta el valor de la osmolalidad medida obtenido de aquellos casos en los que el valor de gravedad específica corresponde al asentado en el correspondiente renglón de la columna izquierda.

TESIS CON
FALLA AL ORIGEN

**Tabla 5. CORRELACIÓN ENTRE OSMOLALIDAD SÉRICA
MEDIDA Y OSMOLALIDAD TOTAL CALCULADA (CON
INCLUSIÓN DE POTASIO SÉRICO)**

		OMSM	OSMTK
Correlación de Pearson	OMSM	1.000	.569
	OSMTK	.569	1.000
Sig. (unilateral)	OMSM	.	.000
	OSMTK	.000	.
N	OMSM	104	104
	OSMTK	104	104

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**Tabla 6. CORRELACIÓN ENTRE OSMOLALIDAD SÉRICA
MEDIDA Y OSMOLALIDAD EFECTIVA (CON INCLUSIÓN
DE POTASIO SÉRICO)**

		OSMS	OSMEFK
Correlación de Pearson	OSMS	1.000	.547
	OSMEFK	.547	1.000
Sig. (unilateral)	OSMS	.	.000
	OSMEFK	.000	.
N	OSMS	104	104
	OSMEFK	104	104

TESIS CON
FALSO DE OSMS

**Tabla 7. CORRELACIÓN ENTRE OSMOLALIDAD SÉRICA
MEDIDA Y CÁLCULO DE OSMOLALIDAD TOTAL (SIN
CONSIDERAR POTASIO SÉRICO)**

		OSMS	OSMT
Correlación de Pearson	OSMS	1.000	.564
	OSMT	.564	1.000
Sig. (unilateral)	OSMS	.	.000
	OSMT	.000	.
N	OSMS	104	104
	OSMT	104	104

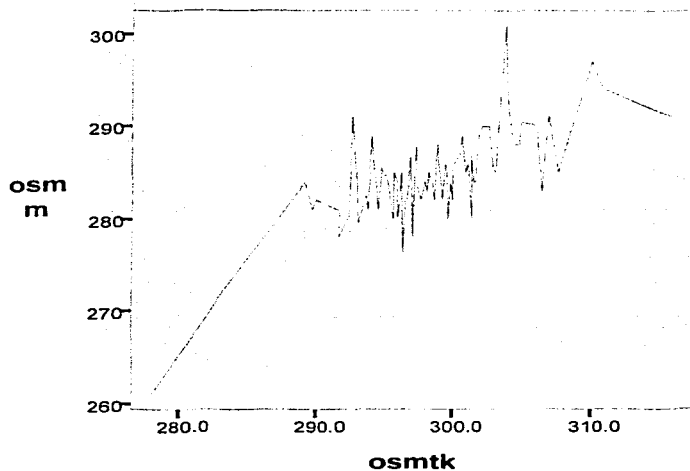
TESIS CON
FALLA EN EL SISTEMA

**Tabla 8. CORRELACIÓN ENTRE OSMOLALIDAD SÉRICA
MEDIDA Y CÁLCULO DE OSMOLALIDAD EFECTIVA
(SIN CONSIDERAR POTASIO SÉRICO)**

		OMSM	OMSEF
Correlación de Pearson	OMSM	1.000	.549
	OMSEF	.549	1.000
Sig. (unilateral)	OMSM	.	.000
	OMSEF	.000	.
N	OMSM	104	104
	OMSEF	104	104

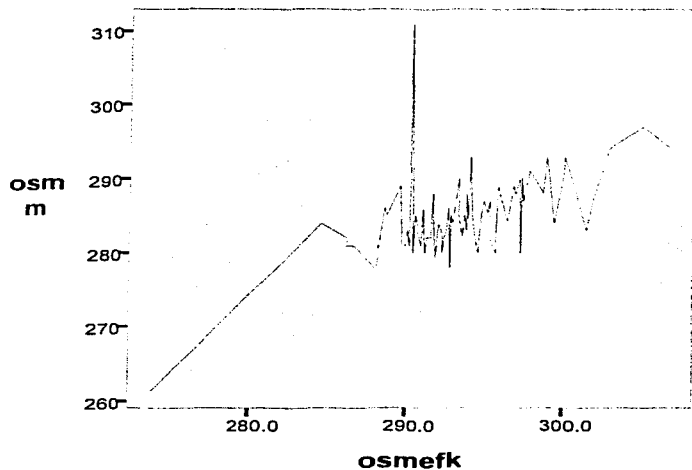
TESIS CON
EVALUACIÓN DE OSMOSIS

**Gráfica 3. CORRELACIÓN ENTRE OSMOLALIDAD
SÉRICA MEDIDA Y CÁLCULO DE OSMOLALIDAD
TOTAL (CON POTASIO)**



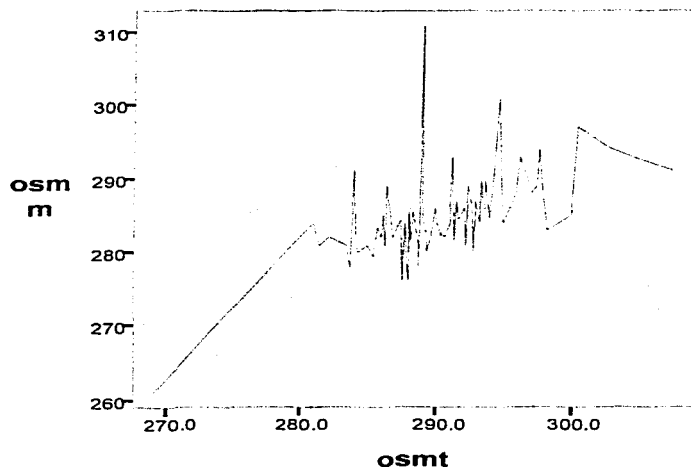
TESIS CON
FOLIO DE ORIGEN

**Gráfica 4. CORRELACIÓN ENTRE OSMOLALIDAD
SÉRICA MEDIDA Y CÁLCULO DE OSMOLALIDAD
EFECTIVA (INCLUYENDO POTASIO SÉRICO)**



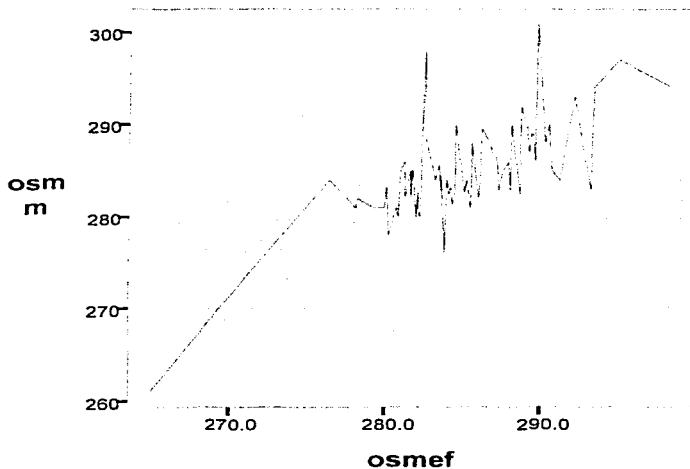
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**Gráfica 5. CORRELACIÓN ENTRE OSMOLALIDAD
SÉRICA MEDIDA Y CÁLCULO DE OSMOLALIDAD
TOTAL (SIN CONSIDERAR POTASIO SÉRICO)**



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Gráfica 6. CORRELACIÓN ENTRE OSMOLALIDAD SÉRICA MEDIDA Y CÁLCULO DE OSMOLALIDAD EFECTIVA (SIN CONSIDERAR POTASIO SÉRICO)



TESIS CON
VALORACION

Tabla 9. OSMOLALIDAD SERICA CALCULADA Y OSMOLAL GAP

FORMULA EMPLEADA PARA CALCULO DE OSMOLALIDAD SÉRICA	OSMOLALIDAD CALCULADA PROMEDIO (mOsm/kg)	OSMOLAL GAP
<i>Osmolalidad total con potasio sérico</i>	298.499	13.779
<i>Osmolalidad efectiva con potasio sérico</i>	293.364	8.644
<i>Osmolalidad total sin potasio sérico</i>	290.145	5.425
<i>Osmolalidad efectiva sin potasio sérico</i>	285.022	0.5

El osmolal gap se determinó sustrayendo al valor de la osmolalidad calculada el de la osmolalidad medida, que para todos los casos fue de 284.72 mOsm/kg. Se considera normal un valor de ± 10 mOsm/kg.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

DISCUSIÓN :

Los resultados obtenidos del presente estudio establecen una correlación positiva para estimar la osmolalidad urinaria a partir de los valores obtenidos de la gravedad específica, tanto por refractometría como por empleo de tira reactiva.

En virtud de que la determinación de osmolalidad urinaria determinada por osmometría no es un método diagnóstico disponible en forma rutinaria, consideramos que su estimación a expensas de la gravedad específica constituye una forma útil y accesible para valorar indirectamente la capacidad de concentración y dilución urinaria.

La gravedad específica de la orina es una primera aproximación de la osmolalidad urinaria y en función de ello se han propuesto valores de correspondencia. Un esquema propuesto sugiere que el límite de densidad urinaria (1.000 a 1.040) corresponde de manera lineal con la osmolalidad de 0 a 1.200 mOsm/kg, es decir, que el cambio en la gravedad específica de 0.010 unidades establece un cambio en la osmolalidad de 300 mOsm/kg (27).

Otra propuesta sugiere dicha correlación incrementando 350 mOsm/kg por cada 0.010 unidades de incremento en la gravedad específica, considerando que un valor de densidad de 1.000 representa un valor de osmolalidad de 0 mOsm/kg (24). Sin embargo, no se dispone de una referencia precisa a este respecto, por lo que no encontramos fundamento para las variaciones propuestas en dicha correlación.

En contraste con reportes previos, en el presente estudio se encontró un rango de variación muy amplio en la correlación estudiada, mismo que se explica por el método empleado para evaluar el nivel de gravedad específica. De esta forma, de los hallazgos obtenidos puede predecirse el valor de la osmolalidad urinaria a partir del obtenido para densidad, en este sentido, el actual estudio propone dos esquemas de correlación : 1) Para la determinación obtenida por refractometría, queda establecido que para el incremento o disminución de cada 10 unidades en la gravedad específica, la osmolalidad se modifica en 354.51 mOsm/kg. 2) En el empleo de la tira reactiva, la osmolalidad debe predecirse a un valor de 235.4 mOsm/kg por cada 10 unidades de modificación en la gravedad específica.

Sin embargo, debe considerarse que el coeficiente de correlación para la refractometría fue de 0.972 y para la determinación por tira reactiva fue de 0.688, por lo que, en acorde con

reportes previos (1,11,13,28), consideramos que la refractometría es el método más fiable al intentar predecir el valor de la osmolalidad urinaria.

No obstante, es posible emplear cualquiera de las dos formas para medir la gravedad específica con la seguridad de que en ambos casos, dicha determinación proporcionará información certera y útil (2), sobre todo al considerar que la osmometría es un método poco accesible a la mayoría de las unidades médicas en nuestro medio (9), y la estimación de la osmolalidad a partir de la densidad urinaria es una forma disponible y económica para evaluar la capacidad de concentración y dilución de la orina.

Se requerirán estudios adicionales para definir la utilidad de esta correlación en casos de insuficiencia renal aguda, síndrome de secreción inapropiada de hormona antidiurética, diabetes insípida, diuresis osmótica, glucosuria y nefropatía por agentes de contraste radiológico, por lo que se espera que el presente resultado constituya el fundamento para tales investigaciones, a la vez que pueda ser empleado en la práctica clínica para el diagnóstico y vigilancia de estados patológicos en que requiera conocer el valor de la osmolalidad urinaria, aún cuando ésta no se encuentre disponible.

Con respecto a la correlación estudiada entre la osmolalidad sérica medida y la calculada, el objetivo principal fue definir la participación del potasio y nitrógeno ureico en las variantes de la fórmula empleada para el cálculo de la osmolalidad. En la actualidad se dispone de las cuatro fórmulas descritas en éste estudio, sin embargo, en la práctica clínica no se procede conforme a un criterio preciso al utilizar cualquiera de las variantes.

En función de lo anterior se compararon las cuatro ecuaciones con la osmolalidad medida, encontrándose correlación positiva en todos los casos, no obstante, la correlación más estrecha se observó con el cálculo de la osmolalidad efectiva con exclusión del potasio sérico. Éste hallazgo se justifica al considerar que la osmolalidad sérica mide solutos extracelulares, siendo el sodio el catión extracelular más abundante, por consecuencia, el potasio mantiene una concentración extracelular que le confiere muy poca relevancia como osmol sérico, ya que su parte intercambiable está restringida a su compartimiento correspondiente a nivel intracelular.

En forma similar, se encontró una correlación más estrecha al excluir de la fórmula el nitrógeno ureico. Nuestra explicación se fundamenta en el hecho de que, aunque la urea participa en el valor absoluto de la osmolalidad plasmática, en realidad no actúa reteniendo agua en el espacio extracelular debido a su capacidad de penetrar las membranas celulares, consecuentemente, la urea es un osmol ineficaz y no genera un gradiente osmótico eficiente (19,24).

Asimismo, entre las cuatro ecuaciones empleadas para osmolalidad calculada, se encontró el gap osmolal más estrecho con el cálculo de osmolalidad efectiva sin potasio (0.5 mOsm/kg), y se obtuvo el gap osmolal más elevado con el cálculo de osmolalidad total con potasio (13.779 mOsm/kg); sin embargo, aún en este último caso, el gap osmolal fue todavía más reducido que el rango consignado como normal por McQuillen y cols. (29), quienes sugieren un valor aproximado de 22 mOsm/kg. Ésta diferencia se explica al considerar que la población evaluada en dicho estudio correspondió al grupo de edad pediátrico, por lo que serán necesarios ulteriores estudios para redefinir los límites normales de gap osmolal tanto en niños como en adultos bajo diferentes estados patológicos que incidan sobre dicha determinación.

El presente estudio, en concordancia con aquel reportado previamente por Semama y cols. (30), sugiere que el cálculo de osmolalidad plasmática efectiva (tonicidad) permite una mejor valoración en la dinámica de los líquidos corporales entre los compartimientos intra y extracelular.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS :

1. Cada V, Garg U, Alon US : Measurement of urinary concentration : a critical appraisal of methodologies. *Pediatr Nephrol* 16(4) : 374-82, 2001
2. Pradella M, Dorizzi RM, Rigolin F : Relative density of urine : methods and clinical significance. *Crit Rev Clin Lab Sci* 26(3) :195-242, 1988
3. Lord RC : Osmosis, osmometry, and osmoregulation. *Postgrad Med J* 75 : 67-73 , 1999
4. Tsukaguchi H, Shayakul C, Beger U, Hediger M : Urea transporters in kidney : molecular analysis and contribution to the urinary concentrating process. *Am J Physiol* 275 (44) : F319-F324, 1998
5. Hebert S : Roles of Na-K-2Cl and Na-CL cotransporters and ROMK potassium channels in urinary concentrating mechanism. *Am J Physiol* 275(44) : F325-F327, 1998
6. Knepper M : Long-term regulation of urinary concentrating capacity . *Am J Physiol* 275(44) : F332-F333, 1998
7. Brown D, Katsura T, Gustafson C : Cellular mechanisms of aquaporin trafficking. *Am J Physiol* 275(44) : F328-F331, 1998
8. Garcia A, Burg MB : Renal medullary organic osmolytes . *Physiol Rev* 71(4) : 1081-115
9. López E, Santos D : Correlation between osmolarity and specific gravity of urine. Changes caused by the presence of abnormal solutes. *BoI Med Hosp Infant Mex* 33(1) : 21-30, 1976
10. Donzli RM, Caputo M : Measurement of urine relative density using refractometer and reagent strips. *Clin Chem Lab Med* 36(12) : 925-8, 1998
11. Siegrist D, Hess B, Montadon M, Takkinen R, Lippuner K, Jaeger P : Urinary specific gravity – comparative measurements using reagent strips and refractometer in 340 morning urine samples. *Schweiz Rundsch Med Prax* 82 (4) : 112-6, 1993
12. McCrossin T, Roy LP : Comparison of hydrometry, refractometry, osmometry and Am N-Multistix SG in estimation of urinary concentration. *Aust Paediatr J* 21 (3) : 185-8, 1985

13. English PB, Hogan AE : A comparison of urinary specific gravity and osmolality in shee. Aust Vet J 55(12) : 584-6, 1979
14. Chatasingh S, Tapaneya W : Comparison of urine specific gravity values from total-solids refractometry and reagent strip method. J Med Assoc Thai 72 Suppl 1 : 39-41, 1989
15. Dorner K, Campos R, Bornsen S : Further evaluation of the SG test strip for estimation of urinary osmolality. J Clin Chem Clin Biochem 22(6) :419-25, 1984
16. Thornton JR, English PB : Specific gravity and osmolality as measures of urine concentration in the calf. Aust Vet J 52 (7) : 335-7, 1976
17. Voinescu G, Shoemaker M, Moore H, Khanna R, Nolph K : The relationship between urine osmolality and specific gravity. Am J Med Sci 323(1) : 39-42, 2002
18. Hendriks H, de Bruijne J, Van den Brom W : The clinical refractometer : a useful tool for the determination of specific gravity and osmolality in canine urine. Tijdschr Diergeneeskd 103 (20) : 1065-8, 1978
19. Lorber D : Nonketotic hypertonicity in diabetes mellitus. Med Clin North Am 1: 41-56, 1995
20. Ayus JC . Diagnóstico y manejo de las disnatremias. En : Lorenzo V, Torres A, Hernández, eds. Manual de Nefrología, 2° ed. Madrid : Harcourt, 2002 : 242-253
21. Crabtree J, Wingo C. Disorders of water balance. En : Tisher C, Wilcox C, eds. Nephrology & hypertension, 4° ed. Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins, 1999 : 97-110
22. Schrier R. The patient with hyponatremia or hypernatremia. En : Schrier R, eds. Manual of Nephrology. 5° ed. Philadelphia: Lipincott Williams & Wilkins, 2000 : 21-36
23. Lee B, Cecil C. Hiponatremia. En : Lee B, Hsu S, Stasior D, eds. Medicina basada en la evidencia. Madrid : Marbán, 1999 : 440-453
24. Rose B. Introducción a los trastornos de osmolaridad. En : Rose B, Post T, eds. Trastornos de los electrolitos y del equilibrio ácido-base, 5° ed. Madrid : Marbán, 2002 : 682-695
25. Chonchol M, Berl T. Hyponatremia. En : DuBoise, Hamm, eds. Acid-base and electrolyte disorders. Philadelphia : Saunders, 2002 : 229-239
26. Halterman R, Berl T. Therapy of dysnatremic disorders. En : Brady, Wilcox, eds. Therapy in Nephrology and hypertension. Philadelphia : Saunders, 1999 : 257-269
27. Cogan M. Homeostasis normal del agua. En : Líquidos y electrolitos, fisiología y fisiopatología. México D.F. : El Manual Moderno, 1993, 89-113

28. Rowe M, Lloyd D, Lee M : Is the refractometer specific gravity a reliable index for pediatric fluid management ? J Pediatr Surg 21 (7) : 580-2, 1986
29. McQuillen K, Anderson A : Osmol gaps in the pediatric population. Acad Emergency Med 6(1) : 27-30, 1999
30. Semama D, Bouziane M, Allaert F, Gouyon J : Body fluid osmolality and tonicity in preterm infants. Pediatr Nephrol 16(11) : 906-910, 2001

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN