

ESCUELA DE ENFERMERIA
CEUTA

UNIVERSIDAD DE GRANADA

TESIS DOCTORAL

ANÁLISIS NUTRICIONAL Y MECANISMO DE ADAPTACIÓN A
LA RESTRICCIÓN HÍDRICA, DURANTE EL AYUNO DEL
RAMADAN, EN JOVENES MUSULMANES DE CEUTA

Memoria que presenta para optar al grado
de Doctor en Ciencias de la Actividad
Física y del Deporte.

El licenciado:

Fdo. Raúl Rodolfo Guerrero Morilla

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: Raúl Rodolfo Guerrero Morilla
D.L.: Gr. 2586-2008
ISBN: 978-84-691-7888-1

Dña. **CARMEN VILLAVERDE GUTIÉRREZ**, Doctora en Medicina-Cirugía y Catedrática de Fisiología de la Escuela Universitaria de Ciencias de la Salud de Granada,

DECLARA:

Que la tesis doctoral **ANÁLISIS NUTRICIONAL Y MECANISMO DE ADAPTACIÓN A LA RESTRICCIÓN HÍDRICA, DURANTE EL AYUNO DEL RAMADAN, EN JOVENES MUSULMANES DE CEUTA**, que presenta el Ldo. D.Raúl Rodolfo Guerrero Morilla, para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, ha sido realizada bajo su dirección.

Granada, 29 septiembre 2008

D. **JESÚS RAMÍREZ RODRIGO**, Doctor en Ciencias (Biológicas) y Profesor de Fisiología y Bioquímica Humana en la Escuela Universitaria de Enfermería de Ceuta, de la Universidad de Granada,

DECLARA:

Que la tesis doctoral **ANÁLISIS NUTRICIONAL Y MECANISMO DE ADAPTACIÓN A LA RESTRICCIÓN HÍDRICA, DURANTE EL AYUNO DEL RAMADAN, EN JOVENES MUSULMANES DE CEUTA**, que presenta el Ldo. D.Raúl Rodolfo Guerrero Morilla, para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, ha sido realizada bajo su dirección.

Granada, 29 de septiembre 2008

Dña. **MARIA ANGELES SANCHEZ- CARAVACA**,
Doctora en farmacia y profesora de Farmacología y Nutrición
Humana y Dietética de la Escuela Universitaria de enfermería
de Ceuta. Universidad de Granada

DECLARA:

Que la tesis doctoral **ANÁLISIS NUTRICIONAL Y MECANISMO DE ADAPTACIÓN A LA RESTRICCIÓN HÍDRICA DURANTE EL AYUNO DEL RAMADAN EN JOVENES MUSULMANES DE CEUTA**, que presenta el Ldo. D.Raúl Rodolfo Guerrero Morilla, para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, ha sido realizada bajo su dirección.

Granada, 29 septiembre 2008

AGRADECIMIENTOS:

Quiero expresar mi agradecimiento a quienes han hecho posible este proposito, que son mis tutores Carmen, Mari Ángeles y especialmente Jesús, ya que sin ellos no habría sido posible culminar esta empresa, ofreciéndome su dedicación y su amistad.

También me gustaría agradecer:

- Al personal de la escuela de enfermería de Ceuta por su colaboración y atenciones en estos años.

-A mis amigos, Javier Perez y Miguel Jimenez por su colaboración durante la fase experimental.

-A los D.U.E Antonio Arana, Adelaida y Bárbara Perez, mi mujer, que ayudaron en las extracciones de sangre y mediciones hemodinámicas que con profesionalidad realizaron este trabajo en las condiciones del Ramadán.

- A mis padres y mi mujer, sin cuya colaboración y apoyo no habría sido posible el seguir adelante con esta tesis.

-A Mila Olmedo, responsable del Servicio de Análisis del Insalud de Ceuta, que colaboró de forma eficaz en las determinaciones realizadas

-A todos los que de alguna forma han colaborado para hacer posible esta tesis.

- Finalmente a toda la Comunidad Musulmana de Ceuta, y en especial a las personas involucradas en este estudio, que permitieron durante el mes sagrado del Ramadán llevar adelante este proyecto de investigación que espero les sea de ayuda.

"Ha llegado Ramadán, un mes bendito, durante el cual Allah os ha prescrito el ayuno. Durante él las puertas del Jardín están abiertas, las puertas del Fuego cerradas y el rebelde satanás encadenado. Durante él Allah tiene una noche que es mejor que mil meses. Quien se ve privado de su bondad sufre una gran pérdida."

"Toda buena acción se recompensará aumentada de diez a setecientas veces, excepto el ayuno que se observa por Mí, el cual recompensaré Yo".

Hadith Qudsi, Sahih al-Bukhari

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1.- MARCO CULTURAL DEL RAMADAN	3
1.1.1.- CRONOLOGÍA DEL RAMADAN:	3
1.1.2.- CONTEXTO ESPIRITUAL, RELIGIOSO, CULTURAL Y SOCIAL:	5
1.1.3.- OBLIGACIONES DEL MES DEL RAMADÁN	9
1.1.4.- CONTEXTO DONDE SE REALIZA EL RAMADÁN	12
1.2.- ASPECTOS FISIOLÓGICOS DEL AYUNO	13
1.3.- HOMEOSTASIS ENERGÉTICA	17
1.3.1.- HOMEOSTASIS DE LA GLUCEMIA	18
1.4.-HOMEOSTASIS HIDROSALINA	30
1.4.1.-. COMPARTIMENTOS LÍQUIDOS CORPORALES.	30
1.4.2.- FENÓMENOS OSMÓTICOS.....	32
1.4.3.- BALANCE HÍDRICO:	33
1.4.4.- MANTENIMIENTO DE LA OSMOLALIDAD PLASMÁTICA:	34
1.4.5.- HOMEOSTASIS DE Na ⁺ : EL SISTEMA RENINA - ANGIOTENSINA-ALDOSTERONA	37
1.4.6.- HOMEOSTASIS DE POTASIO	46
1.5.- ESFUERZO FÍSICO EN CONDICIONES LIMITANTES	51
1.5.1.- DESHIDRATACIÓN.....	51
1.5.2.- EJERCICIO EN CONDICIONES DE HIPOGLUCEMIA	63
1.6.- FISIOLOGÍA DEL RAMADÁN	65
1.6.1.- ASPECTOS GENERALES	65
1.6.2.- EL EJERCICIO FÍSICO DURANTE EL MES DE RAMADÁN	74
1.7.- OTROS AYUNOS.	76
1.7.1.- RELIGIOSOS.....	76
1.7.2.- AYUNOS VOLUNTARIOS	77
1.8.- DIETA Y RAMADAN	79
1.8.1.- PAUTAS ALIMENTARIAS DE LA POBLACIÓN MUSULMANA.	79
1.8.2.- TENDENCIAS DE CONSUMO EN PAÍSES MEDITERRÁNEOS.....	80
1.8.3.- CAMBIOS NUTRICIONALES DURANTE EL MES DEL RAMADAN	90
1.9.- JUSTIFICACIÓN.....	93
1.10.- PLANTEAMIENTO	94
1.11.- HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	95
2.- MATERIAL Y MÉTODO	98
2.1.- MATERIAL UTILIZADO PARA LAS ANALÍTICAS DE SUERO Y ORINA:	99
2.2.- DESARROLLO DE LA PRUEBA	101
2.2.1.- CONSIDERACIONES GENERALES.....	101
2.2.2.- GRUPOS MUESTRALES	102
2.2.3.- DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN Y OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS	102
2.3.- TRATAMIENTO ESTADÍSTICO.	125

3. RESULTADOS	126
3.1 ANTROPOMETRIA	127
3.2 HEMODINÁMICA	132
3.3 HIDROSALINO	142
3.4 ENERGÉTICO	175
3.5 DIETA	192
3.6 OTROS PARAMETROS CLÍNICOS	207
4. DISCUSIÓN	213
4.1 ANÁLISIS ANTROPOMÉTRICO	214
4.1.1. VARIACIONES EN EL PESO:	214
4.1.2 VARIACIONES EN EL PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL	216
4.1.3 VARIACIONES HEMODINÁMICAS	217
4.2. ANÁLISIS HIDROELECTROLÍTICO.....	220
4.2.1 EFECTOS SOBRE LA HOMEOSTASIS DE LÍQUIDOS Y SALES.	220
4.2.2. VARIACIONES EN EL VOLUMEN PLASMÁTICO.....	221
4.2.3. VARIACIONES EN LA CONCENTRACIÓN OSMOLAR:	224
4.2.4 MODIFICACIONES DE LA CONCENTRACIÓN DE SODIO:	227
4.2.5 MODIFICACIONES DE LA CONCENTRACIÓN DE POTASIO:	231
4.2.6 MODIFICACIONES DE LA CONCENTRACIÓN DE CLORO:	239
4.2.7 REGULACIÓN ENDOCRINA A CARGO DEL SISTEMA RENINA -ALDOSTERONA.....	241
4.3 EFECTOS SOBRE LA HOMEOSTASIS ENERGÉTICA.	245
4.3.1 GLUCEMIA:	246
4.3.2. VARIACIONES EN LOS TRIGLICERIDOS:	248
4.3.3 VARIACIONES EN EL COLESTEROL:.....	251
4.3.4 VARIACIONES EN LA UREA:	252
4.3.5 VARIACIONES EN LA INSULINA:	254
4.3.6 VARIACIONES EN EL CORTISOL:.....	256
4.4 ANÁLISIS DIETÉTICO	259
5. CONCLUSIONES.....	264
6. BIBLIOGRAFÍA	270

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Una de las manifestaciones culturales-religiosas de más amplia difusión universal, con un seguimiento estricto de sus preceptos, es el ayuno ritual de Ramadan. La implicación de los factores culturales, en la adopción de estilos de vida que promuevan la salud, es una evidencia fuera de toda duda, que merece ser tenida en cuenta a la hora de diseñar estrategias destinadas a la prevención de patologías crónicas e invalidantes y a la mejora de la calidad de vida en la comunidad, máxime cuando lo habitual en nuestro ámbito es la realidad multicultural de la población. El Ramadan, uno de los pilares esenciales de la confesión islámica que afecta a casi un tercio de la población mundial, obliga a los musulmanes a abstenerse, durante un mes, de comer y beber – así como de otras prácticas - desde la salida del sol hasta su puesta, trasladándolas al periodo nocturno de forma brusca y radical, lo que induce una profunda readaptación homeostática encaminada a soportar las restricciones calórica e hidrosalina, la modificación de hábitos alimentarios y la alteración de ritmos biológicos, en quienes lo practican; aspectos que adquieren una especial connotación cuando el ayuno se realiza fuera del ambiente tradicional y ajeno a los ajustes en el ritmo de vida que son habituales, en los países islámicos.

Por otra parte, y desde un punto de vista estrictamente biológico, se ha querido ver en el Ramadan un paradigma propio, diferente a otros modelos de ayuno, en base a su carácter cíclico, con periodos diurnos de restricción calórica e hidrosalina estricta, que alternan con fases de ingesta ‘ab libitum’ durante la noche, a lo largo de un periodo prolongado; distinto al ayuno estricto con rehidratación por periodos prolongados, o de desviaciones alimentarias como la anorexia y dietas sometidas a restricciones.

A pesar de todo, sorprende el estado actual de conocimiento científico, sobre este fenómeno, fragmentado y relativamente escaso, siendo llamativo el hecho de que muchas de las cuestiones analizadas permanezcan actualmente en controversia. Se

pretende con este estudio, aportar evidencias que contribuyan a aclarar los mecanismos adaptativos implicados y las consecuencias fisiológicas que se derivan de ello, con el fin de conocer las necesidades que, desde distintos ámbitos, sanitario, laboral, académico, incluso doméstico, se les plantean a un grupo cada vez más relevante de ciudadanos de confesión islámica que, una vez al año, practican el ayuno de Ramadan, en un entorno social de corte europeo.

1.1.- MARCO CULTURAL DEL RAMADAN

La vida musulmana esta regida por 5 pilares básicos (*arkán ed-din*) (Al`ala al-maududi 2003) que son:

- La aceptación de la Unicidad Divina o profesión de fé (*shahada*).
- La oración (*salat*).
- La preocupación por los necesitados (*Zaqat*)
- El ayuno (*Ramadan*).
- La peregrinación a la Meca. (*Al Hayi*)

El Ramadan constituye, pues, uno de los preceptos ineludibles de la confesión islámica que, a partir de una cierta edad, obliga a todos por igual, sin distinción de sexo o condición, con algunas salvedades especiales.

1.1.1.- CRONOLOGÍA DEL RAMADAN: (Tarrés, S 1998; Tarrés, S 1999; Durán, P 2004).

El calendario islámico consta de 12 meses lunares teniendo cada uno de ellos una duración de 29 días, 5 horas, 5 minutos y 35 segundos. El mes se considera comenzado cuando es visible el primer cuarto creciente de la luna nueva, 2 días después de esta.

El ayuno se realiza durante el noveno mes lunar del calendario musulmán, llamado mes de Ramadán, quedando instituido como mes de ayuno obligatorio en el segundo año de la hégira (comienzo del calendario islámico 622d.C). El inicio del Ramadán es causa de confusión entre los occidentales, ya que cada año varia, debido a que el año musulmán al guiarse por el calendario lunar, es de 11 a 12 días más corto que el calendario solar, es por ello que el mes sagrado no coincide siempre en la misma fecha del calendario occidental.

El comienzo lo marca la aparición de la luna nueva, el cual se basa en la visión directa de la misma. La noche del comienzo se denomina *lailat ech-chek*, o noche de la duda, ya que es el periodo donde se espera el avistamiento de la luna para comenzar el ayuno. En Europa los musulmanes de origen extranjero suelen comenzar el mes de Ramadán siguiendo el calendario de sus países de origen (Marruecos, Libia, Senegal, Líbano, Malí, etc.)

Tras el comienzo, se procede a la abstinencia durante el día y cambiando el ritmo del día, se produce la ruptura del ayuno por la noche. Una vez roto, se realiza en la mezquita el *salat at tarauih* (la oración del descanso). En los países musulmanes la ruptura del ayuno se suele marcar con cañonazos, sonido de tambores o sirenas.

La vigésima séptima noche del mes es la de *lailat al-kadr* o noche del destino, donde los musulmanes permanecerán en las mezquitas rezando o leyendo el Corán. En esta noche los musulmanes celebran la aparición del arcángel Gabriel a Mahoma para revelarle el Corán. Esta noche los musulmanes la consideran que “vale más que mil meses” por lo que las buenas acciones que se realicen durante la misma serán recompensadas como tantas se puedan realizar en mil meses. En este día algunos islámicos suelen pasar la noche en sus terrazas o patios al aire libre, esperando recibir su *baraca* (gracia especial divina).

El mes tiene una duración de 29 noches, pero no se puede romper el ayuno sin haber observado la luna; si las nubes no permitieran hacerlo, éste se prolongará hasta el día 30.

Posteriormente el *Aid el-fitr* o pascua menor, es la fiesta que marca el fin del Ramadán, que da su comienzo sobre las 9 o 10 de la mañana con una oración en las mezquitas. En este día los musulmanes acostumbran a estrenar ropa, visitar a parientes o amigos y entregar el *Zakat* (entrega del 2,5% de los beneficios excedentes), que puede ser antes de romper el último día de ayuno del Ramadán, lo que es considerado como lo más conveniente, o se puede entregar a lo largo de este mes). El clima de fiesta se suele prolongar durante tres días, en los cuales los fieles se sienten orgullosos de que lo realizado va a ser tenido en cuenta por Dios. Tras el Aid, se vuelve a la normalidad. (Santoni, E 1996).

1.1. 2.- CONTEXTO ESPIRITUAL, RELIGIOSO, CULTURAL Y SOCIAL:

El Ramadán puede considerarse como un ayuno intermitente, situación que no es vivida de forma negativa o restrictiva por los musulmanes, sino más bien, es sentida como un tiempo de autodominio lo cual explica los periodos de abstinencia durante el día y el recreo de la noche, situación que de otra forma sería inexplicable. (Goytisoló, J 1997)

Con todo, el ayuno no es más que una de las características del Ramadán (la fisiológica); centrarse sólo en ella sería como observar una parte del mismo, es decir, fijarse en lo que resulta más evidente para las personas ajenas al mes del ayuno. Para los musulmanes, sin embargo, hay otras dimensiones, espiritual, social, religiosa que lo completan y le dan sentido.

1.1.2.1.-Dimensión espiritual del ayuno:

El ayuno del mes de Ramadán no es utilizado por los musulmanes para el arrepentimiento, ni es considerado como un castigo. El mes de Ramadán adquiere una importancia mayor que el de ser un acto en el que se ayuna. Se considera a este mes como generoso, donde fue revelado el Corán a su profeta, lo que hace que otros aspectos del ayuno lleguen a ser incluso más importantes, como puede ser lo que se asume como “ayuno a nivel espiritual” que consiste en: no mentir, no enfadarse, no calumniar, no gritar, no ser irrespetuoso, no hablar de nadie que no esté presente, etc...

Durante este mes un musulmán intenta cambiar para ser mejor persona reprimiendo las pasiones y deseos dejando todo por la ley divina. Los musulmanes intentan privarse de todos sus caprichos, demostrándose que pueden tener un control total sobre el cuerpo, de modo que tienen que desarrollar la capacidad de autocontrol y paciencia. En definitiva, este periodo es considerado como un mes válido para que el musulmán refuerce el alma y el espíritu, a través del refuerzo de la voluntad. Al final del mes el musulmán que ha realizado el Ramadán espera haberse convertido en una persona espiritualmente más fuerte y recompensado por Alá.

Uno de los motivos que aducen los musulmanes, sobre la realización de la abstinencia durante el Ramadán, es que se trata de un precepto divino, sin embargo existen otras razones por las que cumplir con las obligaciones de este mes, con independencia del contexto en el que se encuentren. El mes del Ramadán no solo es no comer o beber sino que abarca más dimensiones del ser humano. Para un musulmán el cumplir con el mes del Ramadan es sinónimo de estar más cerca de Allah, de ser capaz de reconocer sus propios caprichos y egoísmos y corregirlos, de participar en la unión

de los musulmanes, es un medio de aprender disciplina, de ser solidarios. (Goytisolo, J 1997)

Por ello para todo musulmán el cumplir con el mes de Ramadán, es considerado como una forma de devolverle a Allah todos lo que les ha ofrecido y les ha dado. Es por ello que la persona que no lo hace de forma voluntaria, se pierde todos estos beneficios, alejándose de su cultura y del Islam. El mes de Ramadán es vivido como un mes de alegría, ya que para un creyente representa sobretodo limpieza espiritual, afirmando que cuando un no islámico lo realiza dicen no sentir esa limpieza espiritual o de acercamiento a un ser divino, pero si la satisfacción personal de autocontrol y superación.

1.1.2.2.- Dimensión Religiosa del Ramadán:

El Ramadán, para un musulmán, no solo es el mes donde se prescribe el ayuno (El Corán, 1995), sino que también se producen acontecimientos que hace de éste un mes especial, desde el punto de vista religioso. Durante este periodo, fueron reveladas las primeras ayats del Corán a Mahoma, en la soledad de la cueva Hira. También en el Corán se describe como durante el mes Ramadán “se hizo descender el Corán para guía de los hombres”. Según la tradición musulmana, la revelación divina acaeció exactamente en la noche del 27, denominada *Laylat-al-Quadr* o noche del destino, en la que, según el Corán, Alá determina el curso del mundo durante un año. Así mismo en el segundo año de la hégira durante el mes del Ramadan, se produce la batalla de Badr, victoria crucial para la misión profética del Islam.

El Ramadán por lo tanto tiene un claro carácter religioso que se sustenta no solo en los hechos mencionados sino que también en la oración, expresión, y reafirmación de los valores y normas del Islam, así como en su expresión pública. Hoy en día, con la presencia de colectivos musulmanes en todos los países, también puede ser considerado como una forma de confirmación de la fe musulmana en el mundo, una manera de identificarse socialmente y de reivindicar la fe islámica. (Tarrés, S 1999)

1.1.2.3.- Dimensión social del ayuno:

Para los musulmanes, este periodo tiene un claro carácter social, pues consideran que durante los primeros días del Ramadán en los cuales están hambrientos y sedientos, comprenderán mejor el sufrimiento al que se ven sometidos los pobres. Esto despierta en las personas de religión islámica un sentimiento de caridad y de compartir con los demás. (Goytisolo, J 1997)

A nivel colectivo el Ramadán, supone para los islámicos la igualdad entre todos los seres humanos, ya que afecta a todos por igual con independencia de su nivel económico. En definitiva, el índole social del ayuno fortalece por otra parte los vínculos de solidaridad y conciencia identificatoria de los creyentes, sus cambios de ritmo trastornan por completo los horarios y costumbres tanto individuales como colectivos. Todo el mundo se ve afectado de un modo u otro por él (en especial en los países islámicos): cierre de restaurantes y cafés, modificación de jornadas laborales, diferentes horas de reposo y esparcimiento. Este ritmo igualitario, unificador, afecta por igual a todo aquel que se haga llamar musulmán. (Lacomba, J 2001) Si bien durante el ayuno, los musulmanes pueden llevar a cabo sus asuntos cotidianos como de costumbre.

Durante las noches del mes de Ramadán, las personas que realizan la abstinencia suelen reunirse entorno a la familia, existiendo menús más elaborados de lo habitual.

1.1.3.- OBLIGACIONES DEL MES DEL RAMADÁN

Las obligaciones del Ramadán hacen referencia a abstenerse de realizar ciertas actividades entre la salida y la puesta del sol, manteniendo durante todo el día un espíritu de reflexión y oración. Están obligados a realizarlo los mayores de edad , haber llegado a la pubertad y poseer capacidad de razonamiento, alrededor de los 14 años, aunque se debe estimular a los niños menores a realizarlo, aunque sea solo de forma parcial, para cuando lleguen a la pubertad se encuentren mental y psíquicamente preparados para el ayuno.

Quedan exentos de realizarlo:

- 1- Las embarazadas y las mujeres en periodo de lactancia, si su médico así se lo recomendase.
 - 2- Las personas enfermas (los cuales deberán alimentar a una persona por cada día que no ayunen).
 - 3- Los viajeros
 - 4- Las mujeres durante los días que dure la menstruación o el puerperio.
 - 5- Personas con problemas de demencia o problemas mentales.
 - 6- Las personas de edad muy avanzada que han perdido el control de sus facultades.
 - 7- Personas que tengan que socorrer a alguien que este en peligro (aunque deberán realizar un día de ayuno por cada día que hayan roto el ayuno del Ramadán).
-

El ayuno del Ramadán se divide en condiciones u obligaciones externas del ayuno y condiciones internas:

Las condiciones externas del Ramadán son las siguientes (Al Gazali 1999):

1- La primera obligación es vigilar el comienzo del mes del Ramadán y anunciarlo al observar la luna nueva. Si esto fuera imposible por las condiciones meteorológicas el mes del ayuno se debería prolongar durante 30 días. La fecha exacta de su comienzo presenta algunos problemas a los musulmanes, debido principalmente, a que el inicio debe fundarse en una visión directa de la luna y a pesar de que el cálculo astronómico marca el momento exacto, no se reconoce el valor de esta ciencia más que a título indicativo. Se denomina *lailat ech-chek* o noche de la duda a este período en el que se espera la vista de la luna para comenzar el ayuno

2- La segunda obligación es la intención. EL musulmán debe hacer intención la primera noche que precede al ayuno y después cada noche antes del alba se debe mantener la intención de ayunar de forma específica y deliberada; si esto no se cumpliera el ayuno no sería válido.

3- La tercera obligación es que mientras la persona recuerde que está ayunando debe impedir la entrada en su sangre de comida, bebida, tabaco o enema. De todas formas si la persona en Ramadán por accidente, por olvido o si es forzada, comiese ese día, el ayuno quedaría intacto.

4- Durante el mes del Ramadán, los musulmanes deben abstenerse de intercambio sexual y solo se les permite tomar a sus esposas durante las noches. La tradición religiosa islámica aconseja el retiro espiritual en las nueve últimas noches del mes sagrado: en este caso, los hombres devotos se abstienen de todo contacto con sus esposas y se recogen a orar y meditar en las mezquitas

5- Abstenerse de emitir semen voluntariamente. Los besos y caricias entre los esposos que no supongan eyaculación de semen, no anulan el ayuno, si bien, son desaconsejados sobre todo entre los más jóvenes.

6- La última obligación externa es abstenerse de vomitar. Aunque si el vómito es involuntario el ayuno sigue intacto.

En lo referente a las condiciones internas, estas hacen alusión a los distintos grados del Ramadán, es decir, a mantener el pensamiento en un estado de reflexión espiritual y libre de malas intenciones.

En las horas nocturnas, está autorizada la comida, bebida y copulación, siempre que sea con el cónyuge legal. A estas prácticas la tradición ha añadido otras muchas como son la total limpieza corporal, mantenerse con la ablución hecha, la prohibición en el uso del maquillaje para las mujeres, abstenerse de la crítica a los demás, etc.

1.1.4.- CONTEXTO DONDE SE REALIZA EL RAMADÁN

Debido a las características del mundo actual los fenómenos migratorios han hecho que numerosos musulmanes (en Europa hay alrededor de doce millones de musulmanes) tengan que realizar el ayuno del mes de Ramadan en un contexto occidental. Esta circunstancia puede llegar a producir un Ramadán completamente diferente al que se realiza en los países islámicos ya que los hábitos de vida occidentales no se modifican durante el mes del ayuno.

En los países islámicos durante el mes de Ramadan la actividad económica, social y cultural se traslada a la noche, de esta forma los bancos y la administración pública suele atender solo hasta las 2 de la tarde, los centros comerciales suelen permanecer abiertos hasta altas horas de la madrugada y los restaurantes abren por la noche, ya que durante el mes de Ramadán en los países islámicos esta prohibido comer en la calle o en algún lugar público a la vista de las personas que están realizando el ayuno, si los restaurantes abren durante el día deben hacerlo con las puertas cerradas, ya que esta norma afecta también a los no musulmanes. El ambiente que se vive es religioso y por lo tanto los hábitos de los ciudadanos en los países islámicos se adaptan para tal fin durante la duración del mes de Ramadán.

En estos países, se suele apreciar una inactividad forzada durante el día donde se observan a muchas personas comprando alimentos en grandes cantidades, así como tradiciones culinarias familiares, ansiedad en los minutos que preceden a la ruptura del ayuno, donde la animación callejera producida por las personas que se dirigen a sus casas para romper el ayuno, precede a un periodo de soledad en las calles en los minutos previos al desayuno. Una vez roto el ayuno se observa una reapertura paulatina de los comercios y de salida de personas a la calle. (Goytisoló, J 1997)

Por el contrario, en los países occidentales el día a día continúa inalterable siguiendo con su ritmo normal de vida por lo que es común encontrar personas comiendo o fumando mezclados con musulmanes que están realizando la abstinencia. Los centros comerciales colegios, bancos, restaurantes, etc., mantienen sus horarios habituales, en tanto que las personas de religión musulmana siguen cumpliendo con su precepto en estos países, lo que implica que el cumplimiento del mismo sea más difícil debiendo adaptarse a este contexto no islámico, lo que sirve al musulmán para reafirmar sus creencias y valores. (Tarrés, S. 1999).

1.2.- ASPECTOS FISIOLÓGICOS DEL AYUNO

El ayuno es la privación, voluntaria o involuntaria, de ingerir cualquier tipo de alimento y en algunas ocasiones de líquido. El organismo humano en reposo consume glucosa para el sistema nervioso y otras estructuras anaeróbicas, aminoácidos para la síntesis de proteínas y ácidos grasos que utiliza en la síntesis de lípidos. Durante el ayuno el organismo se ve obligado a conseguir estos sustratos de las reservas endógenas.

Cuando el organismo no se encuentra en ayuno, la ingesta de alimentos se hace de forma intermitente de manera que se dispone de mecanismos fisiológicos capaces de mantener los niveles de glucemia dentro de la normalidad, tanto en periodo postprandial como en el periodo postabsortivo.

En nuestro día a día creamos una serie de hábitos que marcan nuestras conductas fisiológicas, alimentación, horas de sueño, estudio, descanso, deporte. Con ellas nos adaptamos para estar preparados y rendir de la forma más efectiva posible.

Por eso una vez que se inicia el ayuno lo primero que surge es la sensación del hambre que nos marca la necesidad de ingerir alimento, pasado un tiempo esta

sensación se hace más crónica pudiendo llegar a pasar desapercibida, una sensación mediada por la leptina y el neuropeptido-Y. (Bray, G 1995; Williams G, Cai XJ, Elliott JC, Harrold JA, 2004) partir de este momento se puede considerar que el ayuno ha comenzado. El cual consta de las siguientes 3 fases (Saz P, Ortiz M 2007):

1. *Período postabsortivo.*

Una vez que ha cesado el flujo de nutrientes desde el intestino comienza el periodo postabsortivo (aproximadamente a las 5-6 horas de una comida (Saz P, Ortiz, M 2007). Este periodo tendrá una duración variable en función de la cantidad y del contenido de la comida previa, aproximadamente su prolonga entre 3 y 4 horas. Así una comida abundante que contenga grasas y proteínas reducirá la velocidad de vaciamiento gástrico y aumentará la duración del período postabsortivo, igual que ocurre con una comida rica en fibra. (Delgado M, Gutierrez A, Castillo MJ, 1999)

El periodo postabsortivo finaliza con el comienzo de otra comida o pasando a otra fase del ayuno, en la que hay que compensar la no ingesta de nuevos nutrientes desde el exterior a pesar de que el consumo de glucosa por parte de nuestro organismo es continuo.

Así pues en un primer momento se consume la glucosa circundante para posteriormente cubrir el aporte de esta a través de la glucogenolisis que provee el 75% de las necesidades de glucosa en las primeras 12 horas de ayuno (Alvero Gamboa R 2000), mientras que la gluconeogenesis produce el 25% restante; aunque posteriormente es esta última la principal forma de suministro, siendo el hígado el órgano efector de esta acción metabólica y la alanina su sustrato principal. En adultos sanos la concentración de glucosa media en periodo postabsortivo es de 72- 108 mg/dL.

Todos estos cambios metabólicos que se van sucediendo tienen como objetivo asegurar la supervivencia, manteniendo el aporte energético a los órganos vitales como puede ser el cerebro.

2. *Ayuno temprano*

Si el estado de ayuno persiste la glucemia disminuye paulatinamente al igual que su utilización, y se produce el cambio hacia una economía energética a expensas de una lipólisis de triglicéridos del tejido adiposo con la formación de glicerol y ácidos grasos libres que se transforman en el combustible principal de diversos tejidos, reduciéndose aun más la captación de glucosa por el cerebro. También se forman a partir de los ácidos grasos libres los cetoácidos, acetoacetato e hidroxibutirato cuya función es servir como elementos energéticos sustitutivos de la glucosa en el encéfalo. (Rose BD, 1994)

Es decir, una vez finalizado el periodo postabsortivo comienza el considerado ayuno temprano con una duración de hasta 24 horas después de la última comida. Se caracteriza por la movilización de la glucosa hepática y la utilización de los ácidos grasos del tejido adiposo.

Durante este periodo la utilización de glucosa en los tejidos del organismo variará dando prioridad a los tejidos preferentes, como corazón y cerebro, y reduciendo el consumo de glucosa por otros tejidos.

El aumento de la concentración plasmática de ácidos grasos, durante este periodo, acelerará la velocidad de oxidación de ácidos grasos en músculo y otros tejidos como el riñón, por lo que la utilización y oxidación de glucosa disminuirá mediante la actuación del ciclo glucosa/ácidos grasos.

Así mismo al final de esta fase se produce un aumento de la alanina circulante que posibilita que la obtención de glucosa a partir de la gluconeogénesis.

3. *Ayuno tardío:*

El ayuno tardío tiene una duración desde las 24 horas hasta los 24 días o más.

En este periodo siguen sin llegar nutrientes desde el intestino y las reservas de

glucogeno hepático están prácticamente agotadas.

Pasadas entre 24 y 48 horas se producirán carencias de glucosa en sangre lo que dará lugar a hipoglucemias, durante este tiempo las personas no suelen perder peso.

La gluconeogénesis cobra especial importancia en un primer momento, disminuyendo conforme aumenta la concentración de cuerpos cetónicos en la sangre.

Si bien, a pesar de la importancia de la gluconeogénesis, a través del ciclo de cori y del alanina- glucosa, el principal aporte de compuestos carbonatados para formar glucosa es el músculo esquelético es por medio de la degradación de proteínas titulares en aminoácidos. Los otros compuestos como el glicerol producido por la lipólisis y el ácido láctico derivado del metabolismo de los tejidos “anaerobicos” contribuyen en cierta medida a la supervivencia.(Guyton et al 1996)

Es posible que el catabolismo de aminoácidos no pueda proporcionar suficiente glucosa con lo que el cerebro tiene que usar un nutriente alternativo. Esto corresponde a los cuerpos cetónicos, cuya oxidación puede proporcionar el 10-20% de las necesidades energéticas del cerebro en la etapa más temprana de dicho período, aportando aproximadamente un 70% de la energía utilizada por el cerebro tras un ayuno prolongado de 40 días. (Peretó J, Sendrá R, Pamblanco M, Bañó C 2007)

Podría parecer que la situación metabólica descrita se puede mantener durante todo el período de ayuno, pero no es así. El principal problema es la alta velocidad de degradación de proteínas del músculo esquelético, puesto que se tienen que degradar 1.75 gr. de proteína por cada gramo de carbohidrato sintetizado a partir de aminoácidos. Por tanto, deben degradarse casi 90 gr. de proteínas para proporcionar 50 gr. diarios de glucosa. El cuerpo es incapaz de soportar una pérdida superior a la mitad de su proteína muscular, lo que alcanza tras 17 días a esa velocidad.

La gluconeogénesis renal supone la mitad de la producción endógena de glucosa, en un periodo de ayuno prolongado.

1.3.- HOMEOSTASIS ENERGÉTICA

El equilibrio entre el aporte y el gasto de energía, en el organismo, es responsable del mantenimiento estable del peso y la composición corporal, durante largos periodos de tiempo. En este objetivo participan diferentes mecanismos reguladores de la ingestión de alimentos que colaboran en el ajuste cuantitativo y cualitativo de la dieta. Desde hace tiempo se conocen centros nerviosos relacionados con el hambre y la saciedad y moduladores de carácter hormonal que activan a corto y largo plazo unos y otros. Por otra parte, el papel que muchas de estas hormonas tienen directamente sobre el metabolismo celular, regulando procesos anabólicos y catabólicos según las necesidades del momento, explican el equilibrio entre movilización y reserva de recursos energéticos. No obstante, aparte de los factores fisiológicos, cuestiones culturales, ambientales y genéticas influyen, de manera determinante, en esta cuestión, lo que lleva a desequilibrios por exceso en la ingesta de alimentos que aumentan los depósitos grasos con el consiguiente incremento del peso corporal y de los riesgos asociados a la obesidad, o por el contrario, a situaciones de extrema delgadez, cuando ésta es deficitaria.

Existe una regulación inmediata de la ingesta de alimentos basada en señales que se producen durante el propio acto de comer, que moderan el hambre y advierten de que una cantidad suficiente de comida ha sido ingerida, impidiendo una sobrealimentación, a pesar de que no haya habido tiempo suficiente para la digestión y asimilación de los nutrientes incorporados. Por una parte, los efectos mecánicos de la comida en el tubo digestivo, en especial estómago y duodeno, generan aferencias al centro de la alimentación, suprimiendo la sensación de hambre. Por otra, numerosos factores humorales y hormonales tienen también capacidad para modular la ingesta, habiéndose destacado la acción de la colecistoquinina, el glucagón y la insulina.

Finalmente, experimentos con animales con fístula esofágica han evidenciado la participación de receptores bucales que disminuyen el hambre, cuando una cantidad adecuada de comida ha sido masticada y deglutida.

Pero también se conocen mecanismos que regulan la ingesta a medio y largo plazo, dependientes del estado nutricional del individuo. En este sentido hemos de considerar el efecto de las concentraciones plasmáticas de glucosa, lípidos y aminoácidos, en la generación de la sensación de hambre y saciedad; la relación existente entre la temperatura corporal y la ingestión de alimentos; y la influencia del tejido adiposo sobre el apetito, a través de la acción de la leptina, en el hipotálamo y núcleos del estriatum, como recientemente se ha puesto de manifiesto (Bouret S, Draper S, Simerly R 2004; Farooqi I.S. Bullmore E, Keogh, J, Gillard, J, O'Rahilly, S, Fletcher, P 2007).

La importancia de estos sistemas reside en el hecho de que, gracias a los mecanismos de regulación a medio y largo plazo, el organismo consigue mantener constantes las reservas de nutrientes, en tanto que, por medio de la regulación inmediata se evita una ingesta excesiva que saturarían los depósitos actuales y, además, logra un tránsito más acompasado por el tracto digestivo, mejorando así la digestión y la absorción.

1.3.1.- HOMEOSTASIS DE LA GLUCEMIA

Las células realizan sus funciones vitales gracias a un continuo flujo de energía procedente de sustratos fosforilados, el más importante de los cuales es el ATP, cuya hidrólisis exergónica se acopla a los diferentes procesos anabólicos, suministrándoles la energía que requieren. A su vez, son las reacciones del catabolismo las que, oxidan a moléculas que actúan como combustibles celulares, frente a aceptores electrónicos, liberando en diferentes momentos, energía, que se acopla, esta vez, a la formación del

ATP y otros fosfágenos. El principal combustible celular es la glucosa, a veces de forma específica, en determinados tejidos –el cerebro, por ejemplo- a la que se suman los ácidos grasos y los aminoácidos, como más importantes fuentes de energía. Es a través de los procesos de digestión y asimilación como el organismo logra disponer de recursos directos, o almacenarlos en forma de reservas (glucógeno y grasas), para cubrir las necesidades energéticas, sin tener que estar ingiriendo alimentos continuamente. Un complejo sistema neuroendocrino se encarga de regular los diferentes procesos implicados, para garantizar niveles constantes de glucosa en sangre y de otros principios inmediatos, a fin de responder a las demandas tisulares. Claves de esta regulación son las hormonas Insulina, Cortisol y Glucagon, en colaboración con el hígado.

El suministro de glucosa proviene de tres vías:

- Absorción intestinal tras la digestión de los hidratos de carbono de la dieta.
- Liberación a partir del glucógeno (glucogenolisis)
- Gluconeogénesis a partir de lactato, algunos aminoácidos y, en menor medida, del glicerol.

Una vez transportada al interior celular, prácticamente en su totalidad, pues las pérdidas externas son despreciables, puede dirigirse a diferentes objetivos metabólicos, sucintamente: Almacenamiento en forma de glucógeno, sufrir glucolisis a piruvato que, a su vez, puede transformarse en láctico por reducción, transaminarse a alanina o continuar el proceso oxidativo por vía aerobia, convirtiéndose en Acetil-CoA, metabolito que, además, abre el camino a la biosíntesis de ácidos grasos, a la formación de cuerpos cetónicos o la síntesis de colesterol. Otra posibilidad es la oxidación a glucuronato en la vía de las pentosas fosfato. Finalmente, existe la opción de su salida a la sangre, pero sólo en aquellos tejidos que dispongan de la enzima glucosa-6-fosfatasa, lo que ocurre en el hígado y en el riñón (Creer P.E., en Williams, 2004)

Diversos factores (Tabla 1), son responsables de la regulación de los niveles de glucosa sanguínea en límites de 80-90 mg/dL (Guyton et al 1996; Creer P.E., en Williams, 2004):

- 1- El hígado es el órgano más importante de la regulación de la glucemia. Constituye la principal fuente de producción endógena neta, gracias a la glucogenolisis y la gluconeogénesis. Pero también es un órgano de captación neta de glucosa porque cuando la glucemia se eleva, la insulina provoca su almacenamiento en el hígado, en forma de glucógeno.
- 2- Mediante el mecanismo hormonal: Insulina y glucagón.
- 3- En caso de hipoglucemia grave la adrenalina ayuda a la liberación de glucosa por el hígado.
- 4- A lo largo de un periodo largo de ayuno y con hipoglucemia prolongada, la hormona del crecimiento y el cortisol disminuyen la utilización de glucosa.

Niveles de glucemia y hormonas:

Glucemia (mg/dL)	Respuesta	Papel regulador
80 -85	↓ Insulina	Principal factor regulador de la glucosa.
65- 70	↑ Glucagón	Principal factor contrarregulador de la glucosa
65 - 70	↑ Adrenalina	Implicado cuando hay déficit de glucagón
65 -70	↑ Cortisol y GH	Implicado, no crítico
< 50	↓ Conciencia	Conducta de defensa

Tabla 1.- Niveles de glucemia y hormonas WILSON JD, FOSTER DW (1998)

En función de la disponibilidad externa de glucosa, se han considerado diferentes fases, para la regulación de la glucemia:

I.- En estado de nutrición normal, la glucosa procede de los hidratos de carbono de la dieta.

II.- Se produce cuando se ha agotado la aportación de glucosa exógena, de forma que los niveles de glucosa sanguínea se mantienen por la glucogenolisis hepática.

III.- De 24 a 48 horas de ayuno, la gluconeogénesis del lactato, glicerol y alanina toman cada vez más importancia ya que las reservas de glucógeno se van acabando.

IV.- Después de varios días de ayuno, el control de la glucosa sanguínea se va complicando, y por lo tanto la gluconeogénesis hepática y la renal, adquieren mucha importancia. Paralelamente, los cuerpos cetónicos se incrementan como consecuencia de la mayor tasa de metabolismo lipídico y protéico.

V.- Se produce en periodos de inanición muy prolongada, donde la gluconeogénesis pierde importancia, a favor de la energía suministrada por la oxidación de ácidos grasos o cuerpos cetónicos.

1.3.1.1.- Factores glucorreguladores hormonales:

En condiciones normales, la tasa de ingreso endógeno de glucosa a la circulación y la de reflujo fuera de ella para ir a los tejidos excepto el cerebro, están reguladas de forma coordinada por la insulina de forma principal, que reduce la concentración sanguínea de glucosa y por las hormonas contrarreguladoras (glucagón, adrenalina, GH y cortisol) que aumentan la concentración. De todas ellas, vamos a considerar, en esta sección, la insulina como hormona clave en la regulación de la

glucemia y el cortisol, por su papel contrarregulador, a largo plazo, y su conexión con los mecanismos de respuesta al estrés.

Insulina:

La insulina es probablemente una de las proteínas mejor estudiada, en los vertebrados, correspondiéndole el honor de haber sido la primera secuenciada en su totalidad y sintetizada químicamente, a finales de los años 50 del siglo XX. Sin embargo, una importante esfuerzo investigador, en los últimos años, viene aportando valiosa información, en relación con los receptores celulares, su mecanismo de acción, la interrelación con la hormona del crecimiento a través de los IGF, y con la leptina, lo que está permitiendo avanzar en la comprensión de patologías relacionadas con el control del peso corporal, resistencia a la insulina, diabetes y, últimamente, en cuestiones relativas al envejecimiento y la expectativa de vida.

En conjunto, su acción más relevante es la de provocar que la mayor parte de la glucosa ingerida, tras una comida, sea convertida en glucógeno hepático. (Jácome, A 2005). Con ello, la insulina consigue un efecto ahorrador de las grasas que se acumulan en los adipocitos. Además de este efecto, la hormona también promueve el aumento de la permeabilidad celular a ciertos aminoácidos, iones de potasio e iones de fosfato. (Guyton y Hall 2000).

La insulina es una proteína pequeña, con un peso molecular de 5.808. Se origina en las células beta de los islotes de Langerhans, en el páncreas, compuesta por dos cadenas de aminoácidos, conectadas entre si por puentes de disulfuro. Se sintetiza inicialmente como una preprohormona que, tras la escisión de una cadena corta de aminoácidos, se convierte en proinsulina que agrupa las dos cadenas de la insulina más un péptido de unión, o péptido C (Orci L, Vassalli J.D, Perrelet A, 1988).

In vivo, la hormona tiene un patrón de secreción pulsátil, con rápidas

oscilaciones (8-15 minutos), solapadas con variaciones, a un ritmo más lento, cada 80 – 150 minutos. Se ha sugerido que la respuesta específica a secretagogos, en diferentes condiciones fisiológicas, corresponde a aumentos en la amplitud de los pulsos secretores (Buse J.B., Polonsky K.S. y Burant F., en Williams, 2004). En un periodo de 24 horas, el 50% del total de insulina se segrega en condiciones basales, mientras que el resto es en respuesta a las comidas (Larsen, P; Kronenberg, H; Melmed, S; Polonsky K. 2004). La mayor parte de esta hormona circula libremente por la sangre, teniendo una vida media de 10-15 minutos, mientras que otra parte de la insulina es la que se liga a las células diana, uniéndose a una proteína receptora que se encuentra en la membrana de las células. Se trata de una glicoproteína de membrana con actividad enzimática intrínseca, de naturaleza heterodímera compuesta por cuatro unidades (Rosen O.M.; 1987). La insulina se une a la subunidad alfa extracelular activando una fosfoquinasa en la subunidad citoplasmática beta. La subsiguiente fosforilación promueve el reclutamiento de transportadores de glucosa (GluT) que se incorporan a la membrana celular, lo que incrementa la permeabilidad de ésta a la glucosa (Rosen O.M., 1987; Lienhard G.E, Slot J.W, James D.E, Mueckler M.M, 1992).

La insulina presenta homologías estructurales con los factores hormonales IGF-1 e IGF-2, mediadores de la hormona del crecimiento (GH), lo que se traduce en el hecho de que sus receptores compartan propiedades comunes, en especial los de IGF-1 e insulina, ambos compuestos por dos polipéptidos con pesos moleculares similares, capaces de unir indistintamente ambos ligandos, aunque con mucha mayor afinidad al homólogo correspondiente. Ambos receptores tienen también una actividad tirosin-quinasa específica que se ha demostrado estrechamente relacionada, aplicando criterios bioquímicos e inmunológicos. Por último, el aislamiento de los DNA codificantes de los dos receptores ha permitido evidenciar la existencia de secuencias homólogas. (Zezulak K.M., Green H., 1986; Roth R., 1988). La evidencia de que, en diferentes orígenes

animales, la reducción en la señalización sobre receptores de IGF contribuye a la longevidad, hace de estas moléculas y sus efectos un especial objetivo de investigación (Tatar M., Bartke A., Antebi A., 2003).

Otra interesante cuestión, en relación con los receptores de insulina (IRS's), se encuentra en el efecto de la hormona sobre los genes codificadores de diferentes proteínas, con actividad enzimática relevante, lo que explicaría gran parte de su capacidad de regulación metabólica. Por ejemplo, se ha comprobado que en la región promotora del gen de la PEPCK, enzima clave de la gluconeogénesis, existe un elemento de fijación AF2, con propiedades de IRS, que responde a la insulina bloqueando la transcripción de la proteína, impidiendo además el efecto potenciador de los glucocorticoides. De esta manera, la insulina se opone a la inducción glucocorticoide de la transcripción de la PEPCK, bloqueando la unión con AF2 o impidiendo su función y, con ello, a la propia gluconeogénesis (O'Brien R.M., Luca P.C., Forest C.D., Magnuson M.A., Granner D.K. 1990).

Desde un punto de vista contrario, se cree que el bloqueo de los receptores IRS contribuyen a disminuir la acción glucorreguladora de la hormona, lo que conduciría a una situación de resistencia a la insulina. Los resultados que relacionan exceso de grasa corporal con niveles elevados de leptina en suero y la consistente relación entre obesidad y resistencia a la insulina han promovido investigaciones que intentan aclarar si la leptina puede modular respuestas reguladas por la hormona. En este sentido, se han comunicado resultados, en modelos murinos, donde células hepáticas tratadas con leptina evidenciaron una reducción en la cantidad de proteína tirosin-fosforilada, correspondiente al receptor IRS-1 de la insulina, a pesar de la presencia de ésta (Cohen B., Novick D., Rubinstein M., 1996).

La antitesis de la insulina es el glucagón, una hormona secretada por las células alfa de los islotes de Langerhans cuando desciende la concentración sanguínea de

glucosa. Con funciones opuestas, se segrega cuando se produce un descenso de la glucemia por debajo del nivel normal de 70 mg/dL (Wilson y Foster 1998), estimulando la glucogenolisis y el aumento de la gluconeogénesis, en el hígado (Guyton y Hall 2000).

Cortisol:

Cualquier tipo de estrés ya sea físico o emocional, conduce a la activación del eje Hipotalamo-Hipofisio-Adrenal, en el marco del conocido síndrome general de adaptación, establecido desde 1936 por Hans Selye. En estas condiciones, la hipófisis anterior, estimulada por CRH hipotalámico incrementa su producción de ACTH que, a su vez, promueve la liberación de glucocorticoides en la zona fasciculada de la corteza adrenal. El cortisol, como principal glucocorticoide, tiene un efecto clave sobre el metabolismo de las proteínas, de los hidratos de carbono y de las grasas que colaboran en el mantenimiento de la glucemia en condiciones de estrés, como esfuerzos, inmovilización, traumatismos, variaciones intensas de la temperatura, hipoglucemia, situaciones de peligro o amenazantes, etc. (Larsen, P et al 2004). En este esquema, el cortisol tiene también un efecto regulador porque con niveles plasmáticos elevados, se inhibe la secreción de ACTH, en un modelo complejo de control, que más adelante se tratará.

La corteza suprarrenal segrega tres tipos diferentes de hormonas: glucocorticoides (cortisol, corticosterona), mineralcorticoides (aldosterona, desoxicorticosterona) y esteróides sexuales (especialmente androgenos). Todas ellas derivan de un precursor común, el colesterol, a partir de un proceso específico en cada zona de la corteza que, en conjunto, se conoce como esteroidogénesis suprarrenal (Stewart P., en Wilson, 2004).

En la zona fasciculada, bajo control de la ACTH, se segregan cantidades

relativamente elevadas de cortisol (10 – 20 mg/ día). Después de la captación del colesterol por la mitocondria, se produce el desdoblamiento de la cadena lateral por la enzima P450, que produce Pregnenolona, la cual se convierte en progesterona, en el citoplasma, por acción de una isoenzima de la 3 β - hidroxisteroide deshidrogenasa (3 β -HSD) que provoca la deshidrogenación del grupo 3-hidroxilo y la isomerización del doble enlace en C5. La progesterona es ahora hidroxilada a 17-hidroxi progesterona, por medio de la actividad de la 17 α -hidroxilasa, enzima que no se expresa en la zona glomerulosa, razón por la cual, la síntesis de glucocorticoides se restringe a la región fasciculada. A continuación tiene lugar la hidroxilación en C21 por una enzima 21-hidroxilasa produciéndose 11-desoxicortisol. La etapa final en la biosíntesis de cortisol se produce en las mitocondrias, con la conversión del 11-desoxicortisol en cortisol, acción presidida por la enzima 11 β -hidroxilasa.

La secreción de glucocorticoides presenta, en el sujeto normal, un ritmo diario que sigue el de ACTH, con un máximo a primeras horas de la mañana, para decaer hasta un valor mínimo alrededor de la medianoche, de forma que los valores plasmáticos alcanzan un máximo en torno a 20 ng/dL, una hora antes de levantarse, por la mañana, y un mínimo de 5 ng/dL, al final del día (Krieger, D. T., Allen, W., Rizzo, F., and Krieger, H. P. 1971; Galagher, T. F., Yoshida, K., Roffwarg, H. D., Fukushima, D. K., Weitzman, E. D., and Hellman, L. 1973; Stewart P., en Wilson, 2004).

La modificación de los hábitos diarios de sueño, el ritmo del cortisol se ajusta en consecuencia. Asimismo, en el ayuno prolongado se produce un estímulo en la liberación de cortisol, que no se manifiesta de forma inmediata, sino que puede requerir un periodo de hasta dos semanas para que el ritmo circadiano se reajuste a un ciclo día-noche alterado (Larsen, P et al 2004).

En sangre, más del 90% del cortisol circulante se encuentra unido, de forma predominante, a la globulina transportadora α -CBG. La hormona se libera del

transportador y es captada por la célula diana donde se une a receptores intracelulares constituyendo factores de transcripción capaces de interaccionar con regiones concretas de ADN. La unión con el receptor en el citosol da lugar a la activación del complejo receptor en un proceso que implica la participación de proteínas de estrés térmico HSP-90 y HSP-70. Este complejo es el que se desplaza al núcleo y se une al ADN en secuencias promotoras de genes diana.

La vida media del cortisol circulante oscila entre 7 y 120 minutos. Aproximadamente el 50% del cortisol segregado aparece en orina como tetrahydrocortisol o tetrahydrocortisona; un 25% como derivados cortoles y cortolonas y el resto como esteroides C19, ácidos cortólico y cortolónico y otras formas de esteroides libres no conjugados.

La principal acción de los glucocorticoides es el aumento de la glucemia, mediante su intervención sobre el metabolismo de hidratos de carbono, proteínas y grasas. En el hígado, el cortisol estimula la glucógeno sintasa e inhibe la glucógeno fosforilasa, con lo que favorece la síntesis de glucógeno, aumentando los depósitos. Por otra parte, también en el hígado, es responsable de la activación de enzimas clave de la gluconeogénesis, glucosa- 6- fosfatasa y fosfoenolpiruvato carboxikinasa (PEPCK), con lo que aumenta la producción hepática de glucosa, asociada a un ahorro de la misma, en tejidos periféricos, porque inhibe la captación de glucosa en músculo y tejido graso. A estos efectos hiperglucemiantes hay que añadir el hecho de que muchos tejidos, en particular el músculo esquelético y el adiposo, promueven resistencia a la insulina (Guyton y Hall 2000; Stewart P., en Wilson, 2004), probablemente por efecto de interacción con receptores insulínicos IRS.

En el tejido adiposo activa la lipólisis con lo que aumenta los niveles plasmáticos de ácidos grasos libres, habiéndose observado incremento en los niveles de colesterol y triglicéridos circulantes. Por otra parte, estimula la adipogénesis

promoviendo la diferenciación de adipositos actuando sobre genes claves responsables de la transcripción de lipoproteinlipasa, glicerol-3-fosfato deshidrogenasa y leptina y, de forma crónica, en exceso, los glucocorticoides promueven un aumento del tejido adiposo visceral, probablemente por una mayor capacidad de expresión de receptores en regiones epiplóicas que en el tejido graso subcutáneo.

El cortisol promueve un descenso de los depósitos proteicos en todos los tejidos, a excepción del hígado, habiéndose señalado la disminución del transporte de aminoácidos a tejidos no hepáticos, aumento del catabolismo proteico y disminución de la síntesis, como causas de este fenómeno. Contrariamente, en el hígado aumenta el transporte de aminoácidos y la síntesis de proteínas, lo que explica la mayor tasa de desaminación de aminoácidos, el aumento de la producción de proteínas plasmáticas y el incremento de la producción de glucosa a partir de aminoácidos, a través de la gluconeogénesis, efectos todos ellos característicos de los glucocorticoides, en este órgano.

Además de los efectos metabólicos, en tejidos dañados por traumatismo o infección, los glucocorticoides manifiestan una capacidad antiinflamatoria que se basa en acciones de la hormona:

- Estabilizando la membrana lisosómica.
- Disminuyendo la capacidad de emigración de leucocitos afectando a la producción de prostaglandinas y leucotrienos.
- Contribuyendo a la disminución de la permeabilidad capilar.
- Supresión del sistema inmunitario y reducción la producción de linfocitos T.

En relación con su capacidad inmunosupresora, se sabe que son inhibidores de casi todas las citocinas conocidas y de diferentes moléculas de superficie celular, necesarias para la función inmune y se ha demostrado su potente actividad inhibidora de

la activación del factor nuclear kappa-B (NF-κB), del que depende la activación de muchos genes inmunorreguladores implicados en la respuesta a estímulos que promueven inflamación (Auphan N., DiDonato J.A., Rosette C., Helmberg A., Karin M., 1995).

El estrés crónico es responsable de numerosos efectos patológicos mediados por moléculas entre las que se encuentran los glucocorticoides. Se han comunicado efectos adversos, en cerebro de roedores, expuestos de forma crónica a niveles altos de cortisol, con atrofia del hipocampo (Sapolsky, 1996), aunque otros autores sugieren la participación de diversos mecanismos distintos al de la toxicidad al cortisol, en esta patología producida por estrés crónico, por ejemplo, alteración en los circuitos de aminoácidos excitatorios (Yehuda R., 1997).

Los niveles elevados de glucocorticoides inhiben la producción de ACTH a través de un mecanismo de retroacción que actúa tanto a nivel hipotalámico (disminuyendo la liberación de CRH y ADH), como en la hipófisis anterior, limitando la cantidad de receptores disponibles para la secreción de ACTH (Stewart P., en Wilson, 2004) . Esto último constituye la base del fenómeno de la refractariedad que manifiesta la ACTH sobre la acción de su secretagogo CRH. Se ha demostrado que la persistente presencia de glucocorticoides promueven una pérdida de sensibilidad de la hipófisis a los efectos promotores de la CRH, particularmente limitando su capacidad para estimular la formación de AMP-c y liberación de ACTH, efecto que se mantiene incluso con la administración de CRH y que se debe en especial a la disminución en la densidad de receptores de CRH (Axelrod J., Reisine T.D., 1984).

1.4.- HOMEOSTASIS HIDROSALINA

Dos objetivos homeostáticos están relacionados con la distribución de iones y agua, en el organismo: Uno, el mantenimiento de una concentración salina adecuada que garantice un volumen intracelular dentro de los márgenes fisiológicos y, otro, la existencia de un volumen de líquido circulante óptimo que asegure la adecuada perfusión a los tejidos. El primero depende de la osmolalidad plasmática mediante cambios en el balance de agua, y el segundo, de la volemia, estrechamente vinculada a la regulación del balance de sodio. Aunque relacionados, pueden considerarse distintos mecanismos homeostáticos destinados a cada uno de ellos; por una parte, la acción de la hormona antidiurética asociada al mecanismo de la sed y el apetito de sal, orientada al control de la concentración osmolal en el plasma, y por otro, la regulación de la excreción de sodio mediante el sistema renina-angiotensina-aldosterona, el péptido natriurético y otros dispositivos relacionados (Rose B.D. 1994).

1.4.1.- COMPARTIMENTOS LÍQUIDOS CORPORALES.

Un sesenta por ciento de nuestro peso es agua. El total de líquidos está distribuido en dos grandes compartimentos: el Intracelular y el Extracelular (que corresponde al líquido intersticial y al plasma sanguíneo). Así mismo, existe un pequeño compartimento que contiene el denominado líquido transcelular, que comprende los líquidos de los espacios sinovial, peritoneal, pericárdico, intraocular y líquido cefalorraquídeo.

El líquido intracelular: Comprende aproximadamente entre 25 y 40 litros de agua que están dentro de los billones de células del cuerpo humano. Se encuentra separado del líquido extracelular por una fina membrana permeable al

agua, pero no a la mayoría de electrolitos del cuerpo. Así este líquido contiene pequeñas cantidades de sodio (14 mOsm/L) y cloro (4 mOsm/L) y el calcio es casi inexistente. Sin embargo es rico en potasio (140 mOsm/L). Esta composición es relativamente similar en todas las células del cuerpo. (Guyton, A; Hall, J, 1996)

Líquido extracelular: Se considera como tal a todos aquellos líquidos que se encuentran fuera de las células. Corresponde al 20% del peso corporal aproximadamente, en torno a 15L, repartidos entre el líquido intersticial (11 litros aproximadamente en un varón de 70 Kg. de peso) y el plasma (unos 3 litros)

Las composiciones del plasma y del líquido intersticial son muy parecidas, ya que ambos espacios se encuentran separados únicamente por las membranas capilares. La mayor diferencia entre ambos corresponde a la concentración de proteínas, que resulta más elevadas en el plasma. Asimismo, y debido al efecto Donnan, la concentración de cationes es un 2% mayor en el plasma que en el líquido intersticial. A diferencia del intracelular, el líquido extracelular contiene gran cantidad de Sodio (142 mOsm/L en el plasma y 139 mOsm/L en el líquido intersticial) y Cloro (108 mOsm/L) y una concentración importante de bicarbonato. Sin embargo, las concentraciones de potasio (4.2 mOsm/L en el plasma y 4 mOsm/L en el líquido intersticial), calcio, magnesio, fosfatos y ácidos orgánicos, son pequeñas. (Guyton, A; Hall, J, 1996)

Volumen sanguíneo: El volumen sanguíneo, incluye una parte de líquido extracelular (plasma, 3 litros) y otra de líquido intracelular (contenido en los glóbulos rojos, aproximadamente 2 litros). El porcentaje de volumen intracelular

en el plasma se conoce como hematocrito y sus valores normales son: 40% en el hombre y un 36% en la mujer.

1.4.2.- FENÓMENOS OSMÓTICOS.

Los intercambios de agua y solutos entre los compartimentos siguen las leyes de la ósmosis. Dos conceptos básicos rigen el equilibrio osmótico (Guyton et al 1996):

- 1- La presión osmótica de una solución es directamente proporcional al número de moléculas disueltas en la misma, que no pueden atravesar la membrana.
- 2- Los iones individuales incapaces de atravesar una membrana generan asimismo presión osmótica.

Existen circunstancias que pueden originar cambios importantes en los volúmenes de los espacios intra y extracelular: Ingestión de agua, deshidratación, infusión intravenosa de diferentes soluciones, pérdidas de grandes cantidades de líquidos (sudor, riñones, etc). En estas condiciones los cambios en los volúmenes de ambos compartimentos siguen los siguientes principios básicos:

- 1- Las osmolalidades de ambos compartimentos se igualan rápidamente alcanzando el equilibrio en pocos minutos (30 minutos aproximadamente)
- 2- El número de osmoles de sustancias osmóticamente activas en ambos compartimentos permanece constante.

La actividad osmótica en los compartimentos corporales está condicionada casi en su totalidad por los iones. Es por ello que en el plasma y el líquido intersticial el Na^+ y Cl^- ejercen las 4/5 partes de la presión osmótica, en el espacio intracelular alrededor del 50% de la actividad osmótica la realizan los iones K^+ . La osmolalidad total de cada uno de los tres compartimentos es de 300 miliosmoles, El plasma sin embargo es 1,3

miliosmoles/litro mayor que los otros compartimentos, sin embargo la diferencia se marca sobre el líquido intersticial ya que tal diferencia es debida a la presión osmótica de las proteínas plasmáticas. (Santángelo, G. Cohen R 1999)

1.4.3.- BALANCE HÍDRICO:

Nuestro cuerpo obtiene la mayoría del agua a través del líquido contenido en los alimentos y del agua que ingerimos (2 litros aproximadamente) la cual es absorbida en el intestino e incorporada al líquido sanguíneo para su posterior distribución por todos el organismo. Una pequeña parte de los ingresos de agua se realiza a través del metabolismo interno como resultado de una serie de reacciones enzimáticas que tienen como resultado la creación de agua como medio de reciclaje (150/200 ml/día). Un gramo de hidratos de carbono proporciona 0.55 mL al metabolizarse, un gramo de proteínas 0.41 mL y un gramo de lípidos 1,07 mL.

Sin embargo, el organismo también debe de afrontar la pérdida de 2.300 ml/día, pérdidas que serán diferentes en función de la temperatura exterior o las actividades realizadas.

	Tª Normal	Clima cálido	Ejercicio duro y prolongado
Piel	350	350	350
A. Respiratorio	350	250	650
Orina	1.400	1.200	500
Sudor	100	1.400	5.000
Heces	100	100	100
Total	2.300	3.300	6.600

Tabla 2.- PERDIDAS DIARIAS DE AGUA (mL) (Guyton, A; Hall, J, 1996)

El sudor tiene una composición media, si tomamos como referencia una pérdida de 4 litros, de: Sodio 47,9 MMol/L. Potasio 5,9 MMol/L y cloro 40,4 MMol/L (Santángelo, G. Cohen R 1999).

1.4.4.- MANTENIMIENTO DE LA OSMOLALIDAD PLASMÁTICA:

Tres sistemas operan conjuntamente para regular la osmolalidad y la concentración de sodio extracelular:

- 1- Sistema de osmorreceptores ADH
- 2- Mecanismo de la sed
- 3- Apetito de la sal

Los dos primeros operan de manera conjunta de modo que, si ambos fallan simultáneamente, la osmolalidad y la concentración de sodio no se pueden controlar adecuadamente.

1- Sistema de osmorreceptores ADH:

La hormona antidiurética (ADH) es un pequeño péptido segregado por la hipófisis posterior, también conocida como vasopresina. Su función primordial es la reabsorción de agua en los túbulos renales, con el fin de conservar el agua y regular la tonicidad de los líquidos corporales, aumentando consecuentemente la osmolalidad urinaria. Secundariamente colabora en el mantenimiento del volumen plasmático

El sistema de osmorreceptores ADH, se activa de la siguiente manera:

- a) El aumento de la osmolaridad del líquido extracelular (generalmente por incremento de la concentración de sodio), es percibido por células osmorreceptoras situadas en el hipotálamo anterior, lo que induce la producción

de ADH en la hipófisis posterior y su liberación al torrente circulatorio.
(Gonzalez, J. 1992)

- b) Una vez que la ADH llega a los riñones, produce un aumento de la permeabilidad al agua en la porción terminal de los túbulos distales de la neurona, en los túbulos colectores corticales y en los medulares.
- c) Esto produce un aumento de la reabsorción de agua y en la concentración de la orina excretada.

El umbral osmolar para la liberación de ADH es de aproximadamente 280 mOsm/Kg. La ADH plasmática aumenta a partir de ahí en torno a 1 pg/ml por cada 3 mOsm/Kg de aumento. Se genera ADH suficiente para producir la máxima retención hídrica y la máxima osmolalidad urinaria cuando la osmolalidad plasmática llega a 294 mOsm/Kg. Con tales variaciones, la osmolalidad urinaria varía entre 200 y 1200 mOsm/Kg. (Salomon, F. et al 1989).

Los cambios del volumen y de la presión sanguínea también controlan la producción de esta hormona, esta respuesta es menos sensible, ya que es necesaria una disminución del 5 al 10% de la volemia, del gasto cardíaco o de la presión arterial (Charlton J.A.; Baylis P.H. 1988). Existen unos receptores de tensión en la aurícula izquierda que, cuando detectan una disminución del volumen sanguíneo, envían una señal al hipotálamo para incrementar la producción de ADH, además de los barorreceptores, que son capaces de detectar si se produce una disminución de la presión arterial y enviar también señales al hipotálamo para que se estimule la liberación de vasopresina.

La liberación de ADH es estimulada por diversos factores como el dolor, el

estrés emocional, las náuseas y vómitos, el calor y diversos fármacos. El etanol, en cambio, es un inhibidor que produce diuresis. El cortisol y la hormona tiroidea frenan la liberación de ADH; en caso de deficiencia, puede segregarse ADH aunque la osmolalidad plasmática sea baja. (Levy M., Koeppen B, Stanton B, Berne R 2006).

La ADH circula a concentraciones basales de alrededor de 1 pg/ml. Su vida media plasmática es muy corta. Durante la privación de agua, la secreción de ADH aumenta entre tres y cinco veces y su síntesis se estimula.

2- Mecanismo de la sed:

La sed se define como un intenso anhelo de agua. Existe una pequeña área de osmoreceptores en el hipotálamo situada anterolateralmente en el núcleo preóptico que cuando es estimulada eléctricamente provoca el deseo de beber. Esta zona es conocida como “el centro de la sed”. Los estímulos que provocan la puesta en acción del centro de la sed pueden ser (Guyton et al 1996)

- a) El incremento de la osmolaridad del líquido extracelular, que produce una deshidratación intracelular en el centro de la sed, provocando de esta manera el deseo de beber.
- b) Los descensos de presión arterial y de volumen de líquido extracelular (2%-3%)
- c) La angiotensina II.
- d) En menor medida la sequedad de la boca y de la mucosa del esófago.

El umbral osmolar para la estimulación de la sed es similar o algo superior al de la ADH. Por tanto, la secreción de ADH puede preceder a la activación de la sed en la defensa del contenido acuoso corporal normal y de la tonicidad. Cuando la concentración de sodio aumenta unos 2 mEq/litro por encima de lo normal, se activa el

mecanismo de la sed. Este valor recibe el nombre de umbral para beber (Guyton A.C. y Hall J.E.; 2000).

3- Apetito de la sal:

El mantenimiento del volumen y de la concentración de sodio en el líquido extracelular requiere un equilibrio entre la ingesta y la excreción del mismo. Se ha establecido, como necesidades mínimas para el funcionamiento normal de un individuo, una ingesta de sodio entre 10 – 20 mEq/día, aunque la dieta habitual en los seres humanos excede, por lo común, estas cantidades. Cuando hay un déficit de sodio, la activación de neuronas en el centro AV3V cerebral desencadenan un comportamiento regulador que incita a la ingesta de sal (Guyton A.C. y Hall J.E.; 2000).

Existen dos estímulos principales que hacen que se desencadene este deseo:

- a) La disminución del sodio extracelular
- b) La disminución de la presión arterial o del volumen sanguíneo.

1.4.5.- HOMEOSTASIS DE Na⁺: EL SISTEMA RENINA - ANGIOTENSINA-ALDOSTERONA

Múltiples efectores están involucrados en el control del equilibrio hidrosalino mediante acción sobre la hemodinámica sistémica y la excreción urinaria de sodio y agua. Entre los que cabe destacar, la participación de Sistema Simpático, la influencia de la hormona antidiurética ADH, el sistema Renina – Angiotensina – Aldosterona (SRAA), el péptido natriurético auricular, y otras formas de diuresis como las ocasionadas por variaciones de la presión arterial. (Rose B.D. 1994)

Se sabe que la actividad física y otras formas de estrés, como el emocional, están relacionados con la activación del SRAA, a través de la estimulación Beta-adrenérgica (Kotchen Ta, Hartley LH, Rice TW, Mougey EH, Jones IG, Mason JW

1991; Maher J.T., Jones L.G., Hartley H., Williams G.H, Rose I. 1975; Julius S, Cottier C, Egan B, Ibsen H, Kiowsky W 1983; Lentz T, Weiß M., Werle E., Walz U., Köhler U., Pinther J., Weicker H. 1988), lo que directamente conduce a un incremento de la resistencia vascular periférica, y al aumento de la reabsorción de sodio y agua, contribuyendo así a la regulación del balance hídrico del organismo (Sheldahl L.M., Tristani F.E., Connelly T.P, Levandosky S.G, Skelton M.M, Cowley A.W.Jr. 1992; Convertino VA 1993)

Renina-Angiotensina: Estímulos como: a) La disminución del flujo de la arteria aferente del glomérulo renal. (Deshidratación aguda, hemorragia); b) La disminución del sodio (percibida por la mácula densa, que es parte del aparato yuxtaglomerular renal); c) Estímulos simpáticos, en respuesta a la posición erecta de los humanos; y d) Factores locales: Prostaglandinas, la dopamina, la adenosina y el óxido nítrico, potasio, angiotensina II; son efectores positivos para la liberación de la Renina. Por el contrario, un alto contenido en sal y factores que aumenten la tensión arterial provocan una inhibición en su producción.

La reducción de la presión arterial o volumen sanguíneo renal son detectados por el aparato yuxtaglomerular en el riñón lo que conduce a la liberación de la enzima renina. La renina actúa sobre un sustrato, el angiotensinógeno, en el plasma y forma la angiotensina I, que es posteriormente convertida en angiotensina II, un péptido vasoactivo. La angiotensina II es una sustancia dipsogénica muy activa, de tal forma que inyecciones intravenosas de la misma producen una ingestión de agua copiosa. Los receptores para la angiotensina, inductores de la sed, se localizan en áreas del sistema nervioso central. Efectivamente, microinyecciones en estas áreas del cerebro de angiotensina II inducen la ingestión de grandes cantidades de agua a dosis 1000 veces menores que las que se requieren periféricamente para evocar el mismo fenómeno. Los

efectos de la angiotensina II no sólo son muy potentes, sino también muy específicos, en tanto que tras las inyecciones sólo se induce ingestión de agua y no otro tipo de conducta. Una gran cantidad de especies animales, incluidos los mamíferos, aves y reptiles, responden con ingestión de agua a la inyección intracerebral de angiotensina II.

Desde el descubrimiento de que la angiotensina II induce la ingestión de agua han sido muchos los trabajos dedicados a investigar y localizar los posibles receptores intracerebrales. La angiotensina II no cruza la barrera hematoencefálica, pero es preciso recordar que los órganos circunventriculares se localizan fuera de esta barrera en la superficie de los ventrículos cerebrales. De entre estas estructuras u órganos circunventriculares en los que se localizan receptores para la angiotensina II destaca el órgano subfornical. Efectivamente, microinyecciones de angiotensina a dosis muy bajas, en esta área del cerebro, inducen la ingestión de agua. Por el contrario, lesiones de este órgano o aplicaciones locales de bloqueantes específicos para esta hormona eliminan la inducción de ingestión de agua producida, por ejemplo, por estímulos de deshidratación celular.

El órgano subfornical contiene neuronas sensibles a la angiotensina. Este órgano subfornical envía proyecciones al área preóptico-medial, núcleo supraóptico y a la región del área anteroventral del tercer ventrículo. Inyecciones de dosis muy pequeñas de angiotensina en la región de otro órgano circunventricular, el organum vasculosum de la lámina terminalis en la parte anteroventral del tercer ventrículo, también provoca la ingestión de agua. Lesiones relativamente grandes en esta región circunventricular reduce la ingestión de agua en respuesta a la angiotensina y al cloruro sódico hipertónico. Todo esto permite concluir que hay regiones del cerebro especializadas y localizadas en o cerca del órgano subfornical y del organum vasculosum relacionados con la ingestión de agua inducida por la angiotensina. Aunque no debemos olvidar que las variaciones sistémicas endógenas de angiotensina no

siempre provocan un aumento de la ingestión de agua. El cambio de estar acostado a levantarse produce un aumento importante de las concentraciones de angiotensina en sangre y ello no provoca sed. Bajo estas condiciones (simplemente de pie), la sed no parece necesaria y podría interpretarse, que el sistema renina-angiotensina es menos importante en los seres humanos que en otras especies.

El control de la secreción de renina es una cuestión que aún requiere más investigación para su completa dilucidación. El modelo inicial que concibe las células yuxtglomerulares como barorreceptores que responden a cambios en el gradiente de presión, no es el único que modula la secreción de renina, habiéndose señalado la concentración tubular renal de sodio en la mácula densa, y la participación de los nervios simpáticos renales en su liberación (Maillet A.;Pavy-Le Traon A.;Allevard A.M.;Sigaud D.;Hughson R.L.;Gharib C.;Gauquelin G. 1994). En ausencia de los nervios renales, se atenua la respuesta de la renina a la deplección de sodio, y se ha propuesto la intervención de receptores Beta-adrenérgicos porque utilizando Beta-bloqueantes como propanolol, se logra inhibir la secreción de renina, en tanto que con alfa-bloqueantes no se logra tal reacción.

En este mismo sentido, se ha comprobado que la estimulación Beta-adrenérgica, durante el ejercicio, es capaz de aumentar la actividad plasmática de la renina (Kotchen T.A.et al 1971; Maher J.T et al 1975), y se ha visto que la administración aguda de noradrenalina también puede aumentar la secreción de renina habiéndose asociado la disminución de catecolaminas a la disminución de renina y aldosterona (Mihaianu T.D, Popescu O, Badiu G. 1991; Norsk P, Bonde-Petersen F, Christensen N.J.1990) . Por su parte, la infusión de angiotensina tiene como efecto la reducción de la secreción de la renina, lo que viene a representar una retroalimentación de ciclo corto (Bondy P.K.1989).

En relación al ritmo de liberación en los seres humanos, La renina valorada como la actividad de renina plasmática, tiene su máximo entre las 4:00 am y 8:00 am y su mínimo alrededor de las 16:00 horas. La secreción de la renina parece estar ligada a un ciclo de actividad-descanso, más que a un ciclo de luz-oscuridad. La mayor parte de la renina producida sale al torrente sanguíneo, permaneciendo en este durante un periodo de 30 minutos a una hora. (Gordon R D. Wolfe, L.K. Island D. P. and Liddle, G. W. 1996)

Aldosterona: La aldosterona, principal producto de la zona glomerular, posee dos funciones principales: mantener el volumen del líquido extracelular conservando el sodio corporal, y prevenir la sobrecarga de potasio acelerando su excreción. Por tanto, la aldosterona se segrega en gran medida como respuesta a la reducción del volumen circulante y al aumento del potasio plasmático (Quinn SJ.; Williams GH.1988); si bien, en situaciones en la que la presencia de bicarbonato es baja en el túbulo distal de la nefrona, esta hormona pasa a actuar como un retenedor de sodio y cloro y no como un controlador del potasio. (Lin, S-H, Cheema, Gowrishankar, Marliss, Kamel y Halperin. 1997)

La aldosterona plasmática basal oscila entre 5 y 15 ng/dl. Sus niveles plasmáticos muestran una ritmicidad caracterizada por la existencia de dos picos máximos durante el periodo de 24 horas. El primero de ellos se produce durante las primeras horas de la mañana (aproximadamente a las 4:00 am), mientras que el segundo se suele producir entre las 8:00 am y las 12:00 am. Teniendo su mínimo valor sobre las 6:00 pm. El ritmo de la aldosterona está, al igual que el de la renina, asociada al ciclo actividad – descanso, teniendo su acrofase al comienzo del ciclo de actividad. (Muller, A. F, Manning, E. L, and Riondel, A. M. 1958; Wolfe, L. K, Gordon, R. D, Island, D. P., and Liddle, G. W. 1966)

Ante un agotamiento del sodio, la disminución de volumen del plasma y del líquido extracelular provoca un descenso de la presión arterial y del flujo sanguíneo renal. Las células yuxtaglomerulares renales responden con secreción de la enzima renina a la circulación periférica. La renina actúa sobre su sustrato, el angiotensinógeno, para formar angiotensina I y posteriormente la angiotensina II y III que se unen a receptores específicos de la zona glomerular y estimulan los pasos enzimáticos básicos para la síntesis y liberación de aldosterona. Los mediadores son el calcio y el sistema del fosfatidilinositol.

La concentración de aldosterona aumenta sensiblemente ante cualquier hipovolemia, sea ésta rápida, por hemorragia o diuresis acuosa, o lenta, por privación crónica de sodio. Por el contrario, si se ingiere sodio en exceso y se expande el volumen de líquido extracelular, se suprime la liberación de renina, la generación de angiotensina y la secreción de aldosterona. Por tanto, las células yuxtaglomerulares y la zona glomerular establecen un sistema de retroalimentación fisiológico para mantener el volumen del líquido extracelular. La pérdida de sodio induce hipersecreción de renina y, por tanto, de aldosterona. Cuando la aldosterona adicional ha retenido el sodio suficiente para normalizar el volumen de líquido extracelular, cesa la hipersecreción de renina y aldosterona. Este sistema desempeña un importante papel en situaciones patológicas con reducción del flujo sanguíneo eficaz que llega al riñón. Esto ocurre en la insuficiencia cardíaca, insuficiencia hepática, estenosis de la arteria renal e hipoalbuminemia con transudación de líquido hacia fuera del compartimiento plasmático. En todos esos casos se estimula la hipersecreción de aldosterona y se retiene sodio (Crabbe J.1989).

Las hormonas peptídicas natriuréticas auriculares, sintetizadas y liberadas por los miocitos auriculares en respuesta a cambios del volumen vascular, disminuyen la secreción de aldosterona. Esto lo hacen mediante acción directa sobre la zona

glomerular a través de receptores específicos e, indirectamente, disminuyendo la liberación de renina.

La aldosterona participa también en una relación de retroalimentación vital con el potasio. La aldosterona facilita el aclaramiento de potasio del líquido extracelular y, en consecuencia, el potasio es un importante estimulador de la secreción de aldosterona. En el hombre, el aumentar la concentración plasmática de potasio en sólo 0,5 mEq/l, aumenta inmediatamente la aldosterona plasmática (Quinn SJ et al 1988). Por el contrario el agotamiento de potasio disminuye la secreción de aldosterona. El potasio actúa despolarizando la membrana celular de la zona glomerular, lo que permite la entrada de calcio y la activación de la biosíntesis de aldosterona.

Otros factores que influyen sobre la liberación de renina o la formación de angiotensina II afectan secundariamente a la secreción de aldosterona. La estimulación Beta-adrenérgica del riñón en respuesta a la hipovolemia aumenta la producción de renina y aldosterona. Ciertas prostaglandinas producidas en el riñón incrementan también la liberación de renina. Por el contrario, los inhibidores de la enzima de conversión de la angiotensina disminuyen la secreción de aldosterona.

La secreción de aldosterona es estimulada también por la ACTH. Sin embargo, este efecto de la ACTH desaparece en unos días, debido a las respuestas de la renina y la hormona natriurética auricular ante la retención de sodio y el aumento del volumen del líquido extracelular (Keith LD, Kendall, JW, 1985). La acción fisiológica de la ACTH en la regulación de la producción de aldosterona parece limitarse a una acción tónica; en la deficiencia de ACTH, la respuesta al estímulo primario, el agotamiento de sodio, disminuye ligeramente.

Efectos de la Aldosterona:

El riñón es el principal lugar de actividad mineralocorticoide. En las células tubulares renales, la aldosterona se une al receptor mineralocorticoide, que es idéntico al receptor de cortisol tipo I e induce a mensajero y proteínas de naturaleza todavía indeterminada que parecen intervenir en las acciones de la hormona (Horrocks PM. Et al 1990). Deben transcurrir unas horas entre la exposición a la aldosterona y el comienzo de su efecto. La aldosterona estimula la reabsorción activa de sodio a partir de la orina tubular distal; el sodio es transportado a través de la célula tubular y devuelto a la sangre capilar. Por tanto, disminuye la excreción urinaria neta de sodio y se conserva este imprescindible catión extracelular. Junto con el sodio se reabsorbe pasivamente agua; por ello, la concentración plasmática de sodio aumenta sólo levemente y el volumen del líquido extracelular se expande isotónicamente. Aunque sólo una pequeña fracción de la reabsorción total de sodio es regulada por la aldosterona, la deficiencia de la hormona produce un balance negativo de sodio crucial. Aparecerán hipovolemia e hipotensión a menos que se mantenga una gran ingesta de sodio y agua.

La aldosterona actúa a nivel renal en diversos lugares de las células del túbulo distal y del conducto colector; en la superficie apical, aumentando el número de canales de membrana a través de los cuales entra sodio en la célula a favor de su gradiente electroquímico, en la superficie basal de la célula, activando la Na-K-ATPasa que bombea el sodio hacia el líquido intersticial, y en las mitocondrias, estimulando las reacciones del ciclo de Krebs que ayudan a generar la energía necesaria para la actividad de la bomba de sodio (Orth DN, Kovacs WJ, Debold CR.1992).

La aldosterona estimula también la secreción activa de potasio fuera de la célula tubular, hacia la orina, al mismo tiempo que la reabsorción de sodio. Esto último

crea una electronegatividad en la luz tubular que facilita el paso de potasio a la orina tubular. Por tanto, el grado de influencia de la aldosterona sobre la secreción de potasio depende en gran medida de la cantidad de sodio que llega al túbulo distal. La aldosterona no puede aumentar significativamente la excreción de potasio en un sujeto con déficit de sodio; por el contrario, una ingesta de sodio elevada exagera la pérdida urinaria de potasio inducida por la aldosterona. A diferencia del sodio, los movimientos del potasio no implican movimiento de agua. Por tanto, la retención de potasio inducida por una deficiencia de aldosterona o por fármacos bloqueantes de la acción de la aldosterona pueden provocar un peligroso aumento del potasio plasmático. La aldosterona produce sólo una pequeña retención de sodio, que desaparece con el tiempo. Este escape se debe a la expansión del líquido extracelular y está provocado en parte por hormonas natriuréticas auriculares. En cambio, la pérdida de potasio inducida por la aldosterona continúa, al mantenerse la llegada de sodio al túbulo distal (Orth DN. Et al.1992).

El efecto clínico neto del exceso primario de aldosterona es una ligera retención de líquido sin edema apreciable. La hipertensión, la hipopotasemia y la alcalosis metabólica son los signos predominantes. Esta situación puede mejorarse con antagonistas de la aldosterona.

Por el contrario, la deficiencia de aldosterona induce natriuresis, deshidratación, hipotensión, hiperpotasemia, hiponatremia y acidosis hiperclorémica. Estos hallazgos aparecen en la enfermedad de Addison producida por la destrucción de la corteza suprarrenal (Chrousos GP., Gold, PW. 1992)

La aldosterona modifica significativamente el intercambio de sodio y potasio a través de las células musculares. El resultado neto es un aumento del contenido de potasio en el espacio intracelular, efecto que también ayuda a prevenir la

hiperpotasemia. La aldosterona estimula además ligeramente la reabsorción de sodio en el tracto gastrointestinal y también estimula la excreción de potasio con las heces.

Finalmente se está de acuerdo en señalar al sistema renina-angiotensina-aldosterona como el principal regulador de la síntesis de aldosterona. Por otra parte, dado que esta hormona juega un papel importante en el mantenimiento de la volemia y del balance del K^+ plasmático, por sus efectos en la excreción de K^+ y $ClNa$ (Chrousos GP., Gold PW, 1992) también se han señalado los aumentos de potasio plasmático como uno de los estímulos más importantes, para la liberación de aldosterona.

1.4.6.- HOMEOSTASIS DE POTASIO

El potasio es un catión que mantiene una alta concentración en el líquido intracelular, aproximadamente 160 mEq/L y baja en el líquido extracelular, alrededor de 4,2 mEq/L, gradiente de gran importancia en un gran número de funciones celulares. Tales diferencias de concentración tienen su origen en la acción de la bomba de sodio-potasio (Guyton y Hall, 1996).

El mantenimiento del equilibrio del potasio depende de que la ingesta y la excreción del mismo sean iguales, siendo la principal vía de entrada del potasio la absorción intestinal y la principal forma de excreción del mismo 90-95% la excreción renal.

Su excreción viene determinada por diferentes factores:

- 1- El índice de filtración del potasio
- 2- El índice de reabsorción del potasio en los túbulos.
- 3- El índice de secreción de potasio en los túbulos: Siendo los factores más importantes para esta secreción de potasio:
 - a) El aumento de la concentración de potasio en el líquido extracelular.

- b) El aumento de la aldosterona
 - c) El aumento de la velocidad de flujo tubular.
- 4- El equilibrio ácido-base: En el que el riñón cumple un papel muy importante, en la regulación de los H⁺, en relación con el bicarbonato:
- a) Todo el bicarbonato plasmático (4.500 - 5.000 mEq/día) se filtra en el glomérulo. Si el pH de la orina es < 6.2, no hay HCO₃ en la orina, lo que indica que se ha reabsorbido todo en el túbulo. Cuando el pH urinario es > 6.2 aparece el bicarbonato en la orina. Si el potasio está bajo, este aumenta la reabsorción del bicarbonato.
 - b) Excreción de H⁺: Se realiza mediante dos mecanismos diferentes, en el túbulo proximal cotransporte Na-H⁺, y en los túbulos colectores por un mecanismo de transporte activo primario, con un transportador específico denominado adenosintrifosfatasa transportadora de iones hidrógeno (H⁺-ATPasa), manteniendo la electroneutralidad por la secreción concurrente de Cl⁻
- 5- La reabsorción del sodio en el túbulo distal.
- 6- Volumen urinario suministrado al lumen del túbulo distal (A mayor volumen mayor excreción de potasio)

Con el ejercicio físico, el potasio es normalmente liberado del músculo, como consecuencia de desajustes entre la salida de K⁺, durante la repolarización, y el reingreso por la ATPasa Na⁺-k⁺, así como por el efecto de canales de K⁺ dependientes de ATP que, en situación de esfuerzo moderado o alto, permanecerían abiertos en mayor proporción, por la lógica reducción en los niveles de ATP (Rose B.D., 1994). Los resultados de la excreción de potasio en el esfuerzo no están exentos de

controversia. Así, autores como Castenfors (1967) encuentran un aumento en la excreción de potasio tras un ejercicio intenso y prologando; otros no encuentran variaciones (Wade CE, Dressendorfer, RH, O'Brien JC, Claybaugh JR 1981; Irving RA, Noajes TD, Irving GA, Van zyl-smit R 1986); y también se han comunicado disminuciones en la fracción de excreción de potasio (Boudou P, Fiet J, Laureaux C, Patricot MC, Gouzennec CY, Foofietti MJ, Villette JM, Friemel F, Hagg JC 1987; Irving et al 1986). Esta situación podría estar reflejando el hecho de que la hiperkalemia asociada al ejercicio físico es moderada y exenta de síntomas, siendo susceptible, además, de ser atenuada como consecuencia de procesos adaptativos, en deportistas entrenados. Sin embargo, se ha apuntado que, en determinadas situaciones anormales que condicionen una menor excreción renal del ión, podrían conducir a niveles potencialmente peligrosos de K^+ plasmático (Rose B.D., 1994).

Otro factor que se ha destacado, en la excreción renal de potasio, es el papel jugado por el HCO_3^- en la luz del segmento distal de la nefrona, habiéndose señalado que, cuando ésta es elevada, aumenta la excreción de potasio, mientras que una baja disponibilidad de este anión se relaciona con una kaliuresis disminuida (Lin et al, 1997, Amorin 2003)

Otros estudios subrayan otros mecanismos que pueden afectar la excreción de potasio. Así, en la acidosis, el reciclaje de K^+ en el tubo colector, por la acción de la ATPasa H^+-K^+ ; el flujo distal y la baja disponibilidad de Na^+ en condiciones de deshidratación que reduce la actividad de la ATPasa Na^+K^+ ; y los desplazamientos pasivos de este ión entre la luz tubular y el intersticio debidos a los gradientes eléctricos y químicos. También, el efecto de aniones impermeables que aumentan la negatividad transtubular favoreciendo la excreción de potasio. Y, asimismo, el importante papel del cotransporte K^+Cl^- en la compensación el gradiente eléctrico provocado por aniones, que conduce al aumento de la excreción de potasio. (Amorin 2003)

La regulación de la excreción de potasio por lo tanto dependerá de la presencia de mayor o menor número de cargas negativas en el túbulo colector cortical, la cual dependerá de la concentración de sodio, bicarbonato y cloro, así como del volumen urinario que llegue al túbulo colector cortical.

Existen factores, que hacen que se transfiera potasio del líquido extracelular al intracelular:

- 1- La insulina: Esta hormona promueve la entrada del potasio a los músculos y a los hepatocitos. (Clausen T, Everst M.E 1989)
- 2- Las catecolaminas: La liberación de estas hormonas provoca una estimulación de la bomba de sodio-potasio y estimulando la liberación de insulina.
- 3- El PH extracelular, en situaciones de alcalosis metabólica o respiratoria para compensar esta situación el potasio entra en el líquido intracelular. En caso de acidosis la respuesta es la contraria.

En efecto, la acidosis metabólica puede aumentar la concentración de potasio en el líquido extracelular entre 0,5 a 1,2 mMol/L.

En caso de acidosis mineral, el cloro (Cl⁻) no penetra en la célula, y cada ión hidrógeno que penetra en la célula es intercambiado contra un ión potasio que pasa del medio extracelular, para mantener el equilibrio electrolítico.

- 4- El ejercicio muscular intenso y prolongado puede acompañarse de una elevación de la kaliemia, secundaria a una liberación de potasio por las células musculares contracturadas. Además de los efectos del esfuerzo en la ATPasa Na⁺-K⁺ y sobre los canales de K⁺ ATP-dependientes, el ejercicio intenso está relacionado con una liberación intensa de glucagón y una inhibición de la secreción de insulina, responsables ambas de hiperglucemia e hiperkaliemia.

Potasio y ayuno:

Las investigaciones sobre excreción de potasio, en condiciones de ayunos prolongados, han revelado que, durante las dos primeras semanas, tiene lugar un aumento de la secreción cuyo origen puede estar en diversos factores:

- Aumento de la neoglucogénesis, por una excesiva utilización de la masa magra, de la que se derivaría una eliminación de nitrógeno, a través de la orina, y con ello la pérdida de 2 mg de potasio por cada 1 de nitrógeno.
- La acción de la aldosterona, que facilita la retención de sodio y la excreción de potasio.
- La liberación de agua intracelular, que iría acompañada de potasio, al ser éste el catión más importante, en este compartimento.
- La liberación celular de potasio: En su mayor parte del tejido adiposo que se cataboliza.

Sin embargo, diferentes estudios han evidenciado que ayunos estrictos durante un periodo más dilatado, conducen a una reducción en los ratios de excreción renal de este ión, a pesar de darse circunstancias favorables para lo contrario, como son: la existencia de niveles elevados de aldosterona, y la presencia, en la nefrona distal, de aniones no absorbibles, como β -hidroxibutirato (β -HB⁻), procedentes en su mayoría del metabolismo cetogénico. Como causas se han apuntado, una disminución en la actividad de la ATPasa Na⁺-K⁺, el reducido flujo de Na⁺ en las porciones distales tubulares, y la escasa disponibilidad de ⁻HCO₃ por el incremento de su reabsorción durante el ayuno crónico, todos ellos, en definitiva, factores que prevendrían la eliminación renal de K⁺.

Además, en estas situaciones, la disminución del pH promovería el reciclaje del K^+ secretado en la nefrona distal, desde la luz tubular al intersticio, por intervención de un antiporte ATP asa H^+-K^+ que actuaría en las porciones medulares del tubo colector. En este modelo de secreción de hidrogeniones, actuaría como aceptor el NH_3 con un resultado neto de eliminación de NH_4^+ y $\beta-HB^-$, en estequiometría 1:1, reduciéndose al mínimo la pérdida de cationes Na^+ o K^+ (Lin et al, 1997).

1.5.- ESFUERZO FÍSICO EN CONDICIONES LIMITANTES.

El desempeño de actividades laborales intensas o la práctica de ejercicio físico, provocan importantes cambios en la homeostasis general que exigen eficaces reajustes funcionales destinados a mantener los parámetros fisiológicos dentro de rangos admisibles. Los mecanismos implicados aumentan su eficiencia con el entrenamiento y la adaptación. Sin embargo, la interferencia con la respuesta homeostática, cuando se limitan los requerimientos necesarios para el restablecimiento del equilibrio interno, en especial los que afectan la ingesta de agua y sales o el aporte de sustratos energéticos, desemboca en severas alteraciones que pueden tener consecuencias fatales.

1.5.1.- DESHIDRATACIÓN

En unas pocas horas de ejercicio en un ambiente caluroso, la pérdida de agua puede alcanzar proporciones que impida la disipación del calor y comprometa la función cardiovascular y la capacidad de trabajo.

Se considera que una persona está en situación de deshidratación cuando la disminución o pérdida de agua en los tejidos supone un 3% o más, del peso corporal. El grado de deshidratación se suele clasificar en función esta pérdida, siendo leve cuando

es de un 3%, moderada si alcanza al 6% y severa a partir de un 9%, extremo que conlleva riesgo vital.

Como ya se ha dicho, cuando el organismo percibe una disminución del volumen de agua, se ponen en marcha una serie de mecanismos encargados de mantener el equilibrio homeostático. Además, hace frente al déficit de agua movilizándolo las reservas situadas en los tejidos periféricos: las mucosas se secan y se reduce mucho el contenido de agua en la grasa y en la piel. De esta manera se intenta mantener el soporte vital en fluidos tan importantes como la sangre o el líquido intracelular.

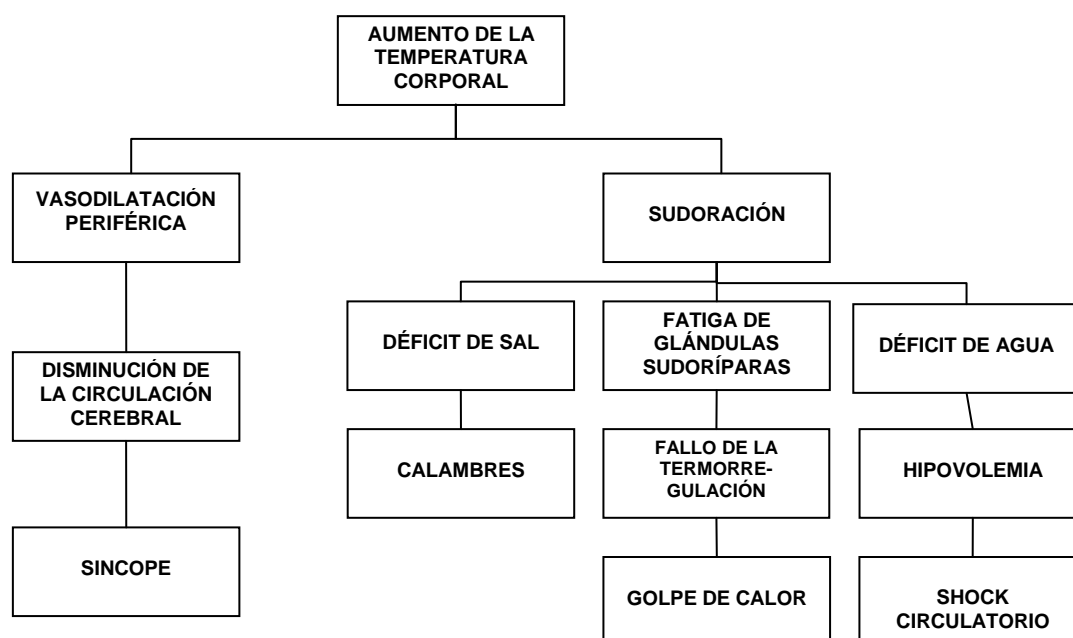


Figura 1.- Fisiopatología de la deshidratación (*Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*)

En la Figura 1 se muestran los efectos fisiopatológicos relacionados con la deshidratación que afectan directamente a parámetros circulatorios y al control de la temperatura corporal.

Considerando los cambios de osmolalidad, pueden considerarse varias situaciones (Saiz Menendez, B; 2005):

- **Deshidratación isotónica:** Cuando la pérdida de líquidos y sales es proporcional. El resultado es que se produce una disminución del líquido extracelular y de la volemia, situándose la osmolalidad plasmática entre los 285 -295 mmol/l.
- **Deshidratación hipotónica:** En este caso se pierde una mayor cantidad de sales que de líquidos. En tal circunstancia, el organismo hace un trasvase de líquidos al interior de las células, para compensar la caída de osmolalidad plasmática que alcanza cifras inferiores a 285 mM/L, siendo la concentración de sodio menor de 135 mEq/L.

Las principales causas que producen este tipo de deshidratación son:

- b) Pérdida de sodio: Quemaduras importantes, diarrea, vómitos, etc.
 - c) Aumento de agua: Por una actividad inadecuada de la ADH, carga de agua, etc.
- **Deshidratación hipertónica:** Aquí, al contrario que en el caso anterior, es mayor la pérdida de agua que de sales, por lo que del interior celular se desplaza el líquido intracelular hacia el compartimento extracelular. La concentración de sodio es mayor a 145 mEq/L y la osmolalidad plasmática mayor de 295 mmol/l. Este tipo de deshidratación tiene lugar, sobre todo en personas que tienen limitada la ingesta de

agua. En la mayoría de los casos, este cuadro viene asociado con acidosis metabólica.

Etapas de la deshidratación

La deshidratación es un proceso progresivo, cuyo estado avanza conforme va pasando el tiempo, y no se corrige el desequilibrio hídrico. En las primeras 24 horas sin ingerir líquido disminuye la reserva acuosa aproximadamente en un 2% del peso húmedo del cuerpo, incrementándose la concentración de solutos y la osmolalidad de la sangre. En esta situación, se estimula la liberación de ADH y se activa el mecanismo de la sed. Sin embargo, en este estado de deshidratación parcial con la diuresis reducida, se produce una insuficiencia en el mecanismo de la sed que se manifiesta por una relación indirectamente proporcional entre las pérdidas de agua y la ingestión espontánea de bebidas, que conduce al hecho de que cuando mayor es la tasa de pérdida, menor es el porcentaje que se repone.

En tales condiciones, a medida que progresa el déficit de agua, se produce una disminución del volumen plasmático, que favorece el traspaso de agua desde las reservas celulares al espacio vascular.

A los cuatro días sin beber se han perdido aproximadamente el 8% del peso húmedo del cuerpo, produciéndose una sequedad de las mucosas, pero una disminución ligera del volumen plasmático y de la presión arterial. A los 7 días se ha perdido aproximadamente un 14% del peso húmedo del cuerpo, apareciendo reacciones más graves, debido al colapso vascular y a la hipotensión, que desemboca en un estado comatoso y fallo multiorgánico. Cuando la pérdida alcanza al 15% del peso húmedo se produce la muerte de la persona.

Todo este proceso se puede ver acelerado o disminuido en función de la temperatura ambiente, de la utilización de agua con exceso de sales (p.e. de mar, en náufragos), de la ingesta de alimentos, etc.

Indicadores de deshidratación:

La deshidratación puede ser medida de una forma precisa o estimarse a través de métodos indirectos. Así, se pueden considerar:

Indicadores complejos:

a) Medida del agua corporal total:

Basada en las mediciones de la dilución de las cantidades traza de un isótopo (generalmente óxido de deuterio, $^2\text{H}_2\text{O}$).

b) Osmolalidad del plasma:

Medida de la osmolalidad plasmática mediante osmómetro. El aumento en la presión osmótica del plasma es proporcional a la disminución en el agua corporal total.

Indicadores sencillos:

a) Concentración de la orina:

Los indicadores urinarios de la deshidratación incluyen una disminución en el volumen de orina, aumento de la densidad, osmolalidad urinaria alta, y color de orina oscuro (Grandjean, A.C, Reimers, K.J, Haven, M.C., Curtis, G.L. 2003)

b) Masa corporal:

La masa corporal se suele utilizar para medir los cambios rápidos en la hidratación de las personas. Utilizando esta técnica se supone que la pérdida de 1 gr de masa corporal es equivalente a 1 ml de agua corporal perdida.

Otros indicadores:

a) Indicadores sanguíneos: A parte de la osmolalidad plasmática antes comentada, existen otros indicadores sanguíneos para analizar el nivel de deshidratación, los cuales son:

- El volumen plasmático, que disminuye proporcionalmente al nivel de deshidratación. Este volumen puede calcularse a través de los niveles de hemoglobina y hematocrito (Dill y Costill, 1974).
- El sodio plasmático, los niveles de sodio aumentado pueden ser síntomas de deshidratación, aunque es un valor más variable que los métodos de agua corporal total o la osmolalidad.
- Las concentraciones en plasma de las hormonas reguladoras de líquidos, niveles de ADH y aldosterona, suelen ser indicativos de deshidratación.

b) Bioimpedancia:

Consiste en el análisis de la impedancia bioeléctrica. Esta técnica puede dar una estimación rápida del agua corporal total y su división, utilizando un sistema de multifrecuencia a través de unos electrodos que se colocan en la piel. Si bien es una técnica aun por estandarizar y que puede no ser viable en situaciones donde el sudor, la hidratación, etc. Entren en juego.

c) Frecuencia cardiaca y presión sanguínea: (Rizzatti y Romero, 2001)

En situaciones de cambio de postura, de hidratación y deshidratación se han producido alteraciones en ambos parámetros si bien, no es un indicador sensible y fiable para el cálculo de la deshidratación.

d) Saliva y síntomas:

Los cambios en la osmolalidad de la saliva, parecen ir parejos a los cambios de hidratación. Sin embargo es un valor más variable que la osmolalidad urinaria o plasmática (Walsh N.P, Laing SJ, Oliver JC, Montague R, Walters y Bilzon JLJ 2004).

Los síntomas de la deshidratación también puede ser una forma de valoración, aunque son mucho más subjetivos, entre estos podemos encontrar: Mareos, calambres, dolor de cabeza, sequedad en la boca y saliva espesa.

1.5.1.1.- EJERCICIO FÍSICO Y EQUILIBRIO HIDROSALINO

Durante las primeras horas de ejercicio físico sin ingerir agua, el líquido se pierde principalmente del compartimento extracelular y, si esta situación persiste, el compartimento intracelular empezará a verse afectado. La deshidratación puede ser causada por falta de ingesta de líquidos o por la pérdida de estos (Pulsomed 2003), asociándose al balance negativo de líquidos, un trastorno en el equilibrio de electrolitos esenciales: sodio, cloro y potasio. (Lopategui, 2000). La producción y acumulación de productos metabólicos, por efecto de la contracción muscular, hace que el líquido del espacio intersticial se vuelva hipertónico, lo que tiene como resultado un descenso del volumen plasmático de alrededor de un 10%, al inicio del ejercicio, descenso que sigue ocurriendo, aunque de forma más pausada 3-5%, con posterioridad, lo cual conduce a una elevación del valor hematocrito (Sánchez-González JM, Rivera-Cisneros AE, Ramírez MJ, Tovar-García JL, Portillo-Gallo J, Franco-Santillán R 2005).

La generación de calor producida por el ejercicio eleva la temperatura corporal de forma dependiente de la intensidad del esfuerzo, de las condiciones ambientales, de la ropa que se usa y del grado de entrenamiento de la persona que

realiza el ejercicio. Para compensar este aumento de temperatura se ponen en funcionamiento los mecanismos termorreguladores que evitan un aumento descontrolado de la temperatura corporal. El calor es transportado al exterior por medio de radiación, convección, conducción y principalmente por evaporación del sudor. La cantidad total de sudor que se pierda estará en función de la superficie expuesta al medio ambiente, de la temperatura y humedad y las corrientes de aire entorno al cuerpo (López Miñarro, 2002). La eficacia de este sistema depende de que se mantengan los volúmenes corporales. Sin embargo, el aumento de la pérdida de agua como consecuencia del sudor conduce a una disminución del volumen circulatorio total y del líquido intracelular, que limita la capacidad de sudoración para mantener la presión sanguínea, lo cual reduce la posibilidad de perder el calor excedente. Existe, pues, una relación directa entre la deshidratación y la menor capacidad del sistema termorregulador para cumplir con su función, lo que aumenta el riesgo de agotamiento por calor y golpe de calor. Además, la caída del volumen circulante, por esta causa, hace descender el volumen sistólico de forma que el sistema cardiovascular tiene dificultad para mantener el gasto cardíaco, a pesar del incremento de la frecuencia cardíaca, lo que en primera instancia disminuye el rendimiento del deportista, pero puede conducir al shock circulatorio si la situación no se corrige.

El nivel de entrenamiento de la persona que practica el ejercicio físico en condiciones de calor y por lo tanto deshidratación condiciona la manera de afrontar el ejercicio, ya que las personas con mejor nivel de entrenamiento suelen soportar mejor estas situaciones, debido a que sufren un menor pérdida de volumen plasmático, mayor en las mujeres que en los hombres (Sánchez-González JM, et al 2005). Las personas entrenadas tienen la capacidad de retención renal de sodio aumentada y por lo tanto de agua (Convertino VA, 1993) lo cual es un mecanismo idóneo de conservación de volumen plasmático y por consiguiente de prevención de la deshidratación. Algunos

autores han sugerido que los músculos durante el ejercicio retienen agua, como consecuencia del aumento de su osmolaridad, que puede ser utilizada posteriormente para compensar la pérdida de volumen plasmático, durante el periodo de recuperación de un ejercicio (Costill DL, Branam G, Finck W, Nelson R, 1976).

La función renal también se ve afectada durante el ejercicio, por la deshidratación, reduciéndose el volumen urinario, por aumento de la reabsorción de sales y líquidos en los túbulos distales y proximales. Durante el ejercicio intenso, se produce una reabsorción de sodio y cloro disminuyendo su excreción urinaria. (Casterfors et al 1967, Wade et al, 1981, Boudou y cols, 1987; Irving y cols, 1986). Durante el ejercicio prolongado e intenso, en condiciones de deshidratación, se produce hiperosmolaridad, hipernatremia, hiperkaliemia y elevación de niveles plasmáticos de aldosterona, con disminución de la fracción de excreción de sodio al final del ejercicio y aumento del de potasio, al final de la recuperación (Díaz D, aramillo, H,1999).

El efecto de la deshidratación se puede apreciar sobre todo en ejercicios aeróbicos y prolongados, la capacidad aeróbica disminuye cuando la pérdida de líquidos es de un 3% en ambientes normales o de un 1% en ambientes calurosos, no siendo determinantes en esfuerzos breves e intensos. (Willmore y Costill, 1999). Siendo los efectos de la deshidratación progresivos haciéndose estadísticamente significativos a partir de la segunda hora de ejercicio (González-Alonso, J, Heaps CL, Coyle, E, 1998).

Se ha encontrado una disminución del rendimiento general en condiciones de deshidratación (Coyle y Hamilton, 1990). Evidenciando además que el rendimiento disminuiría en mayor proporción en deportes de prolongada duración y ambientes cálidos. (Sawka MN, Pandolf, KB 1990). El calor y la humedad ambiental afectarían negativamente en esfuerzos mayores de 15 minutos (Lamb y Helmy, 2002) produciendo fatiga y pudiendo derivar en calambres o fatiga extrema, puesto que se necesitarían alrededor de 12 minutos para que la tasa de sudoración se eleve sensiblemente sobre los

valores de reposo (Montain, SJ., Coyle EF, 1992). Este descenso del rendimiento del deportista causado por la deshidratación se verá resumido en dos grandes aspectos (Roses, J; Pujol, P, 2006):

- 1) La afectación del sistema cardiovascular por el aumento del trabajo del músculo cardíaco debido a la disminución del volumen sistólico.
- 2) El deterioro funcional de los músculos y tendones debido a la alteración de la estructura normal de las proteínas contráctiles y del colágeno.

Lo que se traduciría en un descenso de los niveles de capacidad física y mental durante la práctica de una actividad deportiva de competición(Mesa, JL, Ruiz, J, Mula, F, Gutiérrez A, Castillo, M 2002).

El Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM), ha establecido unos niveles de riesgo para la Temperatura y humedad, considerándose muy alto cuando es mayor de 28°C; alto, entre 23°C y 28°C; entre 18°C y 20°C el riesgo es moderado y bajo cuando es inferior a 18°C .

Así mismo la deshidratación se ha relacionado con una disminución en las actividades que requieren precisión, como puede ser el tiro a puerta en fútbol (Monge V, Caballero W 2004). En general, se considera que el rendimiento se ve afectado en función del grado en la que ésta se produzca, así niveles de un 2% conllevan una reducción del rendimiento aeróbico (Mudambo, K, Leese, GP, Renniem, J 1997) y disminución del rendimiento cognitivo.

1.5.1.2.- REHIDRATACIÓN

Se considerarán, en este apartado, aspectos relevantes en relación con la rehidratación oral. No incluimos, pues, la de carácter terapéutico entendiendo que la dimensión clínica excede el propósito de esta investigación.

Una cuestión capital a tener en cuenta es que, aún en estado de deshidratación, la formación de orina se reduce pero no se detiene debido a la necesidad de eliminar productos metabólicos (Roses y Pujol, 2006), es por eso que el volumen de líquido ingerido debe ser mayor que el volumen de líquido perdido, para volver al equilibrio hídrico (Maughan R, Leiper JB Shirreffs RB, 1996).

El agua es transportada en su totalidad a través de la membrana intestinal (un 60% a través de la primera porción duodeno-yeyuno) por difusión. Esta difusión ocurre bajo una presión osmótica, por lo tanto, tan importante como el volumen de líquido ingerido es la composición de ese líquido, ya que está demostrado que la administración de agua pura para la rehidratación no es el mejor medio cuando se pretende una restauración rápida (Costill y Sparks, 1973; González-Alonso, et al 1992; Nose H, Mack GW, Shi X, Nadel ER 1988) ya que el efecto que se consigue es una disminución de la osmolalidad plasmática y de la concentración de sodio, provocando así un aumento de la diuresis, con lo que la rehidratación completa no se logrará a no ser que se reponga el volumen de líquido y la concentración de electrolitos perdidos.

Maughan y Leiper, 1995, en un estudio donde hacían perder el 1,9% del peso corporal a unos atletas administrándole posteriormente bebidas con diferente concentración de sodio, comprobaron que la cantidad de sodio consumida con la bebida influía en la cantidad de orina producida en horas posteriores, siendo mayor esta si la bebida era agua pura que si la bebida contenía 100 mEq/L de ClNa, aunque la mayoría de las bebidas que se utilizan para la rehidratación contienen entre 10 -20 mEq/L. En consecuencia, para una correcta rehidratación el líquido que se suministre debe contener electrolitos y entre ellos algunos de los factores que afectan favorablemente a la absorción de agua:

- **Glucosa:** La presencia de hidratos de carbono en la concentración adecuada (8%) mejora el vaciamiento gástrico de agua (Murray, Bartoli W, Stofan J, Horn M, Eddy, 1999) ayuda a la absorción de sodio y agua (Powel 1987). Si bien, esta concentración de glucosa aumenta la osmolaridad del líquido ingerido, con lo que lo ideal sería azúcares osmoticamente inactivos.
- **Sodio:** La presencia de sodio, es importante para su restablecimiento debido a la pérdida que se produce de este electrolito debido al sudor.
- **Aminoácidos:** La inclusión de aminoácidos en las bebidas de rehidratación, tiene la misión de proporcionar una estimulación para la absorción de sodio y agua independientemente de la glucosa (Hellier MD, Thirumalai C, Holdsworth CD, 1973).
- **Osmolalidad:** La osmolalidad de la bebida ingerida tiene también una gran importancia a la hora de la rehidratación de la persona. Aunque esta va a depender en gran medida del tipo de deshidratación que se padezca. Los pacientes con deshidratación isotónica deben recibir una solución salina isotónica de cloruro sódico al 0,9%, para restablecer sus niveles hidroelectrolíticos; en caso de deshidratación hipertónica se recurrirá a soluciones hipotónicas al 0,45%; y cuando se trata de deshidrataciones hipotónicas han de administrarse soluciones hipertónicas con cloruro sódico al 3%.
- **Aniones:** La presencia de cloruro es fundamental para maximizar el transporte de agua y sodio.

1.5.2.- EJERCICIO EN CONDICIONES DE HIPOGLUCEMIA:

Los niveles de hidratos de carbono previos al inicio del ejercicio físico son determinantes para el rendimiento del deportista. La producción de ATP durante el esfuerzo muscular estará determinada por la disponibilidad de glucosa en sangre y del glucógeno muscular. La depleción de estos dos depósitos hace imposible mantener una tensión contráctil compatible con un buen rendimiento deportivo, aunque las grasas y proteínas colaboren en el pool energético (Costill D. L., Flynn M. G., Kirwan J. P., Houmard J. A., Mitchell J., Thomas R., Park S. H, 1973), habiéndose señalado que, incluso, el ayuno de la noche es suficiente para reducir de manera significativa la capacidad de aporte del glucógeno hepático, lo que influye en el rendimiento deportivo (Nilsson L. H., Hultman E, 1973).

Cuando los niveles de glucosa y glucógeno son muy bajos, se debe reducir la intensidad del ejercicio para dar tiempo a que las grasas satisfagan las necesidades energéticas de los músculos. (Bergstrom J., Hultman E, 1966; Bergstrom J., Hultman E, 1967). La realización de un ejercicio en ambientes calidos favorece a la utilización de los hidratos de carbono, siendo la contribución del glucógeno muscular más elevada en estas circunstancias.

En el ser humano los depósitos de glucógeno muscular y hepático dependen en un gran porcentaje de la ingesta de hidratos de carbono. Durante el ayuno prolongado, el hígado, a través de la contribución del glucógeno hepático, mantiene los niveles de glucosa sanguínea, razón por la cual los niveles de glucógeno hepático estarán disminuidos. El entrenamiento y la depleción del glucógeno hepático adecuadamente controlados pueden llevar a un estado de supercompensación, aumentando la capacidad de almacenamiento de glucógeno del hígado.

En cuanto al glucógeno muscular, la tasa de utilización de este es mayor en los primeros 15-20 minutos de ejercicio, disminuyendo su uso posteriormente. Apareciendo

el máximo agotamiento de estos depósitos tras un ejercicio prolongado de más de dos horas de duración. (López Chicharro, J, Fernández Vaquero, A, 1995).

La ingesta de hidratos de carbono previa al esfuerzo también tiene efecto sobre el rendimiento. Algunos autores muestran que las personas que han ingerido hidratos de carbono 4 horas antes del ejercicio tenían mejor rendimiento con una tasa mayor de oxidación de hidratos de carbono, en una prueba en un cicloergómetro de 15 minutos al 77% del $VO_{2máx}$, que las personas que habían pasado una noche de ayuno (Neufer P. D., Costill D. L., Fink W. J., Kirwan J. P., Fielding R. A., Flynn M. G, 1986). Otros autores destacan una disminución de la tasa de depleción de glucógeno y una mayor oxidación de grasas, debido a un aumento de ácidos grasos y glicerol, si se realiza ejercicio después de 23 horas de ayuno (Dohm, GL; Beeker, RT, Israel RG; Tapscott EB, 1986), estos autores también observaron un aumento significativo en la producción del lactato durante un ejercicio al 70% del $VO_{2máx}$.

En relación a la homeostasis de la glucosa en situación de ayuno, los resultados de los estudios son contradictorios. Algunos autores han comunicado que ésta se mantiene en los niveles normales a pesar del agotamiento del glucógeno hepático, lo cual puede ser posible por una disminución del uso de la glucosa debido a una menor actividad de la piruvato deshidrogenada y un aumento de la gluconeogénesis (Dohm, GL, et al 1986; Martineaud JP, Cisse F, Samb A 2000). Otros resultados apuntan a un aumento de los niveles de glucosa en sangre, en estas condiciones (Coyle EF, Jeukendrup AE, Oseto MC, Hodgkinson BJ, Zderic TW, 2001) y también se han publicado resultados que informan de un descenso de los niveles de glucosa, en relación con las personas que siguen una dieta normal (Bjoerkman O, Eriksson LS. 1983). Otros autores describen, en los deportistas que ayunan, unos niveles de glucosa previos al ejercicio por debajo de los que muestran un grupo que no realiza el ayuno, sin embargo,

tales diferencias se anularon durante el ejercicio físico (Dohm GL, et al 1986; Gueye L., Seck D., Samb A., Cisse F., Camara K., Martineaud J.P, 2003).

El papel de los recursos grasos es también relevante para el mantenimiento del esfuerzo. Durante el ayuno se produce un incremento de los niveles sanguíneos de ácidos grasos, y de su oxidación, lo que afecta al rendimiento evidenciándose que en el ejercicio en ayunas disminuye el rendimiento tanto en intensidad submáxima, por la aparición de la hipoglucemia, como en ejercicios de máxima intensidad por la alteración del equilibrio ácido-base (López Chicharro J et al 1995). Los cuerpos cetónicos producidos por el metabolismo de las grasas serán metabolizados por el corazón, músculos y en caso de ayuno prolongado por el cerebro, lo que conduce a una reducción del 50% de la capacidad de trabajo.

1.6.- FISIOLÓGÍA DEL RAMADÁN

1.6.1.- ASPECTOS GENERALES.

Durante el ayuno del Ramadán las personas que lo practican sufren importantes modificaciones fisiológicas fundamentalmente debidas a las restricciones impuestas, especialmente hídricas, y a los cambios de ritmos en los ciclos de vigilia-sueño a que se ven sometidos a lo largo de un mes, con carácter intermitente, es decir, ayuno durante las horas de sol y ruptura durante la noche, que se repite día tras día.

Aún cuando son relativamente escasos los estudios sobre los cambios que se producen en los musulmanes durante el ayuno algunos aspectos han sido puestos de manifiesto:

En relación con el peso corporal, algunos resultados apuntan a disminuciones durante este mes (Soliman, N, 1987; Azizi, F, 1987; Bigard, AX; Boussif, M, Chalabi,

H; Guezennec, CY; 1998; Ati, J; Beji, C, Danguir, J, 1995; Sweileh, N, Schnitzler, A, Hunter, GR; Davis, B, 1992; Bילו, YY, 1998; Ramadan, J, Tekahoum, G, Al-Zaid, NS, Barac-Nieto, M, 1999; Beltaifa L, Bouguerra R, Ben Slama C, Jabrane H, El-Khadhi A, Ben Rayana MC, Doghri, T, 2002; Zlaee, V, RazaeL M, Ahmadinejab Z, Shaikh H, Yousefi R, Yarmohammadi L, Bozorgi F, Behjati MJ 2006), observándose además un descenso del metabolismo basal, durante el día, con el objeto de adaptar al organismo a la nueva situación. Contrariamente, otros investigadores, sin embargo, han encontrado un aumento del peso corporal durante el mes del Ramadán (Frost y Pirani, 1989; Guerrero R 2001), asociado a una disminución del número de comidas diarias (Frost y Pirani, 1989; Guerrero R, Sánchez Caravaca, MA, Ramírez, J, Pérez J, Jiménez, M 2001). También, algunos estudios no encuentran diferencias significativas en el peso corporal, constatando ligeras pérdidas de peso con un importante componente de variabilidad individual, que se recuperan pronto, en el periodo inmediato posterior, alcanzado valores similares a los basales (Finch, GM, Day, JEL; Razak, Welch, DA, Rogers, PJ , 1998; Jimenez, M, Ramirez J, 1999; Ramadan, JM, Barac-Nieto, M 2000; Yucel A, Degirmenci B, Acar M, Albayrak R, Haktanir A 2006).

En lo referente al porcentaje de grasa corporal, los resultados también son contradictorios ya que se ha indicado un descenso significativo en comparación con los valores PRE-Ramadán. (Sweileh, N; Schnitzler, A; Hunter, GR; Davis, B, 1992). Otros autores no observan diferencias en el porcentaje de grasa abdominal y si en una reducción en la grasa visceral durante el mes del Ramadán (Yucel A et al 2006). Así mismo un estudio en escolares musulmanes, realizado en la ciudad de Ceuta, destaca un aumento del porcentaje de grasa corporal en mujeres y un descenso en chicos (Guerrero R, et al 2001). Otros autores han establecido un patrón de variación de carácter individual respecto al peso corporal, ya que de una muestra de 289 estudiantes, se

encontró que en un 48% de los casos los sujetos no sufrían modificaciones, en un 35% el peso disminuyó y en un 14% experimentaron un aumento. (Afifi, 1997).

En relación a los parámetros bioquímicos:

Se han descrito aumentos de los valores de la bilirubina, en los diez primeros días del ayuno, (Azizi, 1987). También se ha informado de elevaciones en el nivel de ácido úrico en sangre (Fedail SS, Murphy D, Salih SY, Bolton, CH, Harvey, RF.1982; Ati J, et al 1995; Gumaa, KA, Mustafa, KY, Mahmoud, NA, Gader, AM 1978; Nomani, MZA, Hallak, MH, Siddiqui, IP 1990; Al-Hader, AFA; el al, 1994; Negra, ST, Rahman, ZU, Javaria, M, Mfshan, JQ, 1998; Al-Muhanna; FA 1998). Un estudio (Al Muhanna, 1998), destacó una elevación significativa en los niveles de creatina y ácido úrico, durante el mes del Ramadan y sus dos semanas posteriores. Azizi (1987), ha observado descensos en los niveles de glucosa sobre el décimo día de Ramadán, que se incrementan durante los días 20 y 29. Sin embargo, otros autores no han encontrado cambios significativos en la glucemia (Negra, ST, et al 1998; Sarraf-Zadegan N, Atashi M, Naderi GA, Baghai AM, Asgary S, Fatehifar MR, Samarian H, Zarei M.2000) resultado que se ha atribuido a la dieta hipocalórica que siguieron las personas estudiadas. En este mismo sentido algunos autores sugieren que no existen modificaciones en los niveles de glucosa plasmática y presión arterial (Beltaifa L et al 2002).

Otros estudios reseñan un descenso en los niveles de glucosa en sangre (Larijani B, Zahedi F, Sanjari M, Amini MR, Jalili RB, Adibi H, Vassigh AR., 2003; Zlaee V et al 2006) durante la segunda y la cuarta semana en comparación con los niveles basales, y se han aportado evidencias de hipoglucemia posterior a un entrenamiento anaeróbico 10 horas después de la última comida, si bien, destacan que la dieta alta en hidratos de carbono es una manera de prevenir esta hipoglucemia (Faye J, Fall A, Badji L, Cisse F,

Stephan H, Tine P. 2005). También se ha observado diferencias en la glucemia entre jóvenes entrenados y sedentarios durante el mes de Ramadán, evidenciando que después de un ejercicio submáximo el mes del Ramadán no conlleva cambios significativos en la glucemia de las personas entrenadas y sin embargo si en las personas no entrenadas (Ba A, Samb A, Seck D, Kane MO, Seck MB, Sarr FB, Ciss M, Gueye L, Cisse F., 2005)

En lo tocante a las consecuencias atribuibles a las modificaciones en los patrones de sueño, los resultados publicados informan de cambios en los perfiles metabólicos, de glúcidos y lípidos; (Ati, j; Beji, C; Danguir, J, 1995), habiéndose observado un aumento en la oxidación de las grasas y una disminución en la oxidación de los hidratos de carbono, durante el corto espacio de la noche. Este mecanismo de adaptación es fundamental para el mantenimiento del peso corporal y compensar los cambios de ritmo circadianos.

En relación al perfil lipídico: Los datos aportados por la bibliografía indican también resultados controvertidos. Se ha informado de un descenso en el nivel del colesterol total en sangre, junto con el de triglicéridos observando, al final del Ramadán, un aumento de la HDL y una disminución de los valores del LDL, lo que se ha interpretado como un efecto beneficioso del Ramadán como cardioprotector (Adlouni, A, Ghalim, N, Benslimane, A, Lecerf, JM, Saile, R, 1997; Mahoob, S, Sattarivand, R, Nouri, M, Arefhosseini, S 1999; Qued, D; Bijani, K, Kalavi, K, Mohiti, J, Aliakbarpour, H 2002; Aksungar FB, Topkaya AE, Akyildiz M, 2007). También se han comunicado aumentos del colesterol total y de HDL durante el mes del Ramadán (Lamine F, Bouguerra R, Jabrane J, Marrakchi Z, Ben Rayana MC, Ben Slama C, Gaigi S., 2006). Y también, otros han descrito aumentos del nivel de colesterol en sangre, acompañado de un descenso del peso corporal (Fedail et al, 1982; Shoukry, MI, 1986; El Arnaoty, YM, Johnson, WA, 1991), lo que contradice los supuestos efectos

beneficiosos del Ramadán como cardioprotector. Algunos autores describen un aumento del colesterol total y de HDL durante el mes del Ramadán (Lamine F, et al 2006)

En otros estudios, sobre el mismo tema, no se han encontrado diferencias en la concentración de LDL con respecto al inicio del Ramadán, confirmando sin embargo el aumento de las HDL.(Maislos, M, Khamaysi, N, Assali, A; Abou-Rabiah, Y, Zvili, I, Shany, S, 1993; Aksungar FB, Eren A, Ure S, Teskin O, Ates G.2005; Benli Aksungar F, Eren A, Ure S, Teskin O, Ates G 2005). Pero también hay resultados en la dirección contraria, es decir, un aumento en las LDL y un descenso de la HDL, todo ello sin que se observaran cambios en los niveles de colesterol total (Hallak, MH; Nomani, MZ, 1988; Zlaee V et al 2006), con lo que, para éstos, no parece tan claro el efecto beneficioso en los niveles de colesterol durante el mes del Ramadán.

Se ha sugerido que el Ramadan produce un descenso solo de triglicéridos, sin variación en los demás parámetros lipídicos (Afrasiabi A, Hassanzadeh S, Sattarivand R, Mahboob S, 2003). Pero, contrariamente, también se han comunicado resultados opuestos, donde se destaca un aumento de los niveles de triglicéridos, en sujetos bajo estas condiciones, con un índice de masa corporal dentro de la normalidad (Zlaee et al 2006).

Finalmente, algunos autores no han podido encontrar variaciones del perfil lipídico, durante el mes del Ramadán, concretamente en el colesterol total, triglicéridos, LDL (Aksungar FB, Eren A, Ure S, Teskin O, Ates G.2005) y HDL (Sarraf-Zadegan N, et al 2000)

En cuanto a modificaciones endocrinas:

En relación a las modificaciones hormonales, los estudios ponen de manifiesto alteraciones de ACTH, aumentos en los niveles de cortisol (Al-Hadramy, MS, Zawawi , TH, Abdelwahab, SM; 1988; El- Migdadi F, Ei- Azawi Z, Abudheese R, Bashir, N

2002) y de testosterona, así como en el pico de la prolactina durante el atardecer (Bogdan, A; Bouchareb, B; Touitou, Y, 2001), y se ha concluido que la modificación en los hábitos de sueño (Roky, R, Chapotot, F, Hakkou, F, Bencherkroun, MT, Buguet, A 2001; Bencherkroun, MT, Roky, R, Toufiq, J, Benaji, B, Hakkou, F 1999), sociales y psicológicos inducían cambios en los ritmos de secreción de algunas hormonas. Asimismo (Ben Salem L, B'chir S, Bchi F, Bouguerra R, Ben Slama C 2002) encontraron modificaciones en el ritmo circadiano del cortisol, con un aumento de forma significativa de los valores de cortisol a las 8 p.m, y una disminución de los valores de cortisol a las 8 a.m. en comparación con los valores pre-Ramadán, confirmando (Roky R, Houti, I, Moussamih S, Qotbi S, Aadil, N 2004) estas alteraciones en el ritmo circadiano del cortisol, durante el mes.

La TSH, es otra de las hormonas que sufre un aumento durante el mes del Ramadán (Sajid, KM, Akhtar, M, Malik, GQ, 1991), aspecto éste no confirmado en otros estudios (Azizi, 1987) en los que no ha podido encontrarse modificaciones en los valores de TSH.

En relación a la insulina se ha sugerido un posible control de su secreción por el SNC, independiente de los valores de glucosa en sangre, habiéndose comunicado asimismo valores más elevados por la mañana que por la noche (Merl, V., Peters, A., Oltmanns, K. M., Kern, W., Hubold, C., Hallschmid, M., Born, J., Fehm, H. L., Schultes, B. 2004). Otros estudios han sugerido un aumento de los valores de leptina e insulina y un descenso de los niveles de neuropéptido-Y en ayunos con interrupciones nocturnas (Kassab S, Abdul-Ghaffar T, Nagalla DS, Sachdeva U, Nayar U 2004).

Alteraciones hidroelectrolíticas:

Uno de los aspectos más destacables durante el ayuno del Ramadán, es la deshidratación que sufren debido a las horas que pasan sin ingerir ningún tipo de líquidos, fenómeno que se hace patente durante la primera semana del ayuno, mientras que, en la última semana, se alcanzan valores próximos a los normales (Toda M, Marimoto, K; 2000). Coincidiendo con la jornada diurna, se han encontrado disminuciones en el volumen de orina, con significativas reducciones en la cantidad de sodio excretado y, en menor medida, en la de potasio (Cheah S.H., Ch'ng S.L., Husain R., Duncan M.T., 1989). Paralelamente se han observado aumentos en los niveles de sodio, bicarbonato y cloro (Sweileh, N, Schinitzler, A Hunter, G, Davis, B, 1992; Ramadan, J, Telahoum, G, Al-Zaid, NS, Barac-Nieto, M, 1999). En este mismo sentido se han comunicado descensos en la concentración de sodio, y potasio durante el día que retornaban a valores normales durante la noche (Mustafa KY, Mahmoud, N.A, Gumaa K.A, Gader A.M.A 1978; Cheah SH et al 1990).

En relación con las condiciones en las que se realiza el ayuno, otros autores (Schmahl, FW; Metzler, B; 1991), han encontrado signos de una severa deshidratación en 10 trabajadores, que fueron confirmados por una elevación del nivel hematocrito, proteínas, urea y creatinina, coincidentes con los resultados hallados por Leiper, JB; Molla, AM, Molla AM, (2003). También se han observado síntomas de deshidratación en las mujeres lactantes, afectando esto a la concentración de sodio, potasio y lactosa de la leche materna, concluyendo que el ayuno del Ramadán producía cambios en la osmolalidad y en la composición de la leche materna. (Prentice, AM, Lamb, WH, Prentice, A, Coward, WA; 1984). Otro estudio ha encontrado estos mismos síntomas de deshidratación durante la primera semana de Ramadán, observando además un descenso significativo en el VO_2 max durante esta fase, que retorna a valores normales, al final del ayuno (Sweileh, N; Schinitzler, A; Hunter, G; Davis, B, 1992).

En un estudio sobre el efecto del Ramadan en jóvenes escolares, se ha descrito un fenómeno de reajuste hídrico durante el periodo de ayuno, en dos fases: una aguda durante los primeros días, basada en la intervención de mecanismos de acción a corto plazo, que persiguen la conservación de la osmolalidad, como liberación ADH aumento de los niveles de aldosterona, (Jimenez, M; Villaverde, C; Ramírez J, 2002; Jimenez, M, Sánchez Caravaca, M.A, Villaverde, C; Ramírez J; Ruiz, G. 2004) y estrategias como la rehidratación nocturna incrementada con ingesta de hidratos de carbono, que garantizan una retención de agua capaz de paliar las pérdidas producidas durante el día; a la que sigue una adecuación del sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona, que terminaría por asumir, en la fase adaptada del proceso, el control de la volemia. En el mismo estudio se ha informado sobre incrementos plasmáticos de potasio que se mantendrían una semana después del Ramadán, habiéndose destacado este hecho como un importante factor para la liberación de la aldosterona, a lo largo del mes.

Cambios ventilatorios:

La función ventilatoria también constituye otro aspecto controvertido en relación con el Ramadán. Algunos autores no han encontrado cambios significativos, por lo que suponen que ésta no se ve afectada por el ayuno (Duncan MT, Hussain R, Raman A, Cheah, SH, Ch'ng, SL. 1990). Otros, sin embargo, han comunicado un marcado descenso en el coeficiente de intercambio respiratorio (R), durante la fase estacionaria de un ejercicio submáximo, lo que evidencia un aumento en el catabolismo de grasas, contribuyendo así al mantenimiento del gasto energético en estas condiciones (Ramadan, J, Telahoum, G, Al-Zaid, NS, Barac-Nieto, M, 1999). Otros autores confirman el descenso del coeficiente de intercambio respiratorio, en actividades de aeróbicas de baja intensidad, efecto que se hace más marcado durante la primera semana

del Ramadán, coincidiendo con un aumento de la oxidación de la grasas que es mayor durante este periodo (Stannard SR, Thompson MW. 2007)

Cambios psicológicos:

Además de alteraciones fisiológicas, el Ramadán implica modificaciones de carácter psicológico, especialmente en lo relativo a capacidades perceptivas, atención, así como en los niveles de irritación, como ha sido puesto de manifiesto en diferentes estudios. Se han descrito cambios en la velocidad de reacción de los sujetos que lo realizan, desde el comienzo del mismo (Roky R, Iraki L, Hajkhilifa R, Lakhdar N, Hakkou, F, 2000). El mismo estudio evidenció una disminución de los niveles de alerta del sujeto sobre las 9 horas a las 16:00, aumentando a las 23:00 horas, todo ello afectado por los cambios de vigilia-sueño que produce el ayuno.

Otro efecto psicológico estudiado es el aumento de la irritabilidad de los sujetos, que es mayor en las personas fumadoras, aumentando de forma progresiva hasta alcanzar su máximo nivel en los últimos días del Ramadán (Kadri, N, Tilane, A, El Batal, M, Taltit, Y, Tahiri, SM, Maoussaoui, D, 2000). Estos cambios se ven confirmados, de manera indirecta, por un estudio que comprueba una mayor incidencia de accidentes de tráfico durante este mes (Roky, R, et al 2004).

La alteración de los patrones de vigilia-sueño, constituyen una forma de estrés capaz de provocar importantes cambios fisiológicos, alterando la homeóstasis del organismo. El cambio en los ritmos de vida por las veladas tardías, conduce a una falta de sueño que se ha relacionado con problemas como, mayor irritabilidad, cefaleas, ansiedad, entre otros. Un estudio con 256 estudiantes universitarios (Afifi ZE, 1997), ha evidenciado que las personas que realizan Ramadán, se involucran en actividades que reducen el nivel de ansiedad, (ver la televisión, escuchar la radio, visitas) y en actividades espirituales (rezar y leer el Corán). En cuanto al rendimiento intelectual,

puso de manifiesto un descenso en el rendimiento de manera que alrededor del 50% de los sujetos mostraran una reducción en la actividad, en el deseo de estudiar y en habilidad de la concentración. Relacionado con lo anterior, otros autores han observado como, en una muestra de 750 personas, el 34,3% de la misma se sentía cansada y sin ganas de trabajar (Karaagaoglu, N, Yucetan, S, 2000; Iraki L; Bogdan A, Hakkou F, Amrani N, Abkari A y Touitou, Y, 1997).

1.6.2.- EL EJERCICIO FÍSICO DURANTE EL MES DE RAMADÁN.

A pesar de las limitaciones impuestas por el ayuno del Ramadan, probablemente por su carácter cíclico, por el que los déficits diurnos resultan compensados con la ingesta nocturna, el desarrollo de la vida diaria entre los musulmanes que lo practican pone de manifiesto que la actividad física y el esfuerzo pueden seguir desempeñándose, con algunas consideraciones que se refieren especialmente a la capacidad adaptativa del individuo y las condiciones en las que el esfuerzo es llevado a cabo, lo que redundaría finalmente en el rendimiento.

Se ha comunicado que los niveles de glucosa, frecuencia cardiaca y tensión arterial, en sujetos sometidos al ayuno del Ramadan, no sufrieron variaciones significativas en comparación con los de un grupo control que no lo realizó, concluyendo con la posibilidad de que los jóvenes musulmanes sujetos a esta práctica podían seguir llevando a cabo la práctica del ejercicio físico sin problema, hasta en condiciones ambientales de calor, siempre y cuando estén previamente aclimatados (Gueye L, et al 2003). Otros resultados aportan más evidencias de que el ayuno del Ramadán no tendría influencias negativas, en relación a la práctica de ejercicio físico aeróbico submáximo (Ramadán J, 2002; Ramadán JM, Barac-Nieto, 2000). No obstante, estudios realizados en futbolistas profesionales destacan que durante el mes

del Ramadán se produce un descenso significativo del rendimiento en actividades de velocidad, agilidad, dribling y resistencia, por lo que concluyen que esta práctica afecta negativamente en el rendimiento físico de los futbolistas (Zerguini, Y, Kirkendall, D, Junge, A, Dvorak, J, 2007).

En este mismo sentido, otros autores observaron, en futbolistas de 14-16 años, un descenso del rendimiento en pruebas de saltos, velocidad prolongada y 3000 metros, que no afectaban a la ejecución de pruebas de velocidad o agilidad (Meckel Y, Ismaeel A, Eliakim A, 2007). De forma más concreta, un estudio efectuado por Souissi N, Souissi H, Sahli S, Tabka Z, Dogui M, Ati J, Davenne D, (2007), en relación a al rendimiento en actividades anaeróbicas, muestra que a las 7:00 am no hay diferencias entre el mes de Ramadán y los meses previos, sin embargo a las 17:00 horas y a las 21:00 horas, durante la segunda y la tercera semana de ayuno, el rendimiento fue menor, en comparación con los valores previos. Otras conclusiones abundan en estos resultados, destacando que, en intensidades anaeróbicas elevadas, el rendimiento disminuye de forma significativa (Faye J, Fall A, Badji L, Cisse F, Stephan H, Tine P. 2005). En relación con ejercicios de corta duración e intensos y durante la fase de recuperación de los mismos, se ha informado que, durante el mes del Ramadán, no hay cambios relevantes en el metabolismo del ácido láctico, en atletas regularmente entrenados en ejercicio de potencia (Karli U, Guvenc A, Aslan A, Hazir T, Acikada T 2007).

En cuanto a recursos metabólicos, se ha descrito un aumento de la oxidación de lípidos durante la realización de ejercicios submáximos en atletas entrenados durante el mes del Ramadán, aspecto que se relaciona con un descenso del porcentaje de grasas al final del mes del ayuno (Bouhleb E, Salhi Z, Bouhleb H, Mdella S, Amamou A, Zaouali M, Mercier J, Bigard X, Tabka Z, Zbidi A, Shephard RJ. 2006).

1.7.- OTROS AYUNOS.

Existen otros diferentes tipos de ayuno que, de forma individual o colectiva, son practicados por diversas razones, entre las que pueden considerarse los que tienen relación con confesiones religiosas, los que se prescriben por razones dietéticas o terapéuticas y los que, de forma voluntaria, se hacen en señal de protesta como pueden ser las huelgas de hambre. A parte de la duración y el rigor con los que son llevados a cabo, la mayor diferencia con el modelo Ramadan estriba en la rigurosa restricción de la ingesta hidrosalina que tiene lugar, en éste. Se analizan a continuación ejemplos de ayunos diferentes al mes de Ramadán para poder realizar una comparación entre ellos.

1.7.1.- RELIGIOSOS

Ayuno Cuaresmal (Cristianismo):

El ayuno cristiano en la práctica consiste en limitar ciertos tipos de alimentos para recordar los sufrimientos de Cristo. La iglesia católica define al ayuno como realizar una sola comida completa al día, siendo las otras realizadas de forma frugal y la abstinencia como la ausencia de carnes rojas en las comidas. Los días de ayuno son: el Miércoles de Ceniza y el Viernes Santo. Siendo tiempo de abstinencia los demás viernes de cuaresma.

Este mandato afecta a los cristianos entre 18 y 60 años, estando los enfermos exentos de su realización.

En el sentido espiritual de su realización tiene relación con el mes del Ramadán ya que en ambos se busca una privación de los placeres terrenales, favoreciendo el autocontrol y la purificación. Si bien la diferencia se puede encontrar en otros aspectos, ya que la cuaresma es vivida como un periodo de penitencia, mientras que el Ramadán se vive como un periodo de alegría. La pascua cristiana es la mayor

fiesta del cristianismo, donde celebran la resurrección de Dios, mientras que la fiesta final del Ramadán suele considerarse como la pascua menor.

Desde un punto de vista fisiológico no parece revestir relevancia alguna puesto que no se produce una privación absoluta de la ingesta sólida ni líquida, y su duración es mínima.

Ayuno del Yom Kipur (Judaísmo):

El judaísmo es la religión más antigua de las tres grandes monoteístas. Entre sus preceptos importantes contiene también un ayuno ritual, el del Yom Kipur o día de la expiación, durante 24 horas, que comienzan al ocaso del noveno día del mes de Tishrei y acaba al anochecer del día siguiente. Durante este periodo están prohibidos, la comida, la bebida, el baño y las relaciones conyugales, el perfumarse así como todos los trabajos prohibidos en el Shabat. Para los hebreos es el día más importante del año, con una importante carga espiritual considerándolo un día de expiación y perdón. Asimismo, se considera un día de autocontrol, un día de empatía con las personas más pobres, aspecto que coincide también con los demás ayunos religiosos.

En este ayuno sí se dan las condiciones de limitación suficientes como para tener efectos fisiológicos comprobados, aunque irrelevantes por la corta duración. Se han constatado pérdida de peso y disminución de la presión sanguínea, así como percepción de disconfort, molestias digestivas, mareos (Brondheim, D, Brondheim O, Brondheim SH, 2001).

1.7.2.- AYUNOS VOLUNTARIOS:

Los ayunos totales prolongados, con rehidratación, constituyen un modelo que se reproduce en estrategias terapéuticas, en casos de obesidad severa, pero también en

actitudes voluntarias como las huelgas de hambre.

Como se ha destacado, el desarrollo de mecanismos fisiológicos para la adaptación a periodos prolongados de ausencia de comida, constituye una de las principales estrategias de supervivencia para la especie humana. Una clave en la fisiología de los ayunos prolongados es la necesidad de proveer recursos energéticos, procedentes de grasas, que preserven las necesidades de glucosa de órganos sensibles, como el cerebro. Para ello, un preciso mecanismo neuroendocrino está diseñado para ajustar las necesidades energéticas corporales a la disponibilidad actual de recursos; sin embargo, las consecuencias derivadas de la utilización de tales variantes metabólicas implican importantes reajustes en el funcionamiento renal, que ha de gestionar productos derivados, como el β -hidroxibutirato, colaborar en el mantenimiento del pH del medio interno y, contribuir de forma esencial al equilibrio hidrosalino.

Sus consecuencias sobre la homeostasis de sodio y potasio han sido convenientemente estudiadas. Durante las dos primeras semanas, en estas condiciones de ayuno, se desarrolla un déficit de sodio que se resuelve, más allá de este periodo, con una importante disminución en su excreción. En lo tocante al potasio, parece que su regulación es menos eficiente, de forma que en periodos de tiempo prolongados, se observa una reducción en su excreción, a pesar de niveles de aldosterona en sangre elevados, lo que parece depender de la baja concentración de Na^+ y de HCO_3^- , en las porciones distales de la nefrona (Lin S et al, 1997).

Otras consecuencias relacionadas con ayunos prolongados con rehidratación se han constatado en sujetos bajo huelga de hambre, destacando:

- a) Gastrointestinales: Durante la huelga de hambre se produce dolor en el epigastrio, náuseas y pirosis retroesternal. Producidos por la secreción de ácido clorhídrico en el estomago vacío.
- b) Tensión arterial: La presión arterial disminuye progresivamente desde el 3 y

4 día de la huelga de hambre, a partir de estos días se manifiesta una hipotensión ortostática.

- c) Frecuencia cardíaca: Cuando existe una disminución del volumen plasmático el organismo responde con un aumento de la frecuencia cardíaca para compensar.

1.8.- DIETA Y RAMADAN:

Por lo general, la dieta durante el mes de Ramadan tiene un carácter marcadamente tradicional, fruto de costumbres seculares, que la hacen especialmente apta para compensar los déficits acumulados durante la jornada diurna. Es, precisamente, con los cambios de hábitos, muchas veces por imperativo de vivir en países de costumbres no islámicas, cuando se producen desviaciones nutricionales significativas (Oliveras M^a J, Agudo E, Nieto P, Martínez, F, López H y López M^o C, 2006). En este apartado se describen los hábitos alimentarios en algunos países de la ribera mediterránea y los principales cambios que tienen lugar, durante el Ramadan.

1.8.1.- PAUTAS ALIMENTARIAS DE LA POBLACIÓN MUSULMANA.

La ley islámica fija unos principios básicos para que los musulmanes de todo el mundo puedan tener una alimentación permitida (*halal*). En los países islámicos, no hay dificultad para acceder a los alimentos permitidos, sin embargo, los musulmanes que residen en países no islámicos, pueden llegar a tener dificultades para el acceso a mantener sus preceptos alimentarios.

La ley islámica prohíbe expresamente ingerir:

- La carne de un animal hallado muerto.
- La sangre
- La carne de cerdo y jabalí
- Los animales con colmillos
- Los animales carnívoros y carroñeros
- Los animales que posean dientes caninos protuberantes
- Los anfibios.
- Las aves con garras
- Las bebidas alcohólicas.
- Parte de los animales que se haya cortado mientras el animal estaba vivo.
- Animales dañinos: ratas, serpientes, escorpiones.
- Animales a los que el Islam prohíbe matar como hormigas, abejas, pájaros carpinteros.

En España, el acceso a la alimentación *Halal*, se va haciendo más fácil cada día. La comida en países como Marruecos se estructura principalmente en tres momentos, el desayuno, el almuerzo, que se suele realizar entre las 12:30 horas y las 14:30 constituyendo el momento más importante del día, y la cena. Las comidas durante la semana laboral se suelen realizar en casa. Así mismo los platos que se preparan durante los fines de semana suelen ser más elaborados y por lo tanto requieren de más tiempo de preparación.

1.8.2.- TENDENCIAS DE CONSUMO EN PAÍSES MEDITERRÁNEOS.

A grandes rasgos, los países ribereños del Mediterráneo presentan dietas con diferentes tendencias de consumo alimenticio, de acuerdo con factores culturales,

disponibilidad de alimentos, estructura de la población, etc., pero bajo un denominador común que se ha dado en llamar “dieta mediterránea”, asumida actualmente por las sociedades desarrolladas como referente nutricional, dada su condición de dieta saludable, basada en el consumo de cereales, en una proporción superior al 60% de la ingesta calórica total; en un reducido consumo de grasas totales, inferior al 30%, con utilización preferente del aceite de oliva como grasa culinaria y uso limitado de grasas saturadas, que mantiene una relación Grasas Insaturadas/Grasas Saturadas mayor de 2. La abundancia de frutas (3 a 4 piezas al día), verduras y frutos secos constituyen un importante aporte de fibra dietética. El consumo de pescado, en mayor proporción que la ingesta de carnes rojas, las aves de corral, lácteos y los huevos como la principal fuente proteica. El pan y la pasta se convierten en la principal fuente de aportación de hidratos de carbono. Prevalciendo el uso de productos frescos y cocinados de forma mayoritaria hervidos o asados.

En el contexto de este estudio hemos creído conveniente incluir un breve examen comparativo de la dieta en países mediterráneos, con la descripción somera en dos países de la ribera sur (Marruecos y Argelia) y otros dos en la norte (España y Turquía). Como referencia se han considerado los resúmenes procedentes de hojas de balance de alimentos FAO 1998, de Marruecos, Argelia, Túnez, Egipto, Líbano, Siria, Turquía, Grecia, Italia, Francia y España.

PAÍS	CEREALES	HORTALIZ	PATATAS	FRUTAS	A. VEGETA	A. OLIVA	GR. ANIMAL	PESCADO	VINO	LACTEOS
Marruecos	689	312	89	198	32	6	6	21	17	94
Siria	628	255	55	304	43	15	8	3,2	1,6	286
Túnez	599	464	82	201	57	9	3	25	23	217
Turquía	616	586	183	302	57	3	6	19	33	349
Líbano	377	953	168	662	40	8	15	20	37	256
Libia	536	610	86	168	61	16	3	16	-	197
Argelia	650	223	92	111	45	2	4	9,5	6	301
Egipto	672	435	58	217	17	0,3	6	28	2	118
España	282	429	237	273	75	31	10	112	293	448
Francia	312	338	184	235	44	3	53	79	290	702
Grecia	411	720	191	367	77	49	12	73	167	760
Italia	437	475	107	354	72	35	30	65	225	711
	517,4	483,3	127,7	282,7	51,7	14,8	13,0	39,2	99,5	369,9

Tabla 3.- Tendencias de consumo en países mediterráneos (FAO)

	TRIGO	HUEVOS	AZUCAR	VERDURA	LEGUMB	CARNES
ESPAÑA	282	48,2	82	429	22	284
FRANCIA	262	43	106	338	6	273
ITALIA	408	35	87	475	16	235
GRECIA	382	28	81	720	13	222
TURQUIA	530	31	85	586	37	52
LIBIA	454	26	103	616	17	85
MARRUECOS	407	15	104	312	22	53
ARGELIA	593	9	65	223	13	48
TUNEZ	582	19	84	464	23	58
EGIPTO	397	5,75	84	435	23	58
LIBANO	348	22	88	953	36	87
SIRIA	458	25	82	495	34	50
Promedios	425,3	25,6	87,6	503,8	21,8	125,4
MEDIA MED.EUR.	333,5	38,6	89,0	490,5	14,3	253,5
MEDIA.MED.ISL	471,1	19,1	86,9	510,5	25,6	61,4

Tabla 4.- Tendencias de consumo en países mediterráneos (2)

PAISES	Kcal. TOTAL	Kcal. HC	Kcal. PROT.	Kcal. GRASA
ESPAÑA	2.822,0	45,0	16,0	39,0
FRANCIA	3.541,0	45,2	12,9	41,9
ITALIA	3.608,0	49,7	12,3	38,0
MALTA	3.382,0	57,7	12,9	29,4
GRECIA	3.630,0	49,5	12,9	37,6
TURQUIA	3.554,0	64,1	11,2	24,6
LIBIA	3.267,0	62,3	9,9	27,7
MARRUECOS	3.165,0	70,9	10,5	18,6
ARGELIA	3.020,0	67,9	10,9	21,2
TUNEZ	3.297,0	64,0	10,8	25,2
EGIPTO	3.282,0	73,8	10,9	15,2
LIBANO	3.285,0	61,2	10,5	28,3
SIRIA	3.030,0	59,3	11,9	28,8
promedios	3.298,7	59,3	11,8	28,9
MEDIA MED.EUR.	3.396,6	49,4	13,4	37,2
MEDIA.MED.ISL.	3.237,5	65,4	10,8	23,7

Tabla 5.- Composición de la dieta en países mediterráneos (FAO)

1.8.2.1.- DIETA EN MARRUECOS.

Como destaca Farouk Mardan-Bei, sopas, hojaldres rellenos, cereales, carnes y pescados, con uso específico de especias y condimentos como nexos comunes, y la mezcla de lo dulce con lo salado, constituyen las señas de identidad de la culinaria común marroquí. En efecto, harira como la más destacada sopa, preeminente durante el tiempo de ramadán, bastelas de carne, tajines (cazuelas) de carne o pescado y, de forma especial, el cuscús con pollo o cordero identifican los hábitos alimentarios de este país.

Independientemente de las características gastronómicas y tradicionales de la cocina marroquí, son escasos los estudios sistemáticos sobre alimentación. Se ha constatado una evolución de la dieta, en la década de los 90, habiéndose señalado que, comparativamente, entre 1990 y 1998 la población había experimentado una importante

elevación en la ingesta de frutas, verduras y azúcar, disminuyendo el consumo de cereales y leguminosas (FAO 1998), efecto que puede explicarse como consecuencia de la evolución de la sociedad marroquí y, probablemente, por el continuo transvase de población rural a los centros urbanos. En las Tablas 3 y 4, se recoge la composición de la dieta en Marruecos, con los diferentes grupos de alimentos estimados en gramos/día y el promedio de calorías totales por día (FAO, 1998). En el estudio se estimó que la media diaria calórica ascendía a 3.165 Kcal. Asimismo, la ingesta de proteínas se cifraba en 83,1 g/día y la de grasas en 65,5 g/día. La distribución porcentual correspondía, pues, a un 71% de Carbohidratos, un 18,5% de Grasas y un 10,5% de Proteínas, distribución que pone en evidencia una cierta asimetría que prima el consumo de Hidratos de Carbono, en detrimento del consumo graso, a pesar de que en el periodo 1990-1998 se constató un ligero aumento en el consumo de grasas animales. Destaca en este periodo la importante elevación en la ingesta de frutas, verduras y azúcar, con la disminución en el consumo de cereales.

Marruecos se sitúa a la cabeza de los países mediterráneos, en lo que respecta al consumo de cereales, con 689 gramos al día. Haciendo referencia al consumo de lácteos en esta ocasión el país marroquí es el que menos lácteos consume con una media de 93,4 gramos día. El consumo de huevos es aproximadamente de 15 gramos por día. Si se analiza el consumo total de azúcar y miel se consumen aproximadamente 110 gramos por día.

Si hacemos referencia al consumo de hortalizas y patatas el consumo medio diario es de 312 y 89 gramos por día respectivamente. En relación a las legumbres la media se sitúa en 23 gramos día.

El consumo de frutas se encuentra en 197,5 gramos día.

En cuanto al consumo de carne, la tendencia marroquí es al consumo de tres tipos de carne diferentes: Pollo (23 gr. /día), Carnero (13 gr. /día), Vaca (12 gr. /día). En referencia al consumo de pescado la media es de 20 gramos por día.

Al comparar los grupos urbanos y rurales en Marruecos, este último grupo solo tiene valores superiores al medio urbano en consumo de azúcar y cuerpos grasos.

1.8.2.2.- DIETA EN ARGELIA:

El plato tradicional dentro de la dieta argelina es el Cuscús, que junto con el burek, kemia y los platos cuyo componente principal son el cordero: lham liahlou y mechoui, constituyen los platos típicos de la dieta en Argelia. La dieta en este país ha sufrido una variación en relación a los últimos años. Se observa un aumento del consumo de trigo de manera muy significativa. Así como también ligeros aumentos en el consumo de verduras, frutas y lácteos. Disminuyendo por otro lado el consumo de azúcar, huevos y grasas animales. Así mismo se observa un consumo estable de aceites vegetales, carnes y leguminosas.

En la Tablas 3,4 y 5, se resume la composición de la dieta argelina, con los diferentes grupos de alimentos estimados en gramos/día y el promedio de calorías totales por día (FAO, 1998). La ingesta media de calorías fue 3020 calorías por día y un total de 82,3 gramos de proteínas y 71, 3 gramos de grasas. La distribución de la dieta corresponde a 67,9% de Hidratos de Carbono, 10,9% de proteínas y 21, 2% de grasas.

Argelia es el principal consumidor de trigo de los países del mediterráneo con 593 gr/día. Sin embargo es el país que menos huevos consume 9 gr/día, azúcar 65 gr/día, verdura 223 gr/día, Carnes 48 gr/día. Siendo la de mayor proporción la carne de carnero con un 45,9%, siendo de un 27% el consumo de carne de pollo y vacuno. El consumo de pescado con 9,5 gr/día y de aceite de oliva con 2 gr/día sitúa a Argelia entre los países con menos consumo de estos alimentos de la cuenca mediterránea.

En relación al consumo de fruta este se sitúa en 111 gr./día.

El consumo de cereales es de los más elevados de los países mediterráneos con 650 gr./día.

1.8.2.3.- LA DIETA EN ESPAÑA

El consumo medio de alimentación en el año 2003 fue de 2822 calorías lo que es superior a la ingesta de calorías recomendadas para la población española. Estas calorías son consecuencia de una dieta alta en grasas animales y aceites vegetales de alto contenido calórico.

En relación al consumo de proteínas (alrededor de las 110 gr. día) cabe destacar que el consumo de las mismas se encuentra en un 62% por encima de lo recomendado para la población española y que esta ingesta se produce principalmente a base de proteínas animales.

El porcentaje de ingesta de la población española en relación a los macronutrientes es el siguiente 16% de proteínas, 45% de hidratos de carbono y 39% de grasas.

Con respecto al contenido en fibras, está por debajo de lo recomendado a pesar del importante consumo de frutas (273 gr/día) y hortalizas (429 gr/día), si bien el consumo de legumbres (22gr/día), pan, cereales (282 gr/día), situándose España, en este último alimento, como el país menos consumidor de la zona mediterránea. Esto implica un descenso en la ingesta de hidratos de carbono lo que desequilibra la balanza hacia las grasas y proteínas. No obstante, conviene destacar que la ingesta de hidratos de carbono es suficiente y el desequilibrio se produce más bien por un consumo de proteínas y grasas excesivo.

En relación al consumo de vitaminas podemos destacar que la ingesta de vitamina A supera de forma importante los valores recomendados, así mismo la ingesta de vitamina B1 y B2 es un 50% mayor que los valores recomendados, la niacina y el hierro en un 40%, el calcio en un 7%, el magnesio un 14% y el yodo un 21%, el único mineral que se encuentra por debajo de los valores recomendados es el zinc.

En los últimos años se ha producido un aumento del consumo de frutas y hortalizas (4,2%), el aceite de girasol es otro producto que ha tomado fuerza incrementando su consumo en 4,6%. (75 gr./día) (Ministerio APA 2003). Pero, por otra parte, en este tiempo, la tendencia de consumo de la población española ha girado en torno a un peso cada vez más importante de la comida prefabricada que ha aumentado en 2,9%, el mismo aumento que los lácteos (448 gr./día) y sus derivados.

El 58,4% de la población española realiza 3 comidas: desayuno, almuerzo y cena. Un 32,1 %, además, suele realizar la merienda, siendo en su mayoría menores de 20 años. (INE 2004).

1.8.2.4.- LA DIETA EN TURQUÍA

Uno de los países que merece una atención preferente es el caso de Turquía, país de mayoría islámica pero con hábitos de vida cercanos a los europeos. La ingesta calórica media fue de 3554 kcal distribuidas en un 64,1% de hidratos de carbono, 11,2% de proteínas y 24,6% de grasas. Se muestra en las Tablas 3 y 4, los rasgos más destacados de consumo de los diferentes alimentos (FAO, 1998).

En relación a la ingesta de legumbres, Turquía se sitúa como el mayor consumidor de los países mediterráneos con 37 gr./día. El consumo de carne fue de 52 gr./día y el de pescado de 19 gr./día. La cantidad de azúcar ingerida fue de 85 gr./día. El consumo de lácteos tuvo una media de 349 gr./día. El consumo de hortalizas (586

gr./día) de cereales (616 gr./día) patatas (183 gr./día) y trigo (530 gr./día) se posiciona entre los países mediterráneos de mayor consumo.

1.8.2.5.- TENDENCIAS DE CONSUMO DE INMIGRANTES DEL MAGREB EN ESPAÑA

El hecho de que una persona se encuentre fuera del ámbito de influencia de su cultura y resida en un país occidental conduce a variaciones en sus tendencias de consumo con respecto a las de su país de origen. Esto es lógico puesto que la progresiva adaptación afecta también al ámbito dietético, de manera que la inclusión de platos y alimentos del país receptor es sinónimo de adaptación social al mismo.

En algunos casos la resistencia a la inclusión de alimentos del país receptor es debido a percepción de que a través de la alimentación se sigue manteniendo una unidad cultural y la protección frente amenazas externas y en estos casos se opta por crear en la sociedad de inmersión espacios donde poder seguir con su alimentación tipo (Gracia 2002). Afortunadamente, este fenómeno es recíproco. No solo los inmigrantes varían sus tendencias de consumo, sino que los habitantes del país receptor suelen sentirse atraídos por los nuevos productos que se van incorporando a la dieta del país anfitrión.

<u>DESAYUNO</u>	<u>ALMUERZO</u>	<u>CENA</u>
1- Café	1- Carne	1- Carne
2- Leche	2- Pollo	2- Pollo
3- Bollería industrial	3- Pescado	3- Ensaladas
4- Tostadas/Pan	4- Ensaladas	4- Pescado
5- Infusiones	5- Verdura	5- Frutas
6- Galletas	6- Arroz	6- Patatas
7- Queso	7- Pan	7- Sopa
8- Cacao	8- Patatas	8- Pan
9- Tartas dulces caseros	9- Fruta	9- Verduras
10- Huevo	10- Legumbre	10- Arroz
11- Fruta	s	11- Huevos
12- Cereales	11- Sopa	12- Pasta
	12- Huevos	13- Legumbres

Tabla 6.- Preferencias de consumo de la población inmigrante magrebí, en España. 1) Desayuno; 2) Almuerzo; 3) Cena (Fuente: MAPA 2004)

La realización del desayuno por parte de la población inmigrante magrebí se realiza entre las 7:00 horas y las 10:00 horas del día, con una composición muy parecida a los de la población española. En la tabla 6 se presentan los diferentes alimentos utilizados, en orden de mayor a menor consumo (MAPA 2004).

El almuerzo que se presenta como la comida principal dentro de la población española, empieza a adquirir también importancia entre la población inmigrante, realizándose en su propio domicilio, en un 54% de los casos; en un 34% en el trabajo y sólo un 12% de la población inmigrante magrebí lo hace en restaurantes. Los alimentos más consumidos por la población magrebí, por orden de importancia, son los que se muestran en la Tabla 6. Por último, la cena, es la tercera comida principal de la población española, la población inmigrante suele realizarla entre las 20:00 y las 23:00 horas. El 87% de la población cena en su domicilio. Los alimentos ingeridos por parte de la población magrebí en España por orden de importancia son también mostrados en la Tabla 6.

En general se puede observar que los magrebies realizan una ingesta inferior de leche y zumos con respecto a la población española, e incorporan comidas españolas en un 48%, mientras que un 52% sigue siendo la propia de los países del magreb. Asimismo, un 44% de la población magrebí ha dejado de consumir algún producto típico, entre los que destaca el cous-cous (69%) debido principalmente a la falta de tiempo para la elaboración del mismo (MAPA 2004).

1.8.3.- CAMBIOS NUTRICIONALES DURANTE EL MES DEL RAMADAN:

Durante el mes del Ramadán, y debido a la obligación de no poder ingerir alimentos ni líquidos, durante la salida del sol a la puesta del mismo, se producen lógicos cambios en el ritmo de vida de los sujetos, que difieren según el ámbito

geográfico en el que se encuentran. Además, en este periodo, la disponibilidad de alimentos de cierto tipo va a condicionar la dieta, por lo que la alimentación de un musulmán será diferente si ésta se realiza en un contexto islámico o, por el contrario, se desarrolla en un contexto occidental.

Durante el ayuno, la ingesta alimentaria se concentra en dos comidas principales, la primera que corresponde a la hora en la que el sol se pone y la segunda durante la noche, entre las 0 horas y las 3 horas. Entre estas comidas los musulmanes suelen picotear alimentos ricos en hidratos de carbono. No obstante, las modificaciones en los hábitos alimentarios durante el Ramadán no solo se centran en una condensación de las comidas y en un cambio de horarios, sino también en sus aspectos cualitativos. (Duran, P 2004). La comida se suele empezar a preparar al mediodía siendo las mujeres las principales encargadas de su elaboración (Rojo, C 2007). La cena pasa a ser la comida más importante y los platos suelen contener gran cantidad de líquidos, como por ejemplo la harira.

Algunos autores están de acuerdo en señalar que esto no supone una malnutrición o una inadecuada toma de calorías, extremo confirmado tras un estudio de la dieta de jóvenes estudiantes durante el Ramadán, en el cual se observó que cumplían con 2/3 de las calorías diarias recomendadas. (Hussaini N.M, 1982). Sin embargo otros autores encuentran desequilibrios en la ingesta de ciertos nutrientes y variaciones en la toma de calorías de las personas que realizan el ayuno. Tras un estudio con 15 sujetos se ha observado un aumento significativo de las calorías, así como grasas, hidratos de carbono y proteínas. (Frost, G; Pirani, S, 1987).

Se han comunicado resultados en los que se evidencia un aumento de la calorías ingeridas a expensas del aumento en la utilización de proteínas y grasas. (Frost, G; Pirani, S, 1987; Adlouni, A y col; 1997; Gharbi, M Akrouf, M Zouari, B 2003). Contrariamente, la reducción de la ingesta calórica se ha descrito en los siguientes

estudios (Nacef, T, Slama, B, Abid, M; Ben, H, 1988; Hallak, MH, Nomani, MZ, 1988; Swileh, N, Schnitzler, A, Hunter, GR, Davis, B. 1992; Nomani, MZ, 1997; Nomani MZ, 1999; Afrasiabi, A, et al 2003). En esta misma línea, en un estudio en jóvenes deportistas se encontró un descenso del 24% en el aporte calórico durante el Ramadán, en comparación con los niveles anteriores al comienzo del ayuno, poniéndose de manifiesto que la ración alimentaria era desequilibrada, concluyendo que la dieta era hiperlipídica, hipoglúcida y hipoproteica. (Ben Slama, F; Hsairi, M; Belaid, J 1993).

Otros autores sin embargo no han encontrado evidencias de que se produzcan diferencias significativas entre la ingesta pre-Ramadán y durante el Ramadán (Meckel Y, Ismaeel A, Eliakim A, 2007; Karli et al 2007).

En conjunto, la mayoría de los autores coinciden en que durante el ayuno del Ramadán, los musulmanes consumen más alimentos de cada grupo alimentario, señalándose un aumento en la toma de productos lácteo, en la ingesta de carne y verduras, y una disminución en el grupo de los cereales, aun cuando permanece siempre dentro de los valores recomendados.(Zeinab, EM; 1997; Afifi, ZE. 1997). Pero no todos coinciden en el sentido de tales variaciones, habiéndose informado de aumentos en el consumo de hidratos de carbono y proteínas (Frost, G; Pirani, S, 1987 ; Adlouni, A et al 1997), a la vez que otros autores concluyen que el mes del Ramadán no produce diferencias significativas en la ingesta de hidratos de carbonos, grasas o proteínas en comparación con la dieta previa del Ramadán (Al-Hourani HM, Atoum MF, 2007). Finalmente, otra investigación muestra que durante este mes disminuye significativamente el número de ingestas al día y la dieta es más calórica con una ingestión aumentada de ácidos grasos insaturados y de colesterol total (Lamine F et al 2006).

En los estudios que se han realizado fuera de un contexto islámico en estudiantes universitarios (Oliveras, M^a J, et al 2006), han detectado que la ingesta de

macronutrientes se desvía de lo recomendado para la población española, ya que sus resultados arrojan un aumento de la ingesta de lípidos, asociada a una disminución de proteínas y de hidratos de carbono.

1.9.- JUSTIFICACIÓN

El Ramadan constituye un modelo particular de ayuno que se caracteriza por su naturaleza intermitente, su brusca implantación y, además, porque afecta de forma estricta a cualquier tipo de ingesta, inclusive la de agua. Por otra parte, lejos de ser un fenómeno aislado, involucra sin excepción a todos los que profesan la religión islámica, que constituyen casi un tercio de la población mundial. Esta realidad hace, precisamente, que no sea una cuestión restringida sólo a países de esta confesión, sino que concierne a todos, especialmente los industrializados de corte occidental, receptores de un importante flujo migratorio. Conocer sus características, prevenir sus efectos sobre actividades cotidianas (laborales, intelectuales, etc.), prever las necesidades de este colectivo durante el Ramadan, son objetivos que se imponen en un contexto de sociedad multicultural moderna.

Técnicamente, en este ayuno no se produce, en realidad, una deprivación persistente de alimentos y agua, puesto que, tras la puesta de sol, pueden ser satisfechas todas las necesidades, pero sí introduce aspectos singulares como son, el brusco cambio de ritmo, la alteración de las pautas de vigilia-sueño, la restricción absoluta en la ingesta de agua y alimentos en el periodo diurno –en torno a 14 horas de abstinencia- y su duración, un mes lunar.

Entre los mamíferos, es sin duda el hombre, el animal que ha logrado modificar más profundamente las pautas naturales de ingesta de líquidos y alimentos, convirtiendo en habitual la comida diaria sistemática, en horarios prefijados, a pesar de

que la regulación neuroendocrina capacita al organismo para soportar periodos más largos entre ingesta, valiéndose de sus reservas. Con respecto al agua, la dependencia es mayor, pero aún así, contamos con mecanismos homeostáticos que proveen estrategias de máxima conservación hídrica y minimizan los efectos de su restricción. Detrás de todo ello un complejo entramado de hormonas y centros nerviosos están encargados de adecuar el metabolismo, en un modelo de regulación especialmente influido por ritmos y ciclos de vigilia-sueño. El Ramadan irrumpe bruscamente en este esquema alterando los patrones habituales de alimentación (de forma tanto cualitativa como cuantitativa), de vigilia-sueño (trasladando una parte importante de la actividad a horas nocturnas), sociales, etc., y conduce a un estado de estrés que requiere la activación de mecanismos homeostáticos concretos para responder de forma inmediata, al principio, y posteriormente adaptada, a las nuevas condiciones.

Ante esta situación caben cuestiones como: de qué manera se producen los ajustes neuroendocrinos en la fase aguda y posteriormente en estadios adaptados; qué consecuencias tiene con respecto a la homeostasis general y, en particular, a la energética y la hidrosalina; cómo repercute en tareas cotidianas como la realización de esfuerzos o práctica de ejercicio físico; qué características nutricionales tiene la dieta, durante el ayuno; entre otras. A pesar de que algunas de estas preguntas han sido investigadas, sorprende el escaso grado de acuerdo, en las conclusiones alcanzadas, de forma que, en su mayoría, permanecen en controversia.

1.10.- PLANTEAMIENTO

Desde una perspectiva fisiológica, parece oportuno plantear, como aspectos centrales del problema:

- Modificación en la composición corporal

- Ajustes para mantener la homeostasis energética
- Ajustes para mantener la homeostasis hidrosalina

y, como consecuencia de ellos, los cambios producidos en constantes hemodinámicas, y en parámetros de sangre y orina. De forma complementaria, es pertinente también abordar el análisis dietético, en este periodo, con el fin de comprender las estrategias alimentarias que tradicionalmente se siguen para subvenir las necesidades de nutrientes y líquidos, en estas condiciones.

Otra cuestión importante a tener en cuenta es la evolución que tiene lugar, en el individuo, desde las primeras horas de la jornada, hasta momentos previos a la ruptura del ayuno, tras la caída del sol, por lo que un análisis diferencial mañana-tarde es importante, al objeto de ilustrar las modificaciones que tienen lugar, a medida que los recursos se van agotando; y si tales modificaciones y los reajustes oportunos se producen de igual forma, al comienzo del mes y en los últimos días del mismo.

Finalmente, para completar la visión del fenómeno, es importante analizar como se produce la vuelta a la normalidad, tras la finalización del ayuno. En este sentido, conviene comprobar qué cambios se mantienen, cuáles retornan pronto a sus valores basales o que modificaciones nuevas surgen cuando, también bruscamente, se vuelve al ritmo cotidiano del resto del año.

1.11.- HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

De la revisión de la literatura especializada y de nuestras propias observaciones, en estudios previos sobre el Ramadan (Jimenez et al 1999, Guerrero, R et al 2002) partimos de la hipótesis conceptual de que su práctica provoca modificaciones agudas y adaptadas que no afectan a la composición corporal, pero sí a los mecanismos de regulación energética e hidrosalina, en jóvenes musulmanes que

habitualmente hacen entrenamiento deportivo, hipótesis que desde un punto de vista operativo, se puede concretar:

a) En relación con la homeostasis energética:

- Los valores de glucemia, colesterol y triglicéridos no sufren variaciones significativas, a lo largo del Ramadan, pero sí en el periodo mañana-tarde, durante la jornada de ayuno.
- Los niveles de insulina no varían a lo largo del Ramadan, pero sí en el periodo mañana-tarde.
- Los niveles de cortisol se elevan durante el Ramadan, a lo largo del ayuno y también en el periodo mañana-tarde.

b) En relación con la homeostasis hidrosalina:

- La osmolalidad y la volemia no sufren variaciones a lo largo del ayuno, pero sí durante la jornada.
- Los niveles de Na^+ y Cl^- plasmáticos no sufren variaciones significativas por efecto del Ramadan.
- Los niveles de K^+ experimentan un incremento por efecto del ayuno del Ramadan, tanto a lo largo del proceso como durante la jornada.

Desde esta perspectiva, planteamos como objetivos:

- a) Comprobar las diferencias producidas en los parámetros antropométricos: peso, IMC y grasa corporal en jóvenes musulmanes que practican habitualmente deporte, obtenidos: antes del ayuno, en la primera semana, en la cuarta semana y diez días después de finalizado el ayuno.

- b) Comprobar las diferencias producidas en los parámetros metabólicos y endocrinos: Glucosa, Colesterol, Triglicéridos, Urea, HDL, LDL, Cortisol e Insulina, en jóvenes musulmanes que practican habitualmente deporte, obtenidos: antes del ayuno, en la primera semana, en la cuarta semana y diez días después de finalizado el ayuno.
- c) Comprobar las diferencias producidas en los parámetros de regulación hidrosalina: Volemia, Proteínas Totales, Renina y Aldosterona (en sangre) y Osmolalidad, Sodio, Potasio, Cloro, Creatinina (en sangre y orina) en jóvenes musulmanes que practican habitualmente deporte, obtenidos: antes del ayuno, en la primera semana, en la cuarta semana y diez días después de finalizado el ayuno.
- d) Comprobar las diferencias producidas en los parámetros: Presiones Arteriales (sistólica, diastólica y media) y Frecuencia Cardiaca, en jóvenes musulmanes que practican habitualmente deporte, obtenidos: antes del ayuno, en la primera semana, en la cuarta semana y diez días después de finalizado el ayuno.
- e) Análisis dietético antes y durante el Ramadan en un grupo de estudiantes musulmanes.

2.- MATERIAL Y MÉTODO

2.1.- MATERIAL UTILIZADO PARA LAS ANALÍTICAS DE SUERO Y ORINA:

Se enumera en esta sección el utillaje y reactivos empleados en las analíticas realizadas.

Material:

a) Instrumental de Laboratorio:

- 1.- Centrífuga clínica Selecta 5.000 rpm
- 2.- Centrífuga refrigerada (BECKMAN) TJ 10
- 3.- Agitador (PACISA)
- 4.- Baño termostatzado (SELECTA)
- 5.- Autoanalizador Hitachi 911 Boehringer
- 6.- Coulter automático JT (IZASA)
- 7.- Analizador de iones (ILITE)
- 8.- Osmómetro KNAUER. Alemania.
- 9.- Contador gamma LKB Wallac 1280

b) Instrumental clínico:

- 1.- Báscula clínica
- 2.- Talla
- 3.- Plicómetro Holtain-Tanner

c) Material de transporte y conservación:

- 1.- Congelador Philips
- 2.- Arcón congelador Froilabo CCS III
- 3.- Refrigerador portátil (12 V)

Reactivos empleados

a) Kits comerciales:

- 1.- Equipo Twin BUN/GLU 816515 Boehringer.
- 2.- " " TG/CHO 816523 Boehringer.
- 3.- " CK-NAC-activado 1273248 Boehringer.
- 6.- " PHOS 1040898 Boehringer
- 7.- " FE 1490869 Boehringer
- 8.-“ AST-GOT 1730576 Boehringer
- 9.-“ ALT-GPT 1730576 Boehringer.
- 10.-“ GGT 1730764 Boehringer.
- 12.-“ CHOL 1491458 Boehringer
- 13.-“ HDL-C 1491458 Boehringer
- 14.- KIT comercial RIA Coat-a-count DPC
- 15.- Test R.I.A. ALDOSTERONE Serono Diagnostic, Roma.
- 16.- Test RENIN J-125 IRMA DE DRG Diagnostics RIA 2319
- 17.- KIT Ultra Sensitive Human Insulin RIA (HI-11K) LINCO

b) Otros Reactivos:

- 1.- Acido Acético Glacial Merck.
- 2.- Metanol Merck.
- 3.- Aprotinina (Trasylol).

2.2.- DESARROLLO DE LA PRUEBA

2.2.1.- CONSIDERACIONES GENERALES.

Como población diana, para el estudio de los efectos fisiológicos del Ramadan sobre el equilibrio hidrosalino y el metabolismo energético, se consideró la constituida por jóvenes musulmanes, de edad comprendida entre 17 y 25 años, sanos, con hábito de entrenamiento deportivo sistemático con un nivel de rendimiento medio, residentes en la ciudad de Ceuta y que, en cumplimiento del precepto islámico, realizan el ayuno del Ramadán. La obtención de la muestra fue especialmente dificultosa, dadas las características que debían cumplir los participantes y el estricto protocolo al que habrían de someterse, con colecciones de sangre y orina en horario de mañana y tarde, así como la realización de una prueba física hacia el final de la jornada, todo ello en condiciones de ayuno, lo cual se reflejó en el tamaño final de la misma, quedando ésta constituida por 10 voluntarios varones, entre el colectivo de estudiantes de enseñanza media y universitaria de la ciudad de Ceuta. Todos ellos fueron informados de las particularidades de la prueba y dieron su consentimiento por escrito.

Para la realización del análisis dietético, no se consideró necesario el requisito de la práctica deportiva, quedando definida la población de referencia como la de jóvenes musulmanes, sanos, que cursan estudios en Ceuta, y practican el ayuno del

Ramadán. La muestra se seleccionó entre voluntarios de ambos sexos, que estudiaban en un instituto de bachillerato de la ciudad, y cumplían con las características requeridas.

2.2.2.- GRUPOS MUESTRALES

Para la realización de la presente investigación, como ha quedado indicado, hemos optado por la organización de dos grupos de trabajo, que quedaron constituidos como se indica abajo:

Grupo 1: Para los análisis Antropométrico, Hemodinámico, Hidroelectrolítico y del Metabolismo Energético. N= 10, musulmanes varones sanos, seleccionados al azar entre todos los voluntarios que realizan el Ramadán, con edades entre 18 y 25 años. En ellos se obtuvieron parámetros bioquímicos, endocrinos y hematológicos, además de medidas antropométricas y de constantes fisiológicas.

Grupo 2: Análisis dietético: N= 39, de ambos sexos (23 mujeres y 19 hombres) elegidos al azar entre voluntarios que se encontraban cursando estudios de bachillerato, con edades comprendidas entre 16 y 18 años y practican el Ramadán. En este grupo se practicó una encuesta dietética antes y durante el ayuno.

2.2.3.- DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN Y OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS

Hemos seguido un diseño longitudinal, de muestras pareadas, dirigido, por una parte, al análisis de los efectos fisiológicos del Ramadan, con el Grupo 1, estableciendo medidas antes, durante y posteriores al Ramadan y, por otra, al análisis dietético, con el Grupo 2, en observaciones previas y durante el ayuno.

2.2.3.1.- PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE LOS EFECTOS FISIOLÓGICOS DEL RAMADAN.

En el grupo 1 se han obtenido muestras de sangre y orina, medidas antropométricas y de presiones arteriales siguiendo un protocolo que se detalla a continuación. Paralelamente, se ha controlado un plan de entrenamiento deportivo antes y durante el ayuno.

a) DETERMINACIONES BIOQUÍMICAS, HEMATOLÓGICAS Y CONSTANTES FISIOLÓGICAS Y ANTROPOMÉTRICAS:

Se han pautado las medidas a lo largo de seis sesiones: Siete días antes del Ramadán por la mañana (Sesión 1), siete días después del comienzo del mismo por la mañana y por la tarde (Sesiones 2 y 3), el día 21 de su comienzo en sesiones de mañana y tarde (Sesiones 4 y 5) y finalmente las mismas pruebas, una semana después de acabar el ayuno, en sesión de mañana (Sesión 6). Las muestras fueron recogidas y almacenadas hasta la realización de las determinaciones programadas, en las instalaciones de la Escuela Universitaria de Enfermería de Ceuta.

Obtención de la muestra previa y posterior al mes del Ramadán: sangre, orina y constantes, en el día establecido, de 08:00 a 09:00, tras un breve periodo de reposo, después de llegar en vehículo al laboratorio.

Obtención de la muestra durante el mes del Ramadán: sangre, orina y constantes, en el día establecido, en horario de mañana entre las 8:00 y las 9:00 horas y de 17:00 a 18:00 en las sesiones de tarde, tras un breve periodo de reposo, después de llegar al laboratorio. Repitiéndose el mismo protocolo en ambas sesiones.

Sistemática a seguir el día de la prueba

De manera esquemática, se expone la secuencia de pasos que eran tenidos en cuenta, el día de la prueba, en sesiones de mañana y tarde.

Fase 1.- Concentración en la Escuela de Enfermería.

-Se prepara todo el material y se cita a las personas de la muestra en la laboratorio de la Escuela de Enfermería.

hora: 8:00. y 17:30

Fase 2.- Pruebas:

- Reposo: 15 minutos, sentados.

-Determinación de Presiones arteriales, y Frecuencias cardíaca.

- Obtención de muestras:

-Muestra nº1 de sangre venosa en región antecubital.

-Muestra nº1 de orina:.

Fase 3.- Final de la sesión y traslado de los sujetos a sus domicilios.

b) ENTRENAMIENTO DEPORTIVO:

Todos los componentes del Grupo 1 fueron sometidos a un entrenamiento que empezó tres meses antes del Ramadán.

Durante el primer mes, el entrenamiento se realizaba 3 días por semana, en los cuales se corría a una intensidad entre el 60-80% de la Frecuencia Cardíaca Máxima (FCM), con un volumen de 35-40 minutos diarios, en métodos continuos o interválicos extensivos. Antes de iniciar la carrera se realizaba un trabajo de fuerza del tren superior, siguiendo una pirámide de 3 series con repeticiones, que iban de más a menos.

En el segundo mes la frecuencia de trabajo aumento un día más por semana y la intensidad del ejercicio rondó entre el 60% - 85% de la FCM. Con unos volúmenes de 40-50 minutos diario de trabajo aeróbico. Aumentando en 4 repeticiones por serie el trabajo compensatorio del tren superior.

Durante el tercer mes se entreno 5 días a la semana, si bien la duración de las sesiones se redujo a 35-45 minutos de trabajo. La intensidad de las mismas se aumentó a 70-90% de la FCM, excepto la sesión de trabajo recuperador, que se efectuaba entre el 55% y el 60% de la FCM y una duración de 30 minutos. El trabajo compensatorio de miembro superior aumentó en 3 repeticiones por serie.

2.2.3.2.- PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DIETÉTICO:

Para el análisis de los cambios cualitativos y cuantitativos que se producen en la dieta, por efecto del Ramadán hemos seguido, en el Grupo 2, un diseño longitudinal pareado donde se hace un registro alimentario de lo ingerido, antes y durante el Ramadan. Se realizaron las mediciones durante la semana previa al ayuno con el fin de establecer los valores basales de referencia; y durante la segunda semana del Ramadán para obtener toda la información necesaria en cuanto a los cambios producidos durante el mes. Los datos se obtuvieron de la dieta de tres días, en cada una de estas semanas, uno de los cuales era festivo. Considerando los sexos por separado, también se analizan las diferencias, en este caso mediante análisis intergrupo (no pareado).

2.2.3.3.- OBTENCIÓN Y PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Extracción de sangre.

Las extracciones se obtuvieron por punción venosa en la región antecubital, estando los individuos en posición de sentados.

El volumen extraído fue de 20 mL que era repartido en alícuotas de la siguiente manera:

- 10 mL entre 2 tubos con EDTA dipotásico como anticoagulante, a los que se le había añadido 100 µL de Aprotinina (Trasylool equivalente a 2000 UI).
- 10 mL entre 2 tubos de plástico provistos de perlas para favorecer la retracción del coágulo y sin anticoagulante.

Los tubos eran convenientemente identificados, y separados en alícuotas para hematología, que eran procesadas en coulter el mismo día o bien centrifugadas para separación del plasma y congelación en alícuotas de 2 mL.

Para la obtención de suero, los tubos sin anticoagulante, eran centrifugados a 2.000 rpm durante 10 minutos, tras la retracción del coágulo a temperatura ambiente. El suero era entonces separado mediante una pipeta Pasteur y repartido en alícuotas de 2 mL. Una de ellas era utilizada inmediatamente para las determinaciones bioquímicas y el resto se congelaba.

Colección de orina

Las muestras de orina se obtuvieron por micción directa, sobre recipientes estériles de análisis, adecuadamente etiquetados.

Almacenamiento y conservación de muestras

Las muestras de plasma, suero y orina fueron almacenadas en congelador a -80°C, hasta su traslado al laboratorio de Fisiología y Bioquímica de la Facultad de Medicina de la Universidad de Granada, para las determinaciones hormonales. El traslado se realizó en recipiente cerrado, en ambiente de nieve, en una sola jornada, comprobándose a su llegada, el estado de congelación de todas las muestras, antes de

ser almacenadas en los congeladores del mencionado laboratorio, permaneciendo a -80° C hasta el día de su determinación.

2.2.3.3.- DETERMINACIONES ANALÍTICAS

Las medidas habituales de laboratorio se han realizado mediante técnicas rutinarias de análisis clínico. Las determinaciones hormonales se realizaron por radioinmunoensayo (RIA) y análisis inmunoenzimático.

Determinaciones Bioquímicas en sangre y orina

Glucosa

Se ha utilizado un test colorimétrico enzimático comercial, de la casa Boehringer código 816515, basado en la oxidación de la glucosa a gluconato, en presencia de la enzima Glucosa Oxidasa, que rinde peróxido de hidrógeno, el cual, en un segundo paso, en presencia de fenol y un aceptor de oxígeno cromogénico (4-amino fenazona), y enzima peroxidasa, produce 4-(mono-imino-p-benzoquinona) fenazona, que es determinado por fotolorimetría.

Triglicéridos

Hemos seguido un método enzimático de Boehringer (código 816523), que mide el glicerol liberado, por colorimetría.

Primero, los triglicéridos son hidrolizados por acción de enzima lipasa, rindiendo glicerol y ácidos grasos libres. Posteriormente, el glicerol es fosforilado con la concurrencia de la enzima Glicerol kinasa, en presencia de ATP. El Glicerol-3 fosfato producido es a continuación oxidado a fosfo-dihidroxiacetona, produciendo peróxido de hidrógeno que es cuantificado por el procedimiento de la reacción con peroxidasa y aceptor cromogénico de oxígeno, descrito para la glucosa.

Urea

Se ha determinado mediante el método de la ureasa siguiendo el test U.V. de Boehringer.

La enzima descompone la urea mediante una reacción que rinde ión amonio. Diferentes metodologías se han seguido para la valoración del amoniaco final liberado, que incluyen valoración acidimétrica, valoración culombiométrica con hipobromuro, neslerización y la reacción de Berthelot, donde la adición de nitroprusiato facilita la transformación a indofenol (Todd Sandford). La adaptación a métodos automáticos ha conducido a la valoración mediante la reacción con un cetoácido, el alfa-cetoglutámico, en presencia de la enzima Deshidrogenasa Glutámica, que utiliza NADH como coenzima. Esta variante, que ha sido la seguida por nosotros, permite la incorporación del amoniaco al cetoácido, produciendo ácido Glutámico. Durante la reacción, el coenzima resulta oxidado a NAD, hecho que puede determinarse mediante lectura en el ultravioleta (340 nm). La disminución de la absorbancia a esta longitud de onda, correspondiente a la oxidación del NADH a NAD es proporcional a la concentración de amoniaco presente.

Proteínas Totales

Se han obtenido por el método Biuret descrito originalmente por Kingsley, utilizando el equipo TP 1040901 de la casa Boehringer.

Determinación de la Osmolalidad

La osmolalidad expresa la concentración de partículas osmóticamente activas por Kg de disolvente, y desde un punto de vista fisiológico, representa un parámetro esencial en las relaciones entre los diferentes compartimentos del organismo, en lo que respecta a fluidos y solutos difusibles. Su medida permite determinar las alteraciones producidas en el balance de agua y electrolitos.

Osmolalidad Plasmática

Entre otras propiedades coligativas que dependen de la presencia de partículas en las disoluciones, el descenso crioscópico, es decir la diferencia entre la temperatura de congelación de un disolvente puro y una disolución del mismo, es un método útil para determinar la concentración de tales partículas.

Por medio del osmómetro Knauer, la solución se congelaba en primer lugar hasta alcanzar una temperatura entre -5 y -8 °C, sin que la cristalización tomara lugar, induciendo su vuelta a los 0°C por medio de movimientos vibratorios. La diferencia entre los 0°C y el punto de depresión de la congelación de la muestra mostraba la osmolalidad de la solución en mOsm/kg.

El procedimiento es el siguiente:

- 1- Centrifugación de las muestras de salgre a 2500 rpm durante 5 Minutos
- 2- Obtención de 0,15 ml de plasma
- 3- Tiempo de medición por lectura directa entre 1 y 2 minutos.
- 4- Comprobar que la temperatura ambiente no supera los 40°C
- 5- Rango de medida 0-2000 mosmol/kg.

Osmolalidad Urinaria

Entre otras propiedades coligativas que dependen de la presencia de partículas en las disoluciones, el descenso crioscópico, es decir la diferencia entre la temperatura de congelación de un disolvente puro y una disolución del mismo, es un método útil para determinar la concentración de tales partículas.

Para la medida de la osmolalidad urinaria hemos seguido el método crioscópico, utilizando un osmómetro (Knauer) semiautomático.

El procedimiento es el siguiente:

- 1.- Centrifugación de las muestras de orina a 1.900 rpm durante 15 minutos.
- 2.- Encendido del aparato y calibración, mediante uso de disoluciones patrones (1.500, 500 y 100 mOsm/Kg).
- 3.- Medida de las muestras por lectura directa.

2.2.3.4.- DETERMINACIONES HEMATOLÓGICAS Y HEMODINÁMICAS.

Hematocrito y Hemoglobina

El análisis hematológico de las muestras se ha efectuado mediante analizador multicanal, automático (Coulter JL). El hematocrito es calculado a partir del volumen corpuscular medio y del recuento de eritrocitos efectuado por el aparato. Para la hemoglobina sigue el método fotolorimétrico de la cianmetahemoglobina mediante reactivo de Drabkin.

Volumen Plasmático

Dos métodos pueden ser destacados, por su exactitud y sencillez de aplicación, para determinación del volumen plasmático, el de Adolph y el propuesto por Dill

El método de Adolph postula que sólo las proteínas libres se filtran y abandonan la corriente sanguínea, por lo que la medida del aumento en la concentración de proteínas plasmáticas puede ser utilizado para calcular en porcentaje de disminución del volumen de plasma.

Dill y colaboradores han puesto de manifiesto que tal postulado no es válido para todos los sujetos. Nosotros hemos seguido el método de este último autor, cuyo fundamento es que cuando un individuo se encuentra agudamente deshidratado, el volumen de plasma disminuye, sin que ello influya en la hemoglobina contenida en los eritrocitos, que no pueden abandonar las células y menos aún la sangre. Esto sugiere el uso de medida de concentración de hemoglobina en sangre, antes y después de la

deshidratación, para estimar los tantos por ciento de cambio en los volúmenes de plasma y glóbulos rojos.

El cálculo es como sigue:

1.- Cálculo del volumen sanguíneo

$$VS = 100 \cdot \frac{Hb}{Hb}$$

2.- Cálculo del volumen corpuscular, en función de su hematocrito (Htc).

$$VC = VS \cdot Htc$$

3.- Cálculo de los volúmenes plasmáticos en ambas situaciones.

$$VP_1 = 100 - Htc_1$$

$$VP_2 = VS_2 - VC_2$$

La diferencia medida en %, indica la variación de volumen plasmático producida, entre las situaciones iniciales y finales consideradas.

Determinación del Porcentaje de Variación de la Resistencia Periférica Total.

Hemos calculado el valor del porcentaje de variación de la resistencia periférica total, a partir de los valores de la PAM y frecuencia cardíaca, mediante la fórmula (Siconolfi,1982; Pluto et al 1988)

$$\%RPT = \frac{100 \cdot [(PAM/FC)_2 - (PAM/FC)_1]}{(PAM/FC)_1}$$

Determinaciones de Excreción de iones y Diuresis.**Cálculo de la fracción de excreción de iones**

Para poder evaluar la excreción de iones, o bien las consecuencias de una situación experimental, suprimiendo el efecto que pudiera tener una diuresis modificada en la medida de su aclaramiento, hemos utilizado el cálculo de la fracción de excreción, con la ventaja de que esta medida puede hacerse a partir de una única colección de orina, a diferencia de aquellas en las que es aconsejable la orina de 24 horas.

La Fracción de Excreción de un soluto es igual al cociente entre la cantidad excretada y la filtrada, de dicho soluto, multiplicado por 100, siendo la primera igual al producto de su concentración en orina, por la tasa de flujo urinario y la segunda igual al producto de la concentración plasmática, por la tasa de filtración glomerular que viene dada por el valor del aclaramiento de creatinina. De esta relación se obtiene la expresión utilizada por nosotros:

$$FE_X\% = \frac{Ur_{Na} \cdot Pl_{Cr}}{Pl_{Na} \cdot U_{Cr}} \cdot 100$$

donde 'Ur_X' y 'Pl_X' representan las concentraciones urinarias y plasmáticas del ión "X" y 'Ur_{Cr}' y 'Pl_{Cr}' las de creatinina.

Gradiente transtubular de potasio GTTK.

El GTTK constituye una herramienta útil para la estimación de la secreción neta del ión, y puede servir como una forma indirecta de evaluar el efecto de la aldosterona sobre ésta. Considerando como premisas que la osmolalidad urinaria al final del tubo colector cortical, es similar a la del plasma y que muy poca o ninguna secreción o reabsorción de potasio tiene lugar en el túbulo colector medular, puede calcularse mediante la expresión (Rose B.D., 1994):

$$GTTK = \frac{U_k \cdot P_{osm}}{U_{osm} \cdot P_k}$$

Estimación que resulta relativamente ajustada en la medida que la orina no esté diluida y la concentración de sodio permanezca por encima de 25 mEq/L, es decir, que no esté limitada la disponibilidad de sodio.

El valor GTTK en sujetos normales, con dieta regular, es de 8 a 9 y se eleva por encima de 11 con carga de potasio, poniendo de manifiesto un aumento en su secreción.

Desde un punto de vista clínico, un valor por debajo de 7 y particularmente por debajo de 5, en un paciente con hiperkalemia, es fuertemente sugestivo de hipoaldosteronismo.

2.2.3.5.- DETERMINACIÓN DE HORMONAS

Se ha utilizado el método, Radioinmunoensayo (RIA) para las hormonas analizadas.

Desde su desarrollo en los años 50 por Yalow y Berson, el RIA ocupa un lugar destacado y casi rutinario en la metodología, habiéndose generalizado el uso de anticuerpos específicos radiomarcados, para la cuantificación de muy diferentes moléculas, en la actualidad, contenidas en cantidades ínfimas, en tejidos o en medios líquidos.

Independientemente de la sustancia que se trate de analizar, este método obedece al siguiente esquema:

1.- Formación del ligando:

Mediante unión de un anticuerpo específico de la molécula que se trata de investigar. Dicha unión puede ser:

a) Unión competitiva a un anticuerpo, entre la sustancia problema y una cantidad conocida de la misma sustancia previamente marcada, de forma que la medida de inhibición de la radiactividad es función de la concentración de sustancia problema presente.

b) Unión directa del anticuerpo, previamente marcado, a la sustancia problema. En este caso, tras la separación de la fracción no ligada, la medida de la actividad

(inmunoradiometría), es una función de la concentración de complejo antígeno-anticuerpo y en definitiva, de la cantidad de sustancia problema

2.- Separación específica de la fracción no ligada:

Con lo que se pretende eliminar, bien la cantidad de patrón marcado no ligado al anticuerpo, bien el anticuerpo marcado no ligado, según el caso, para que la posterior medida sea correspondiente a la presencia de sustancia problema.

La estrategia de separación establece diferencias entre los métodos: Precipitación por segundo anticuerpo, adsorción específica en fase sólida, separación por campos magnéticos, etc.

3.- Lectura de la actividad, confección de la curva patrón e interpolación de la medida problema.

Determinación de Aldosterona

Los niveles plasmáticos de aldosterona se determinaron directamente, sin extracción previa, por un radioinmunoanálisis comercial (Serono diagnostic, Roma). Este RIA utiliza, como método para la separación de la fracción unida de la libre, la adición de un segundo anticuerpo unido covalentemente a una partícula magnética. El inmunocomplejo es separado, por tanto, aplicando un campo magnético, prescindiendo así de centrifugación.

El coeficiente de variación, en el control de precisión intraensayo fué del 4,8%, en tanto que la medida interensayo arrojó un valor, para dicho coeficiente del 7%. La sensibilidad del método correspondió a un valor de 12 pg/mL.

Determinación de Renina.

El procedimiento emplea un ensayo inmunoradiométrico (IRMA), concretamente el DRG Renina IRMA material para cuantificar y medir la renina en suero. El ensayo no es competitivo, cuyo análisis es obtenido entre dos anticuerpos.

El procedimiento emplea una ensayo inmunoradiométrico a dos sitios descritos por Miles y colaboradores, y esta diseñado para detectar renina. El IRMA es un ensayo no competitivo como hemos comentado anteriormente, en el cual el compuesto a ser medido es atrapado entre dos anticuerpos como un sandwich. El primer anticuerpo es inmovilizado por “la gota envuelta”. El otro anticuerpo es radioetiquetado por detección. El compuesto presente en los desconocidos estándar y controles es unido por ambos anticuerpos para formar un complejo de sandwich, los reactivos no unidos se eliminan mediante lavado de las gotas. La cantidad de renina unida presente es directamente proporcional a la cantidad de renina en la muestra.

Determinación de Insulina

La determinación de la insulina plasmática se realizó mediante la técnica de radioinmunoensayo (RIA), desarrollada para cuantificar el nivel de insulina humana en el plasma sanguíneo (Yalow RS, Berson SA, 1960; Morgan CR, Lazarow A, 1963). Esta técnica se basa en la competencia entre la insulina presente en las muestras y en los modelos marcados como I 125. Se utilizó el kit *Ultra Sensitive Human Insulin RIA* (HI-11K) (LINCO Research, St. Charles, MO, USA), con sensibilidad de 0,2 - 20 μ U/mL y especificidad de 100%

Determinación de Cortisol

El cortisol plasmático se midió con *kit* comercial RIA Coat-a-count DPC.
Intervalo de calibración: 1-50 g/dl. Sensibilidad analítica: 0,2 µg/dl

El procedimiento es un radioinmunoanálisis en el cual el cortisol marcado radioactivamente I 125 compite con el cortisol de la muestra por los sitios de unión de los anticuerpo. Debido a que el anticuerpo esta unido a la pared de un tubo de proliprolino, la determinación del sobrante es suficiente para saber la competencia y aislar la fracción unida al anticuerpo del cortisol marcado.

Volumen requerido: 25 µl suero o plasma por tubo.

Conservación: 7 días a 2–8°C o 2 meses a –20°C.8 Antes del ensayo, llevar todas las muestras a temperatura ambiente (15–28°C) y mezclar por inversión

2.2.3.6.- DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DIETÉTICOS:

El método seguido ha sido el de encuesta individual, para el que se consideran dos posibilidades (Salas, J 2000)

a) Ingesta actual:

- Métodos basados en pesar los alimentos consumidos
- Métodos basados en la anotación de alimentos consumidos, donde el encuestado anota todo lo que ha consumido con detalle sirviéndose de medidas caseras o mediante pesos.

b) Ingesta pasada:

- Método de recuerdo, que consiste en recordar los alimentos consumidos en las 24 o 48 horas anteriores.
- Historia dietética: En el que a través de preguntas se realiza la estimación de la dieta de la dieta a largo plazo.

Nosotros optamos por el análisis de la dieta actual, basada en la anotación de los alimentos consumidos y por ello la dieta se analizó en este periodo durante 3 días uno de los cuales era festivo. La finalidad de efectuar este tipo de medición es la de establecer una media de ellos, con lo que se tiene en cuenta la posible variación debida a los días festivos.

Las encuestas se presentaron divididas en casillas donde los sujetos apuntaban todo lo que comían y bebían a lo largo del día. El documento también constaba de unos iconos de tazas, platos, cucharas y vasos de diferentes tamaños, que servían para orientar a los sujetos a la hora de cuantificar las cantidades de alimento o bebida ingeridas.

Para obtener las medidas de ingesta por persona y día se procedió de la siguiente manera:

- Las cantidades expresadas en kilos y gramos se transformaron en gramos.
- Los alimentos presentados en unidades se multiplicaron por el peso medio/unidad.
- Las bebidas se estandarizaron de la siguiente manera:

Vaso pequeño: 100 ml

Vaso Mediano: 250 ml

Vaso Grande: 330 ml.

Todo ello fue tratado luego en el programa informático de análisis de dieta, llamado DIETÉTICA 1. Versión 5.0 de Unisoft – Soft Mail. Para la comparación de la dieta, se utilizaron las tablas normalizadas del programa informático DIETETICA 1, para el margen de edad de la muestra (Tabla 7).

	VARONES	MUJERES
Calorías	2700 cal	2500 cal
Proteínas	405 cal	375 cal
Grasas	675 cal	625 cal
Grasas saturadas	25 mgr	23.15 mgr
Grasas insaturadas	50 mgr	46.29 mgr
Hidratos de carbono	1620 cal	1500 cal.
Colesterol	270 Mg	250 Mg
Fibra	30 gr	30 gr
Calcio	1000 Mg	900 Mg
Fósforo	1000 Mg	900 Mg
Magnesio	330 Mg	300 Mg
Hierro	12 Mg	18 Mg
Vitamina A	1,1 Mg	1 Mg
Vitamina B1	1,4 Mg	1,33 Mg
Vitamina B2	1,6 Mg	1,5 Mg
Vitamina B3	19 Mg	17 Mg
Vitamina C	75 Mg	75 Mg

Tabla 7.- Tablas normalizadas de la dieta (Programa DIET)

2.2.3.7.- DETERMINACIÓN PARAMETROS ANTROPOMÉTRICOS

Medidas:

Las medidas se tomaron con el calibrador Holtain-Tanner, siguiendo los siguientes procedimientos, con una superficie de contacto o pellizcamiento de 20-40 mm² y una presión constante de 10 gr/mm².

- **Pliegues:**

Los pliegues se tomaron siguiendo el protocolo de la American College (1999, 2000):

- **Abdominal:**

- 1- Revisar el adipómetro que este calibrado a 0.
- 2- El evaluado en posición vertical con el peso del cuerpo repartido entre ambos pies.
- 3- Marcar el sitio a 3 cm del lado derecho del ombligo.
- 4- El pliegue es vertical, se toma con los dedos pulgar e índice.
- 5- Se mide cuando el evaluado permanezca con la pared abdominal relajada.
- 6- Se aplica el adipómetro se cuenta hasta 3 y se lee en milímetros.
- 7- Repetir la medida 3 veces y registrar el promedio.

- **Tricipital:**

- 1- Revisar el adipómetro que este calibrado a 0.
- 2- El sujeto se posiciona de pie con el brazo colgando lateralmente y libre.
- 3- El pliegue es vertical y se toma en el punto medio del brazo (se identifica el vértice posterior de la apófisis acromial del omoplato desde allí se mide hasta la punta del olecranon).

- 4- El evaluador se sitúa detrás del evaluado y localiza el pliegue con su mano no dominante.
 - 5- Levantar suavemente el pliegue de grasa.
 - 6- Aplicar el adipómetro un centímetro por debajo de la posición de los dedos y hacer lectura entre 3 y 5 segundos.
 - 7- Repetir el procedimiento 3 veces y registrar el promedio.
- **Subescapular:**
- 1- Comprobar que el adipómetro esta a cero.
 - 2- El evaluado debe estar de pie, con los brazos y los hombros relajados.
 - 3- Medir un centímetro debajo del ángulo inferior de la escápula derecha.
 - 4- El pliegue debe formar un ángulo aproximado de 45° ascendente hacia la línea media del cuerpo.
 - 5- Levantar suavemente el pliegue de grasa.
 - 6- Colocar el calibrador en el centímetro marcado.
 - 7- Contar hasta 3 y tomar la medida.
 - 8- 3 tomas y realizar la media.
- **Suprailiaco:**
- 1- El calibrador debe de estar a cero.
 - 2- El evaluado debe de estar de pie en postura estándar.
 - 3- La localización del sitio es tomado en la línea anterior axilar, inmediatamente superior a la cresta ilíaca, en dirección diagonal.
 - 4- Se toma el pliegue en el punto antes mencionado con una dirección cercana a la horizontal.
-

El porcentaje de grasa corporal se ha valorado, utilizando medidas de pliegue cutáneo, tomando en cada caso el espesor de los pliegues tricípital, subescapular, iliaco y abdominal, a partir de los cuales se ha aplicado el algoritmo de Durin y Worneslay (1974), para la densidad corporal:

$$\text{Densidad corporal (BD)} = C - M \times \log_{10} \sum \text{cuatro pliegues}$$

VARONES							
Suma de los	Edad →	17-19	20-29	30-39	40-49	50+	17-72
Cuatro	C	1,1620	1,1631	1,1422	1,1620	1,1715	1,1765
Pliegues	M	0,0630	0,0632	0,0544	0,0700	0,0779	0,0744
MUJERES							
Suma de los	Edad →	16-19	20-29	30-39	40-49	50+	16-68
Cuatro	C	1,1549	1,1599	1,1423	1,1333	1,1339	1,1567
Pliegues	M	0,0678	0,0717	0,0632	0,0612	0,0645	0,0717

Tabla 8.- Coeficientes de C y M para la suma de cuatro pliegues recogidos en las tablas de Durin y Womersley

Y la ecuación de Siri (1956) para el porcentaje de la grasa (Sánchez- Caravaca, MA; Ramírez, J; Olmedo, M., 1998).

$$\% \text{ de Grasa corporal} = ((4.95)/BD) - 4.5 \times 100$$

2.3.- TRATAMIENTO ESTADÍSTICO.

Para el tratamiento estadístico de los datos hemos recurrido a criterios no paramétricos, utilizando el paquete informático SPSS. La razón para optar por el método más restrictivo se debe, por una parte, al tamaño reducido de la muestra y, por otra, la dispersión mostrada por alguna de las variables, para las que un test previo de normalidad evidenciaba puntuaciones extremas.

Todas las variables se presentan en tablas separadas por grupos, en las que se recoge para una mayor información el valor promedio y error estandar de la media, a pesar de no haber utilizado criterios paramétricos. Se acompañan, asimismo, las variaciones porcentuales en cada una de las comparaciones.

Para las comparaciones múltiples se ha utilizado la prueba de Friedman. Las diferencias pareadas se ha contratado con el test de Wilcoxon y cuando se trata de pruebas independientes, el de Mann-Whitney.

Hemos considerado como límite de significación el valor de la probabilidad $p < 0,05$. En las ocasiones en que el valor de p está entre 0,05 y 0,1, se hace notar como indicios de significación estadística.

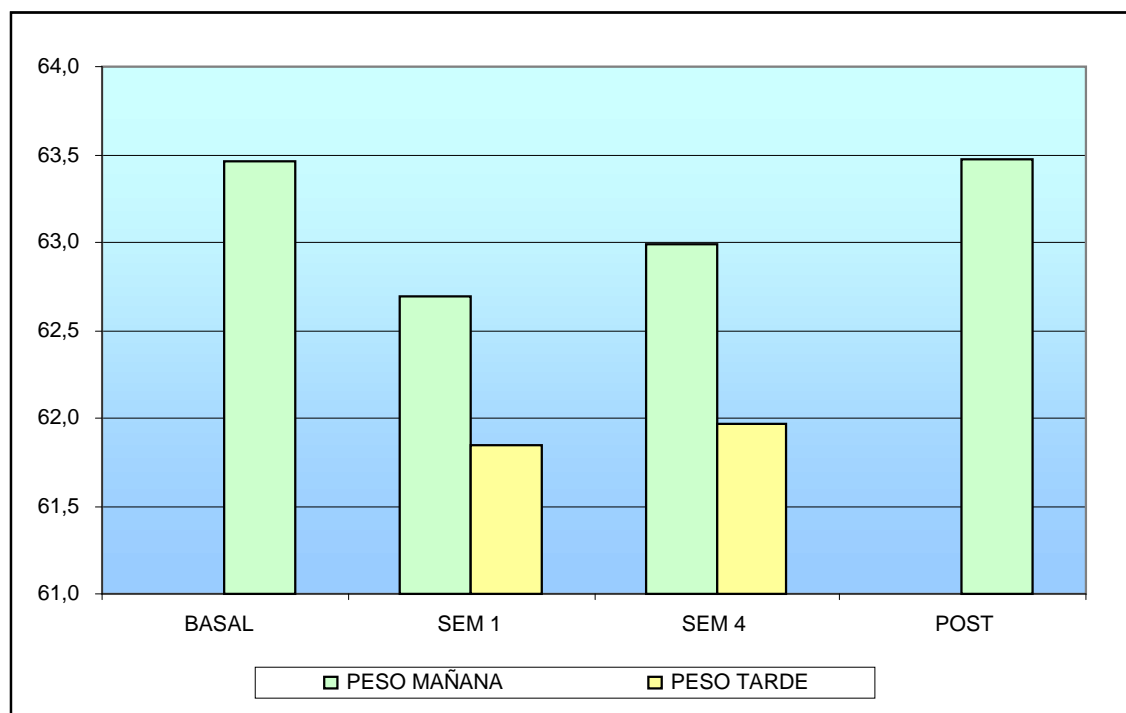
3. RESULTADOS

3.1 ANTROPOMETRIA

PESO (Kg)						
	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	52,0	50,5	50,4	50,0	50,0	50,0
2	75,3	76,5	75,1	75,5	74,6	77,0
3	70,2	69,5	68,3	71,5	70,1	70,5
4	54,1	52,0	51,1	53,6	52,8	54,0
5	79,9	80,0	78,9	80,5	79,0	80,9
6	53,0	51,0	50,0	51,0	50,5	52,0
7	61,0	58,2	57,5	58,6	57,1	59,1
8	46,0	48,3	47,9	48,3	47,0	48,9
9	68,8	68,1	67,7	67,2	66,5	68,3
10	74,3	72,8	71,6	73,7	72,1	74,1
	52,0	50,5	50,4	50,0	50,0	50,0
Media	63,5	62,7	61,9	63,0	62,0	63,5
EEM	3,71	3,79	3,71	3,81	3,72	3,81
Friedman	P<0,001					
Niveles de significación:	b)p<0,05 d) p<0,05 e) p<0,01 f) p<0,01					

Tabla 9.- Niveles de peso corporal. Los valores indican los niveles medios del peso corporal medidos en (Kg): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior

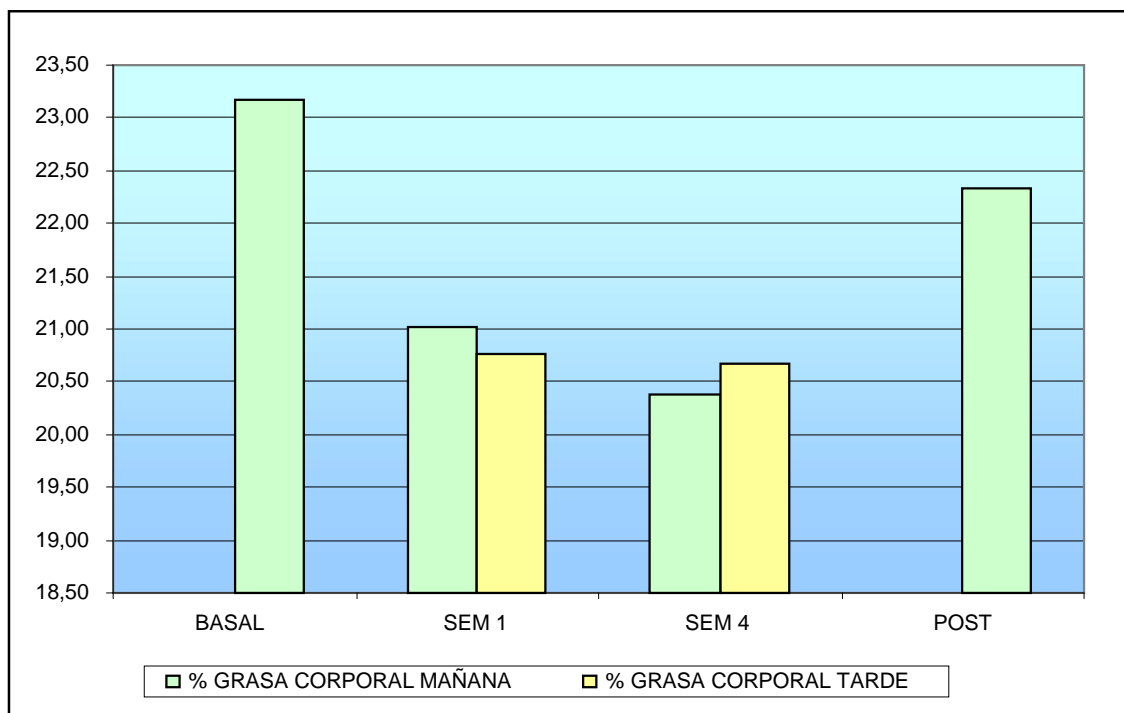


Gráfica 1.- Peso corporal: Las barras muestran los valores promedios de Peso corporal medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) diez días después al mes del Ramadán (**POST**).

PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL						
	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	29,68	26,73	25,90	24,29	25,34	26,05
2	27,49	25,75	25,84	25,37	25,55	27,73
3	18,51	16,21	15,80	15,25	16,69	18,61
4	12,55	10,35	11,29	12,67	10,97	12,75
5	33,81	29,25	29,56	29,81	31,69	32,66
6	14,03	12,51	12,26	12,00	11,87	14,70
7	30,67	27,13	26,52	23,24	26,41	27,43
8	26,08	24,56	23,74	24,09	23,81	26,26
9	12,32	11,99	12,24	11,65	10,57	11,39
10	26,56	25,66	24,48	25,43	23,87	25,72
Media	23,17	21,01	20,76	20,38	20,68	22,33
EEM	2,552	2,322	2,222	2,131	2,379	2,324
Friedman	P<0,001					
Niveles de significación: a) p<0,01 b) p<0,01 c) p<0,01 d) p<0,01 e) p<0,01						

Tabla 10.- Niveles de porcentaje de grasa corporal. Los valores indican los niveles medios de grasa corporal medidos en (%): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior



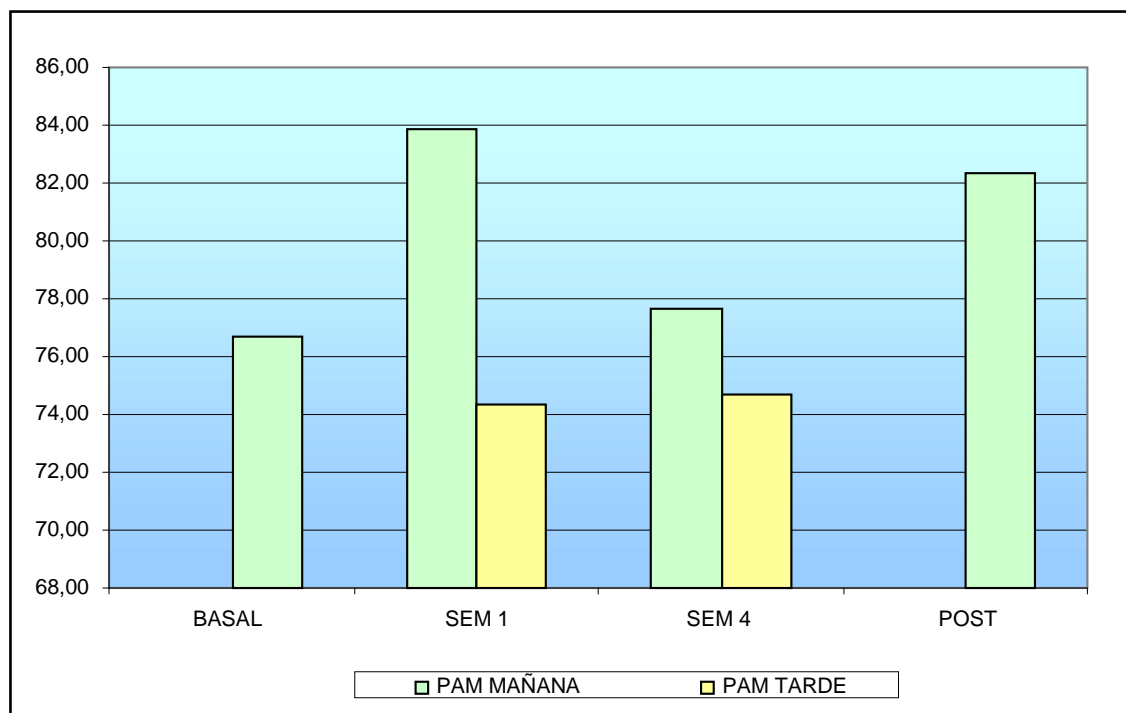
Gráfica 2.- % Grasa corporal: Las barras muestran los valores promedios del % de grasa corporal medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) diez días después al mes del Ramadán (**POST**).

3.2 HEMODINÁMICA

PRESIÓN ARTERIAL MEDIA (mm Hg)						
	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	75,0	83,3	63,3	73,3	70,0	80,0
2	85,0	86,7	73,3	93,3	71,7	86,7
3	85,0	90,0	76,7	78,3	76,7	78,3
4	63,3	63,3	60,0	73,3	66,7	66,7
5	86,7	96,7	86,7	81,7	86,7	96,7
6	63,3	66,7	88,3	66,7	80,0	70,0
7	73,3	93,3	61,7	73,3	78,3	81,7
8	66,7	70,0	73,3	66,7	73,3	71,7
9	81,7	93,3	76,7	83,3	70,0	96,7
10	86,7	95,0	83,3	86,7	73,3	95,0
	75,0	83,3	63,3	73,3	70,0	80,0
Media	76,7	83,8	74,3	77,7	74,7	82,3
EEM	3,04	3,98	3,21	2,74	1,86	3,53
Friedman	P<0,001					
Niveles de significación: a) p<0,001 g) p< 0,05						

Tabla 11.- Niveles de presión arterial media. Los valores indican los niveles medios de la presión arterial media medidos en (mm/Hg): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; b) Previa con primera semana de tarde; c) Previa con cuarta semana de mañana; d) Previa con cuarta semana de tarde; e) Primera semana de mañana con primera semana de tarde; f) Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; g) Previa con posterior

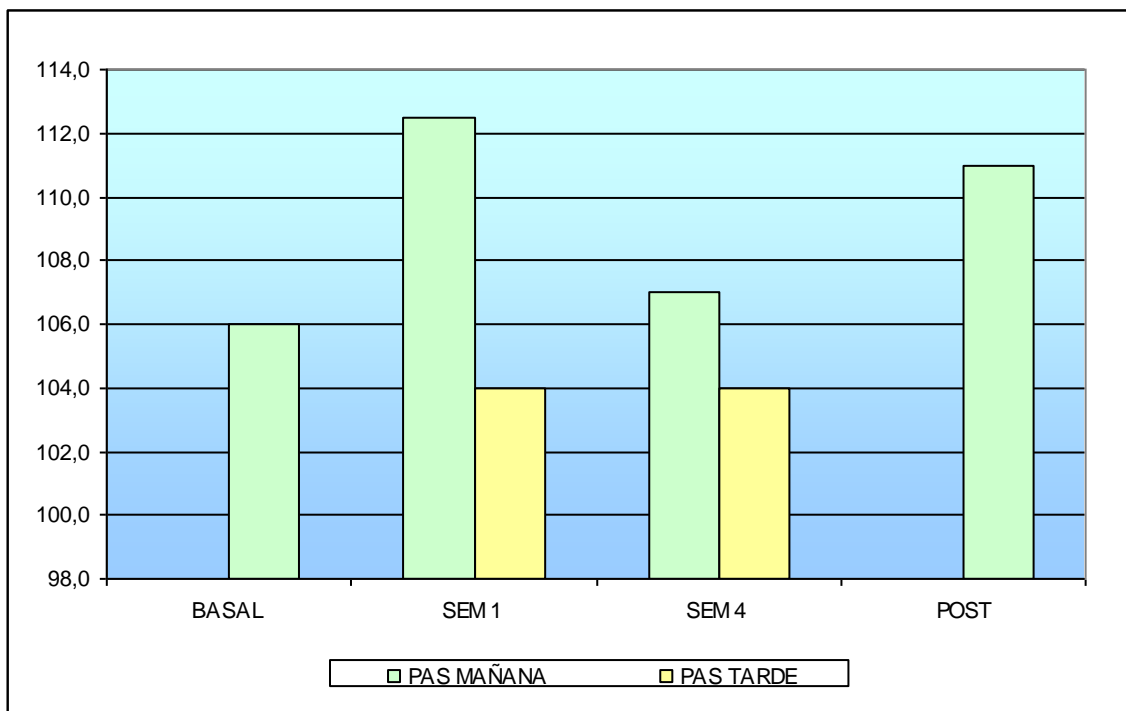


Gráfica 3.- Presión arterial media: Las barras muestran los valores promedios de presión arterial media medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) diez días después al mes del Ramadán (**POST**).

PRESIÓN ARTERIAL SISTÓLICA (mmHg)						
	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	105,0	110,0	90,0	100,0	90,0	100,0
2	115,0	120,0	110,0	120,0	105,0	120,0
3	115,0	120,0	110,0	105,0	110,0	105,0
4	90,0	90,0	80,0	100,0	90,0	90,0
5	120,0	130,0	120,0	115,0	120,0	140,0
6	90,0	100,0	125,0	100,0	110,0	100,0
7	100,0	120,0	85,0	100,0	115,0	105,0
8	100,0	90,0	100,0	100,0	100,0	95,0
9	105,0	120,0	110,0	110,0	100,0	130,0
10	120,0	125,0	110,0	120,0	100,0	125,0
Media	106,0	112,5	104,0	107,0	104,0	111,0
EEM	3,56	4,55	4,70	2,71	3,14	5,26
Friedman			P<0,5			
Niveles de significación: a) p<0,05						

Tabla 12.- Niveles de presión arterial sistólica. Los valores indican los niveles medios de la presión arterial sistólica medidos en (mm/Hg): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior

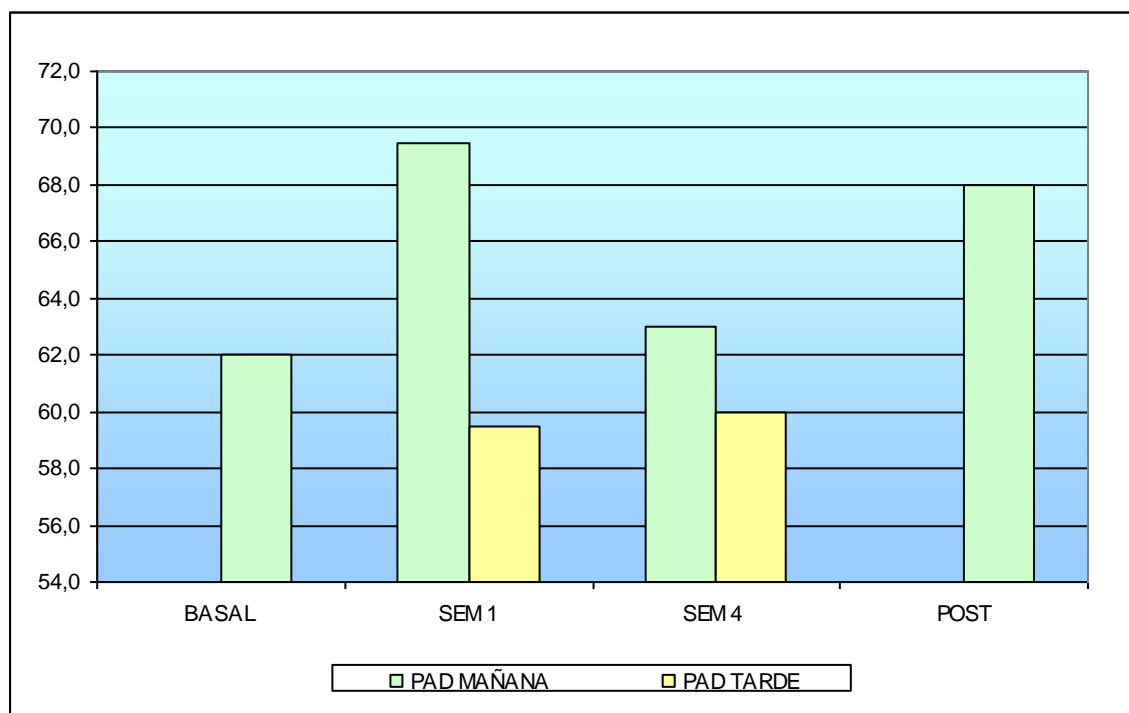


Gráfica 4.- Presión arterial sistólica: Las barras muestran los valores promedios de presión arterial sistólica medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) diez días después al mes del Ramadán (**POST**).

PRESIÓN ARTERIAL DIASTÓLICA (mg Hg)						
	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	60,0	70,0	50,0	60,0	60,0	70,0
2	70,0	70,0	55,0	80,0	55,0	70,0
3	70,0	75,0	60,0	65,0	60,0	65,0
4	50,0	50,0	50,0	60,0	55,0	55,0
5	70,0	80,0	70,0	65,0	70,0	75,0
6	50,0	50,0	70,0	50,0	65,0	55,0
7	60,0	80,0	50,0	60,0	60,0	70,0
8	50,0	60,0	60,0	50,0	60,0	60,0
9	70,0	80,0	60,0	70,0	55,0	80,0
10	70,0	80,0	70,0	70,0	60,0	80,0
Media	62,0	69,5	59,5	63,0	60,0	68,0
EEM	2,91	3,83	2,63	2,91	1,49	2,91
Friedman	P<0,01					
Niveles de significación:	a)p<0,05 g)p<0,05					

Tabla 13.- Niveles de presión arterial diastólica. Los valores indican los niveles medios de la presión arterial diastólica medidos en (mm/Hg): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior



Gráfica 5.- Presión arterial diastólica: Las barras muestran los valores promedios de presión arterial diastólica medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) diez días después al mes del Ramadán (**POST**).

% variación de resistencia periférica								
	%RPTb_1m	%RPTb_1t	%RPTb_4m	%RPTb_4t	%RPT_1_4m	%RPT_1_4_t	%RPT_1_mt	%RPT_4_mt
1	47,0	-16,5	0,1	-15,5	-31,9	1,2	-43,2	-15,6
2	2,0	-44,1	-12,7	-35,8	-14,3	14,7	-45,2	-26,6
3	-4,7	-27,0	-2,4	-18,8	2,4	11,3	-23,4	-16,8
4	11,8	12,5	37,5	6,7	23,0	-5,2	0,7	-22,4
5	56,2	19,1	13,5	6,7	-27,3	-10,5	-23,7	-6,0
6	21,1	35,1	42,4	52,9	17,6	13,2	11,6	7,4
7	57,2	-4,5	31,3	30,0	-16,5	36,2	-39,3	-0,9
8	59,0	55,7	39,7	48,0	-12,1	-4,9	-2,0	5,9
9	58,1	3,9	16,0	14,7	-26,6	10,4	-34,3	-1,1
10	12,7	-11,1	-1,3	-23,6	-12,4	-14,1	-21,1	-22,6
Media	32,0	2,3	16,4	6,5	-9,8	5,2	-22,0	-9,9
EEM	8,17	9,37	6,39	9,62	5,90	4,75	6,22	3,94

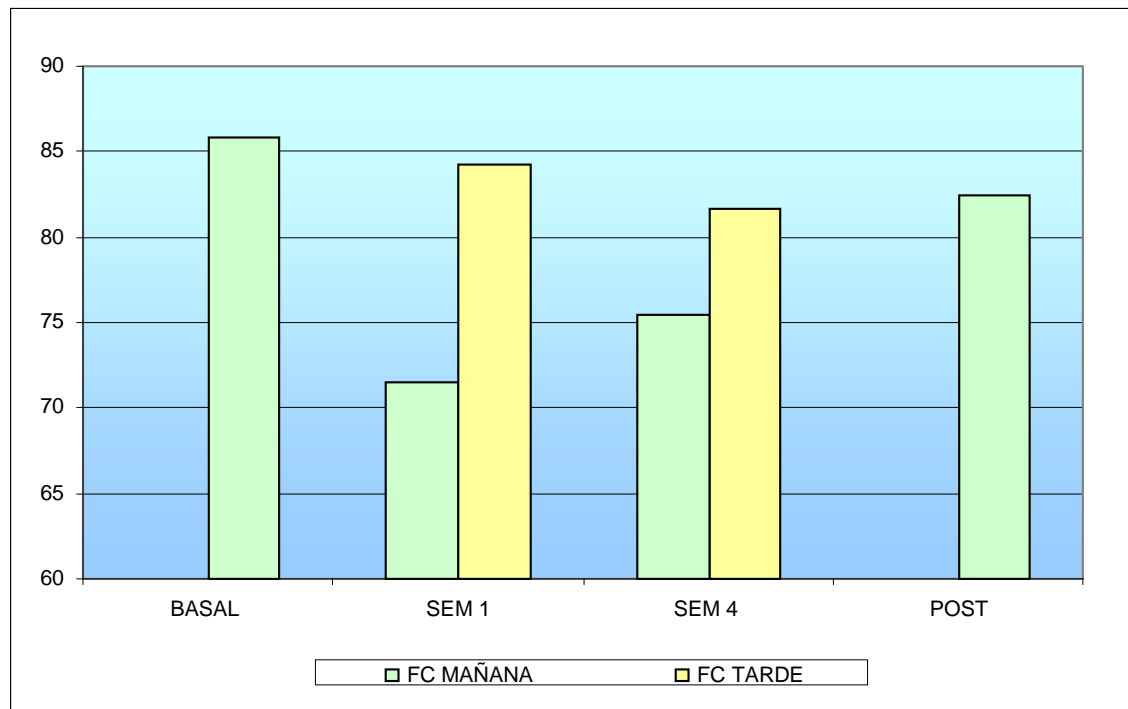
Tabla 14.-% de variación de resistencia periférica. Los valores indican los niveles medios del porcentaje de variación de resistencia periférica medidos en (%): En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior

FRECUENCIA CARDIACA (puls/min)						
	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	86,0	65,0	87,0	84,0	95,0	97,0
2	70,0	70,0	108,0	88,0	92,0	84,0
3	72,0	80,0	89,0	68,0	80,0	80,0
4	76,0	68,0	64,0	64,0	75,0	81,0
5	112,0	80,0	94,0	93,0	105,0	106,0
6	92,0	80,0	95,0	68,0	76,0	83,0
7	84,0	68,0	74,0	64,0	69,0	64,0
8	109,0	72,0	77,0	78,0	81,0	82,0
9	83,0	60,0	75,0	73,0	62,0	67,0
10	74,0	72,0	80,0	75,0	82,0	80,0
Media	85,8	71,5	84,3	75,5	81,7	82,4
EEM	4,65	2,16	4,05	3,21	4,02	3,89
Friedman	P<0,01					
Niveles de significación:	a)p<0,05 c)p<0,05 e)p<0,01 f)p<0,05					

Tabla 15.- Niveles de frecuencia cardiaca. Los valores indican los niveles medios de la frecuencia cardiaca medidos en (puls/min): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior



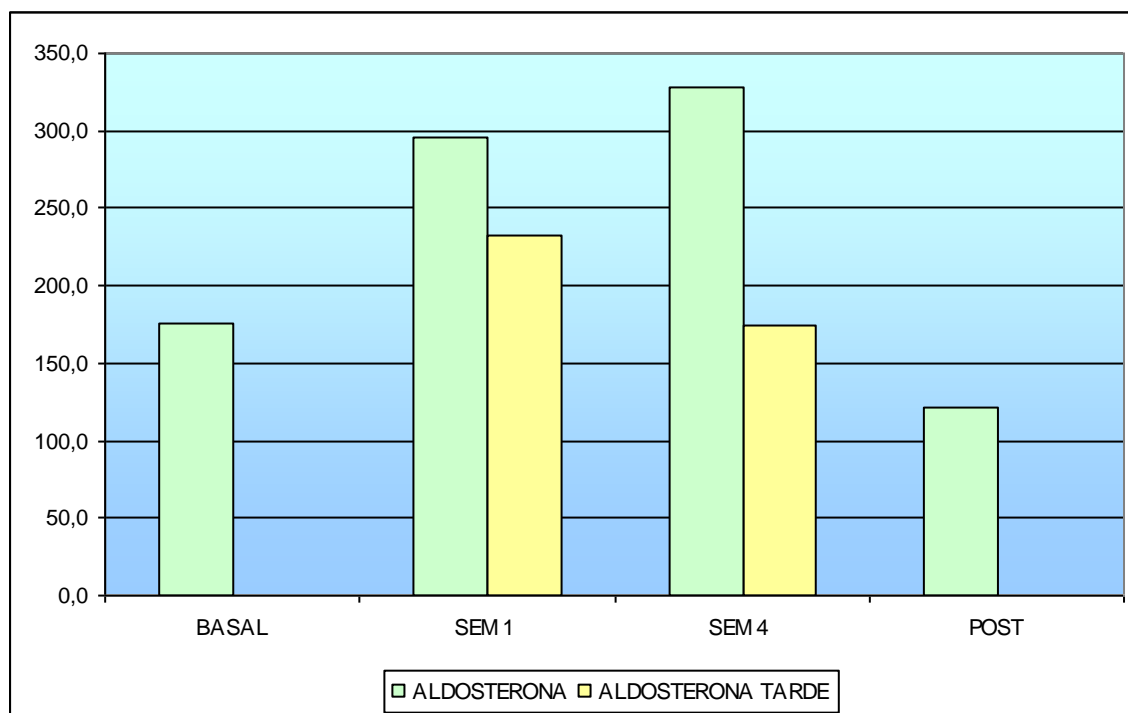
Gráfica 6.- Frecuencia cardíaca: Las barras muestran los valores promedios de frecuencia cardíaca medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) diez días después al mes del Ramadán (**POST**).

3.3 HIDROSALINO

ALDOSTERONA(ng/dL)						
	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	164,00	347,60	302,00	383,52	193,00	36,00
2	92,00	361,80	217,60	293,00	143,20	179,80
3	116,00	304,00	210,00	328,00	106,00	66,00
4	232,00	212,80	190,40	315,80	110,60	178,80
5	156,00	450,00	250,00	585,40	220,60	216,00
6	332,00	296,20	231,60	338,80	281,20	123,80
7	136,00	261,40	234,00	281,60	246,80	139,80
8	192,00	220,20	187,40	202,20	122,60	56,20
9	148,00	255,40	212,60	259,40	108,60	82,20
10	192,00	247,20	285,60	292,00	210,40	139,20
	164,00	347,60	302,00	383,52	193,00	36,00
Media	176,00	295,66	232,12	327,97	174,30	121,78
EEM	21,49	23,25	11,97	32,46	20,32	18,99
Friedman	p<0,001					
Niveles de significación: a) P < 0,05 c) P<0,01 e) P<0,05 f) P<0,01						

Tabla 16.- Niveles plasmáticos de aldosterona. Los valores indican los niveles medios de aldosterona en sangre medidos en (ng/dL): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior

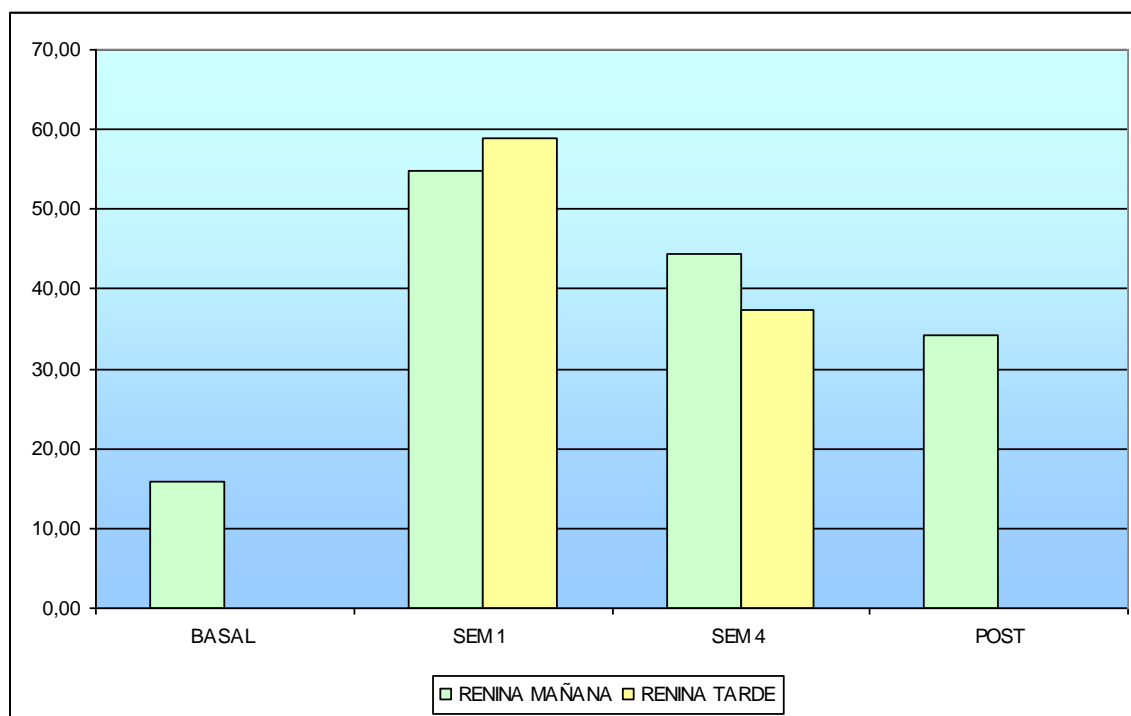


Gráfica 7.- Aldosterona en sangre: Las barras muestran los valores promedios de aldosterona en sangre (ng/dL) medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) siete días después al mes del Ramadán (**POST**).

RENINA (ng/L/s)						
	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	15,20	36,00	74,00	40,90	37,50	18,00
2	16,00	45,00	78,00	27,00	12,00	18,00
3	15,80	54,00	48,00	37,00	18,00	24,00
4	16,10	68,80	50,30	71,70	78,30	16,30
5	15,90	76,00	87,00	44,20	37,40	64,00
6	15,80	50,60	26,20	20,20	12,10	64,80
7	16,20	46,10	66,20	18,90	38,90	17,20
8	15,40	75,30	19,20	54,60	27,50	5,80
9	16,40	47,00	81,00	96,00	75,00	72,00
10	15,80	50,10	58,20	34,00	36,00	42,20
Media	15,86	54,89	58,81	44,45	37,27	34,23
EEM	0,11	4,34	7,27	7,62	7,34	7,72
Friedman	p<0,001					
Niveles de significación:	a) P<0,01 b) P<0,01 c) P<0,01 d) P<0,05 g) P<0,05					

Tabla 17.- Niveles plasmáticos de renina. Los valores indican los niveles medios de renina en sangre medidos en (ng/L/s): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior



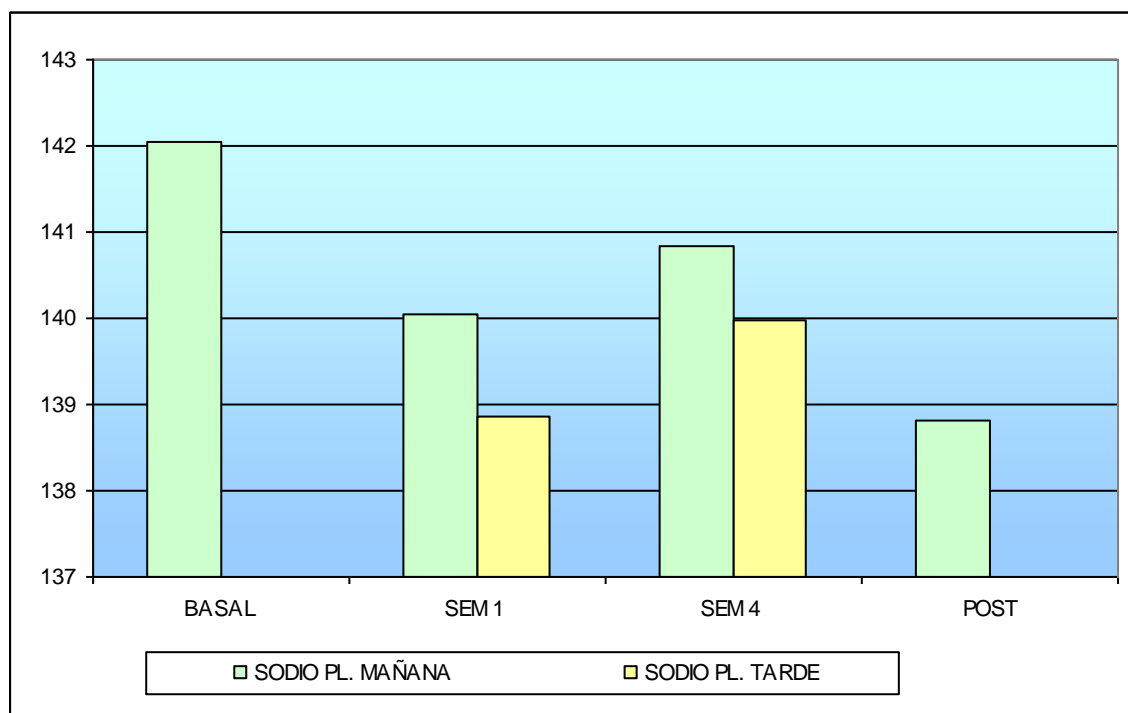
Gráfica 8.- Renina en sangre: Las barras muestran los valores promedios de renina en sangre (ng/L/s) medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) siete días después al mes del Ramadán (**POST**).

SODIO PLASMÁTICO (mEq/L)

	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	143,50	140,90	138,40	142,90	139,30	139,00
2	142,40	139,90	139,70	141,00	140,20	140,50
3	141,60	139,10	138,50	139,40	139,00	135,40
4	140,80	140,40	138,40	141,80	142,60	140,10
5	144,20	140,50	137,50	141,60	142,60	134,10
6	141,00	138,80	139,40	141,10	143,00	142,70
7	140,20	139,90	138,70	139,30	132,90	141,00
8	145,30	140,00	138,20	140,20	138,40	140,00
9	140,40	140,80	139,80	139,60	142,50	135,00
10	141,10	140,20	140,10	141,50	139,20	140,40
Media	142,05	140,05	138,87	140,84	139,97	138,82
EEM	0,55	0,21	0,26	0,38	0,97	0,92
Friedman	P<0,005					
Niveles de significación:	a) P<0,05 b) P<0,05 e) P<0,05 g)p<0,05					

Tabla 18.- Niveles plasmáticos de sodio. Los valores indican los niveles medios de sodio en sangre medidos en (mEq/L): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior



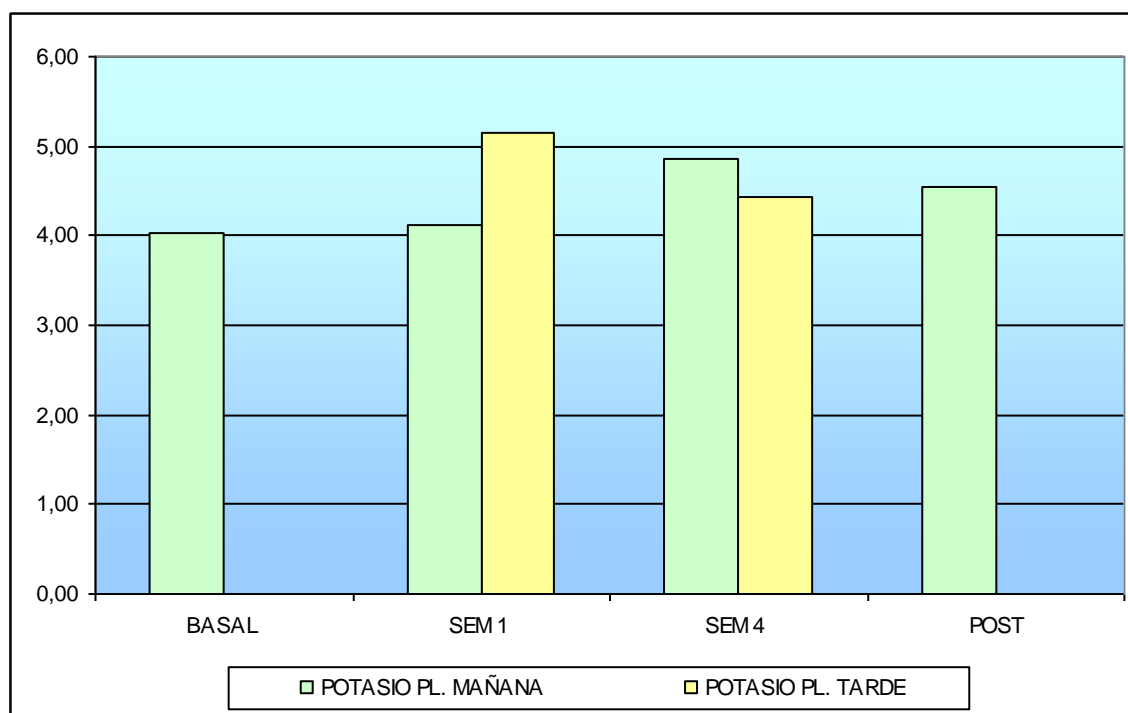
Gráfica 9.- Sodio en sangre: Las barras muestran los valores promedios de sodio en sangre (mEq/L): medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) diez días después al mes del Ramadán (**POST**).

POTASIO PLASMA (mEq/L)

	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	4,10	4,14	5,75	5,26	4,30	4,50
2	4,50	4,03	4,79	4,47	4,90	4,36
3	4,20	4,09	4,75	5,22	4,40	4,80
4	4,18	4,12	4,91	4,36	4,32	4,70
5	4,30	3,84	5,04	4,94	4,50	4,60
6	4,12	4,50	5,08	5,01	4,44	4,70
7	3,80	3,48	4,92	4,60	4,20	4,30
8	3,28	4,44	5,29	4,95	4,30	4,45
9	3,91	4,42	5,74	4,89	4,64	4,52
10	4,02	4,21	5,90	4,86	4,40	4,60
MEDIA	4,04	4,13	5,22	4,86	4,44	4,55
EEM	0,105	0,097	0,136	0,094	0,064	0,050
Friedman	p<0,001					
Niveles de significación:	b) p<0,01 c) p<0,01 d) p<0,01 e) p<0,01 f)p<0,05 g)P<0,01					

Tabla 19.- Niveles plasmáticos de potasio. Los valores indican los niveles medios de potasio en sangre medidos en (mEq/L): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior



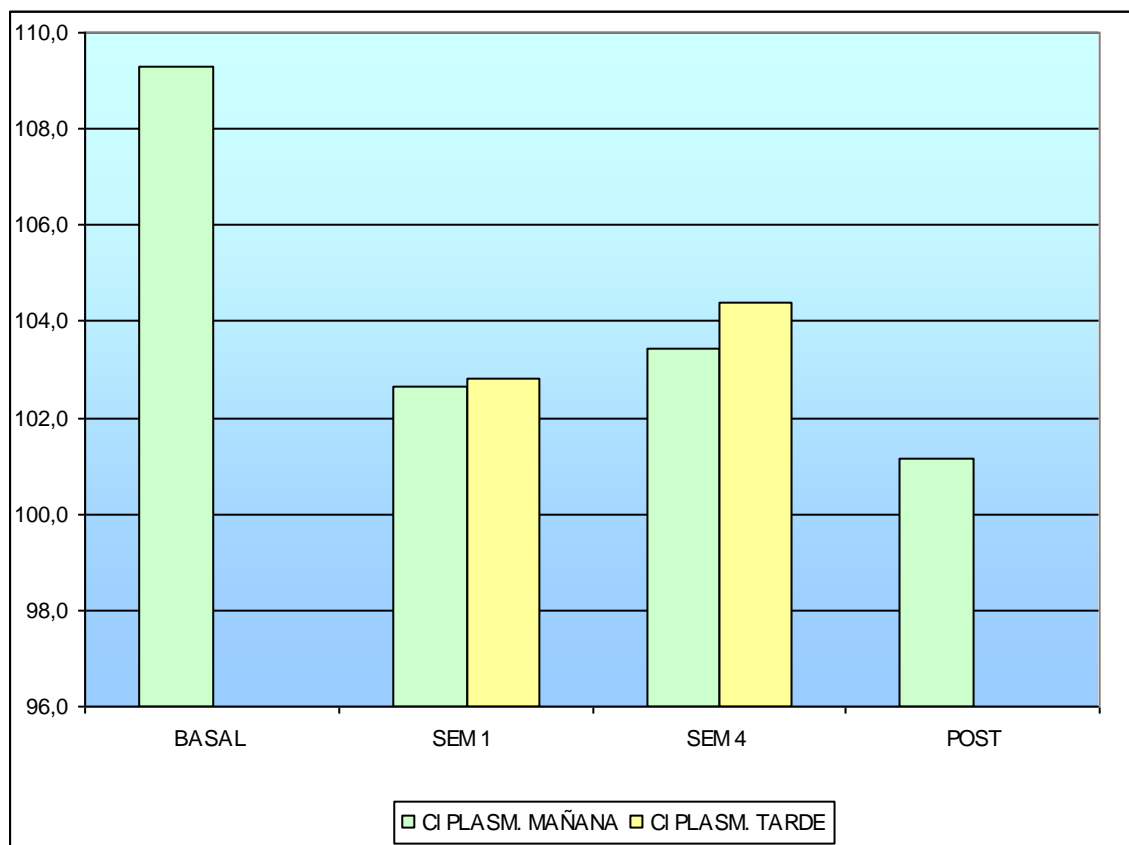
Gráfica 10.- Potasio plasmático: Las barras muestran los valores promedios de potasio en sangre (mEq/L) medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) siete días después al mes del Ramadán (**POST**).

CLORO PLASMÁTICO (mEq/L)

	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	111,0	102,6	104,9	105,6	105,1	98,7
2	109,0	102,5	103,8	103,1	104,6	102,6
3	111,0	101,8	105,2	102,7	104,9	99,0
4	107,0	102,0	104,7	103,6	105,9	102,7
5	110,0	102,7	106,6	104,2	104,5	97,7
6	111,0	103,0	104,8	103,8	104,7	104,8
7	108,0	101,5	106,3	101,9	103,7	102,9
8	108,0	103,4	105,8	103,0	100,8	102,3
9	110,0	103,5	106,4	102,5	104,5	98,3
10	108,0	101,2	105,2	104,0	105,0	102,8
	111,0	102,6	104,9	105,6	105,1	98,7
MEDIA	109,3	102,4	105,4	103,4	104,4	101,2
E.E.M.	0,47	0,25	0,28	0,33	0,44	0,47
Friedman	p<0,001					
Niveles de significación:	a)p<0,005 b)p<0,005 c)p<0,005 d)P<0,005 e)p<0,005 g)p<0,005					

Tabla 20.- Niveles plasmático de cloro. Los valores indican los niveles medios de cloro en sangre medidos en (mEq/L): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior



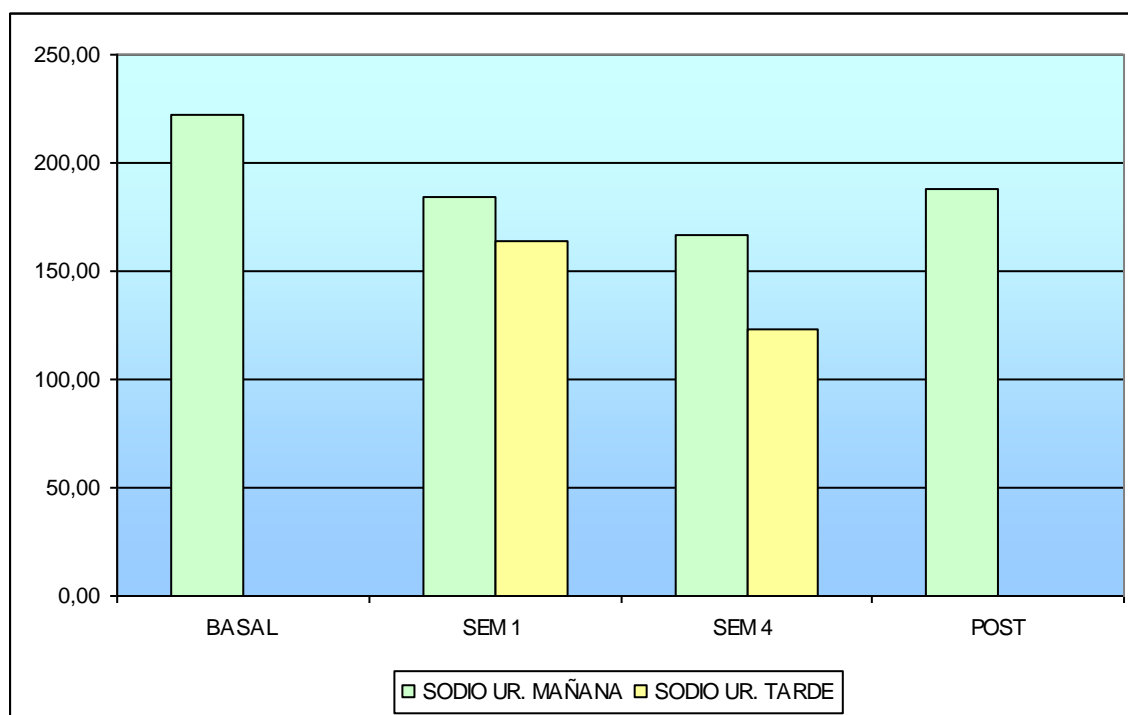
Gráfica 11.- Cloro en sangre: Las barras muestran los valores promedios de cloro en sangre (mEq/L): medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) diez días después al mes del Ramadán (**POST**).

SODIO URINARIO (mEq/L)

	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	223,60	279,80	225,50	212,70	93,80	223,10
2	282,00	270,80	207,70	199,20	113,60	275,70
3	274,50	190,00	105,60	169,50	135,30	237,20
4	228,30	220,80	193,10	183,30	187,40	184,70
5	220,40	198,60	116,30	172,80	130,60	128,20
6	133,30	52,00	141,90	101,90	160,30	173,90
7	189,90	81,40	197,40	100,00	65,50	155,40
8	198,70	195,10	152,60	135,00	134,60	111,60
9	241,80	165,00	146,40	228,50	77,50	204,80
10	225,80	185,80	156,90	167,20	128,60	187,50
MEDIA	221,83	183,93	164,34	167,01	122,72	188,21
EEM	13,44	22,79	12,61	13,73	11,66	15,74
Friedman	p<0,005					
Niveles de significación:	a) P<0,05 b) P<0,05 c) P<0,01 d) P<0,01 g) P<0,05					

Tabla 21.- Niveles urinarios de sodio. Los valores indican los niveles medios de sodio en orina medidos en (mEq/L): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior



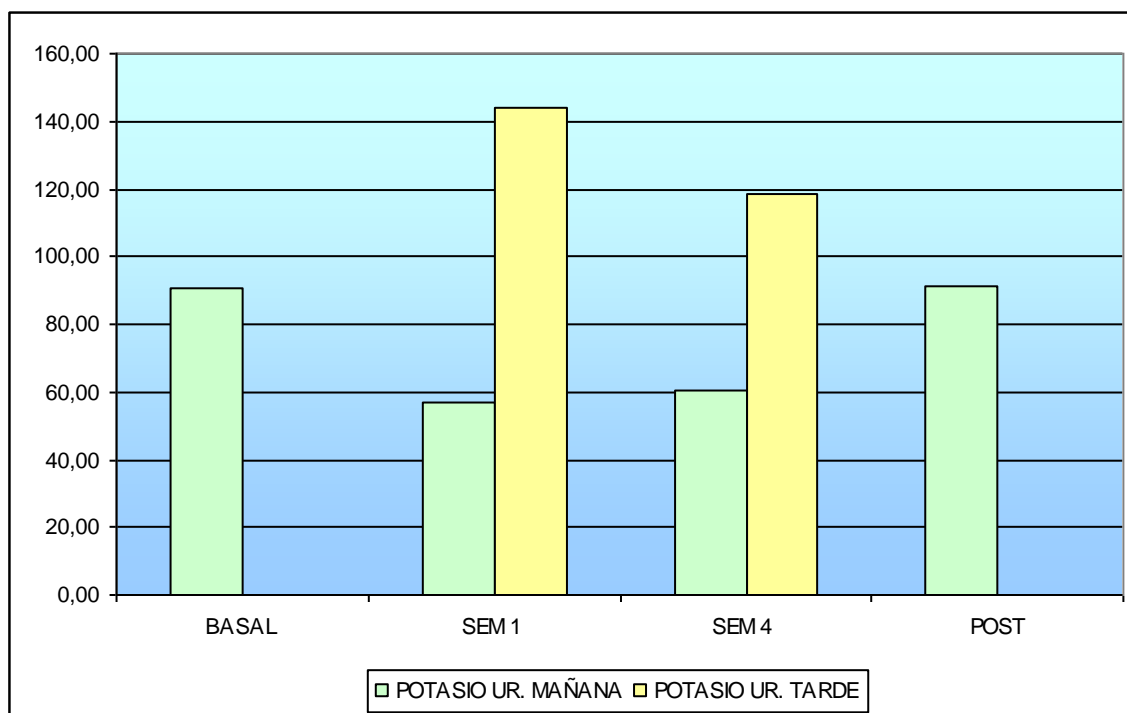
Gráfica 12.- Sodio en orina: Las barras muestran los valores promedios de sodio en orina (mEq/L), medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) siete días después al mes del Ramadán (**POST**).

POTASIO ORINA (mEq/L)

	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	91,00	81,94	137,21	39,86	85,20	84,80
2	64,97	49,86	136,85	63,81	128,50	120,82
3	105,72	31,61	179,84	30,41	131,20	75,41
4	125,43	53,48	144,08	41,82	122,17	99,10
5	89,95	55,66	186,60	71,41	148,20	141,51
6	114,10	24,70	122,80	105,14	125,92	71,87
7	46,09	65,44	125,43	49,92	147,30	66,87
8	92,02	52,78	121,03	40,93	128,80	93,71
9	86,42	94,43	201,69	101,46	51,47	68,59
10	93,40	60,90	84,22	62,40	119,32	92,86
MEDIA	90,91	57,08	143,98	60,72	118,81	91,55
EEM	7,19	6,57	11,26	8,15	9,28	7,63
Friedman	p<0,001					
Niveles de significación:	a) P<0,05 b)P<0,01 c)P<0,05 e)P<0,01 f)P<0,05					

Tabla 22.- Niveles urinarios de potasio. Los valores indican los niveles medios de potasio en orina medidos en (mEq/L): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior



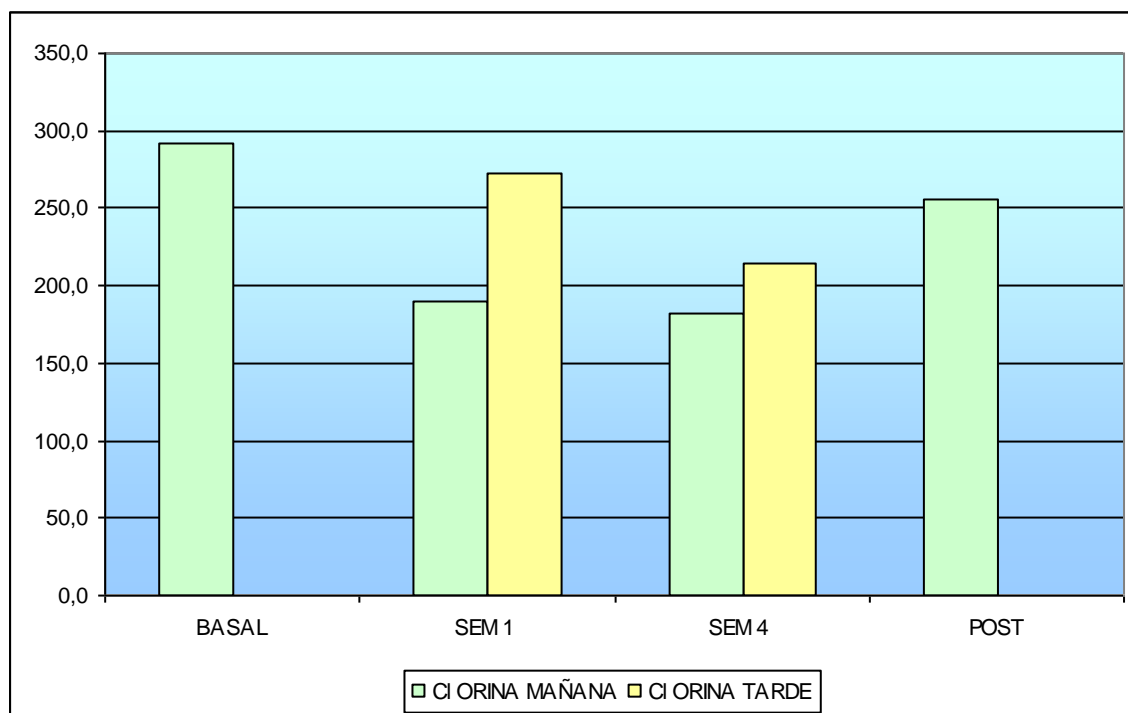
Gráfica 13.- Potasio en orina: Las barras muestran los valores promedios de potasio en orina (mEq/L) medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) siete días después al mes del Ramadán (**POST**).

CLORO URINARIO (mEq/L)

	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	294,57	288,22	309,65	192,30	155,31	278,59
2	349,68	246,03	296,19	208,95	217,86	376,72
3	365,79	166,49	268,92	150,11	236,78	278,41
4	321,65	213,35	293,49	172,89	265,01	263,43
5	290,01	199,47	284,27	198,00	252,19	270,83
6	198,72	57,53	232,31	183,37	249,28	215,69
7	225,61	124,29	275,96	120,73	203,40	191,84
8	264,82	193,71	238,20	136,45	233,61	189,19
9	313,93	217,80	323,10	272,21	105,94	239,34
10	298,74	195,89	200,54	183,90	218,69	257,30
MEDIA	292,35	190,28	272,26	181,89	213,81	256,13
E.E.M.	16,34	20,18	12,05	13,40	15,45	17,11
Friedman	p<0,001					
Niveles de significación:	a) p<0,01 c)p<0,01d)P<0,05 e)P<0,01 g)P<0,05					

Tabla 23.- Niveles urinarios de cloro. Los valores indican los niveles medios de cloro en orina medidos en (mEq/L): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior



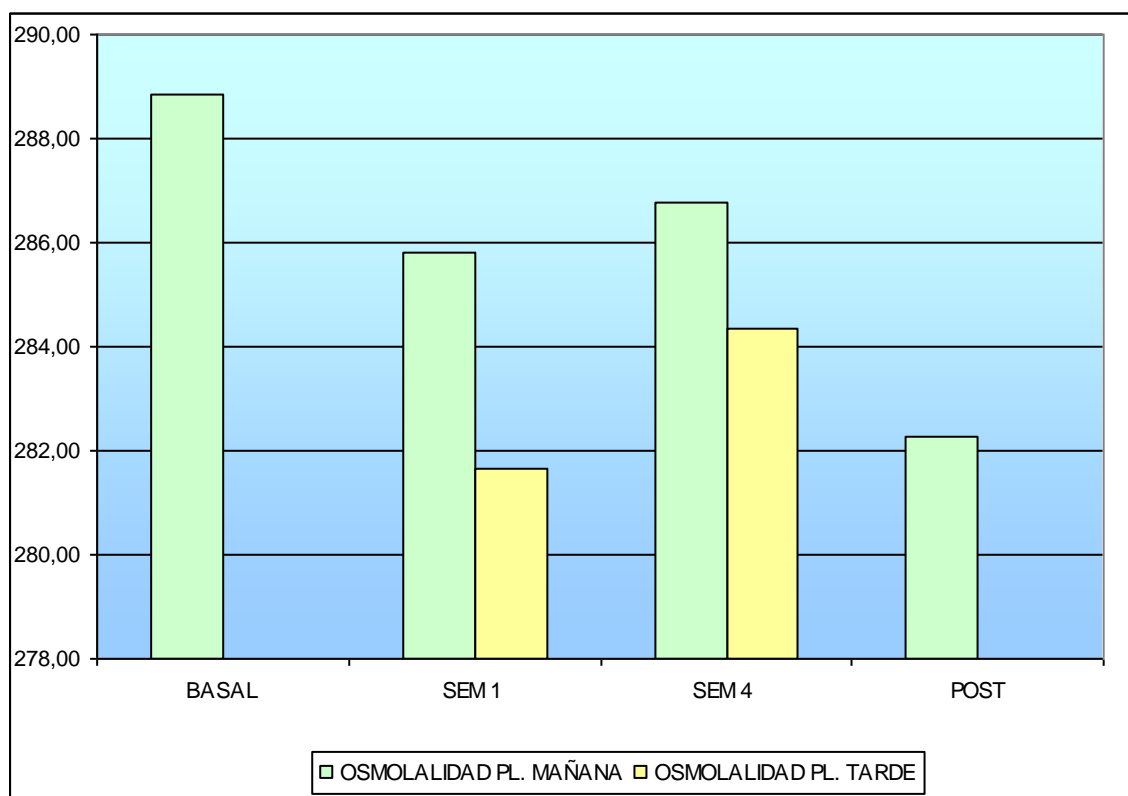
Gráfica 14.- Cloro urinario: Las barras muestran los valores promedios del cloro en orina (mEq/L), medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) siete días después al mes del Ramadán (**POST**).

Osmolalidad plasmática (mOsm/Kg)

	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST.
1	292,11	288,19	280,80	291,13	283,21	283,50
2	288,86	285,19	283,12	285,89	285,23	286,33
3	287,81	283,48	280,67	283,36	282,22	274,97
4	287,32	286,36	281,02	288,82	289,59	285,48
5	293,34	287,17	278,89	287,87	289,70	272,98
6	285,67	282,10	282,41	287,37	290,28	288,79
7	285,23	285,58	280,96	284,38	268,58	285,78
8	295,32	286,17	280,57	285,84	281,52	284,33
9	285,58	287,93	283,71	284,81	289,89	274,72
10	287,31	285,84	284,37	288,11	283,29	285,86
MEDIA	288,86	285,80	281,65	286,76	284,35	282,27
EEM	1,12	0,597	0,53	0,74	2,07	1,82
Friedman	p<0,005					
Niveles de significación:	a)p<0,05 b)p<0,01 e)p<0,01 g)p<0,05					

Tabla 24.- Niveles plasmáticos de osmolalidad. Los valores indican los niveles medios de osmolalidad en sangre medidos en (mOsm/Kg): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior



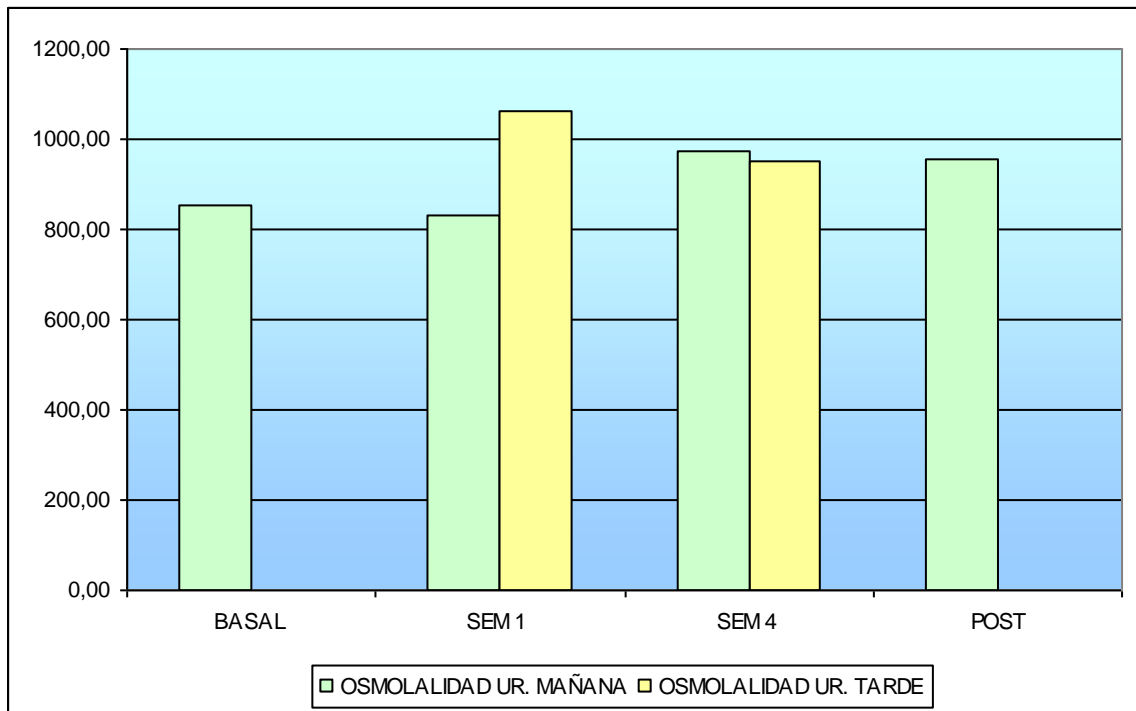
Gráfica 15.- Osmolalidad plasmática: Las barras muestran los valores promedios de osmolalidad en sangre medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) diez días después al mes del Ramadán (**POST**).

Osmolalidad Urinaria (mOsm/Kg)

	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	892,00	880,03	1366,00	673,00	558,00	865,71
2	945,00	932,99	1095,00	1141,00	1098,00	1015,00
3	885,00	871,69	883,00	893,00	847,00	845,52
4	944,00	940,85	1103,99	1079,00	1085,00	1020,00
5	1011,00	989,74	1161,60	992,15	937,33	940,83
6	754,00	744,58	754,24	940,00	842,00	1015,00
7	541,00	541,66	1023,00	992,20	1069,00	930,20
8	590,00	571,72	1025,00	1082,00	1072,00	1020,00
9	1017,00	1025,37	1150,00	995,00	1035,00	978,33
10	937,00	932,21	1045,85	939,61	977,40	932,27
MEDIA	851,60	843,08	1060,77	972,70	952,07	956,29
EEM	53,177	53,406	51,943	40,983	53,041	20,404
Friedman	P<0,01					
Niveles de significación:	a)p<0,05 b)P<0,01 e)p<0,01					

Tabla 25.- Niveles urinarios de osmolalidad. Los valores indican los niveles medios de osmolalidad en orina medidos en (mOsm/Kg): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 M**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior



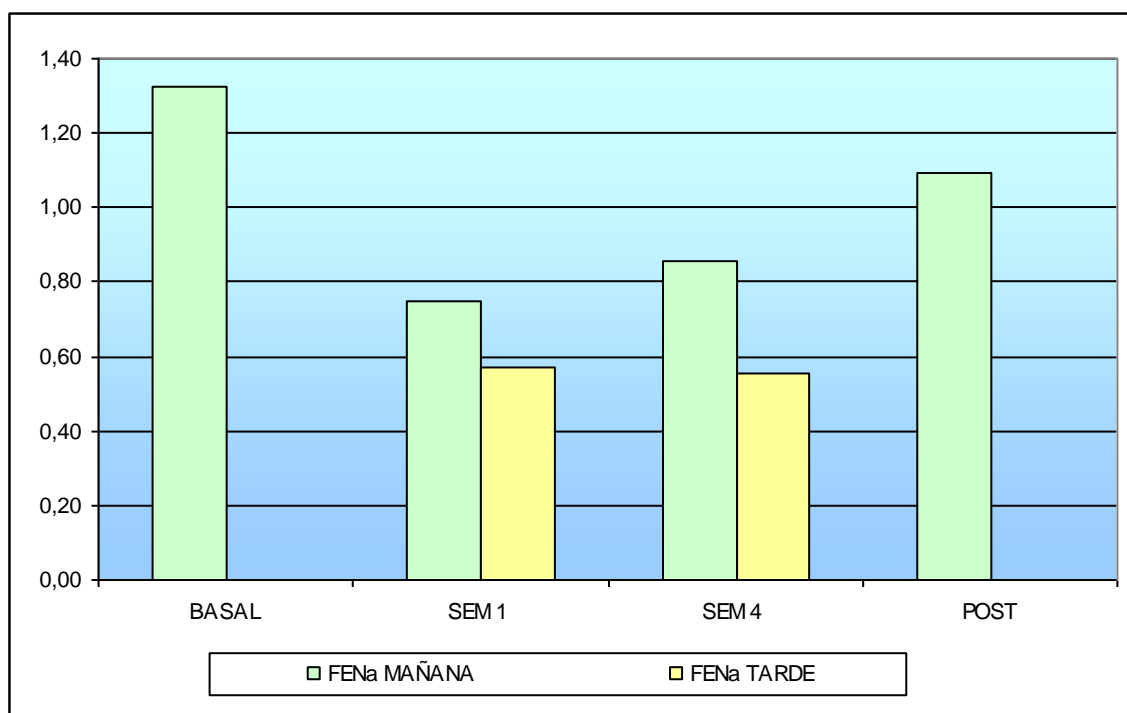
Gráfica 16.- Osmolalidad urinaria: Las barras muestran los valores promedios de osmolalidad en orina medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) diez días después al mes del Ramadán (**POST**).

FRACCIÓN DE EXCRECIÓN DE SODIO (%)

	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	0,99	1,74	0,62	2,43	0,65	1,03
2	2,65	0,76	0,54	0,40	0,25	1,73
3	1,87	1,06	0,30	0,77	0,62	1,75
4	0,63	0,67	1,01	0,55	0,70	0,67
5	1,13	0,70	0,49	0,54	0,51	0,48
6	0,44	0,28	0,62	0,43	0,76	1,07
7	2,20	0,26	0,46	0,97	0,38	1,74
8	1,18	0,83	0,30	0,52	0,49	0,79
9	1,16	0,48	0,26	1,26	0,64	0,79
10	0,98	0,71	1,10	0,65	0,54	0,91
MEDIA	1,32	0,75	0,57	0,85	0,55	1,09
EEM	0,22	0,13	0,09	0,19	0,05	0,15
Friedman	P=0,76					
Niveles de significación:	a)P<0,05 b)p<0,05 d)p<0,05					

Tabla 25.- Niveles de fracción de excreción de sodio. Los valores indican los niveles medios de la fracción de excreción de sodio medidos en (%): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior



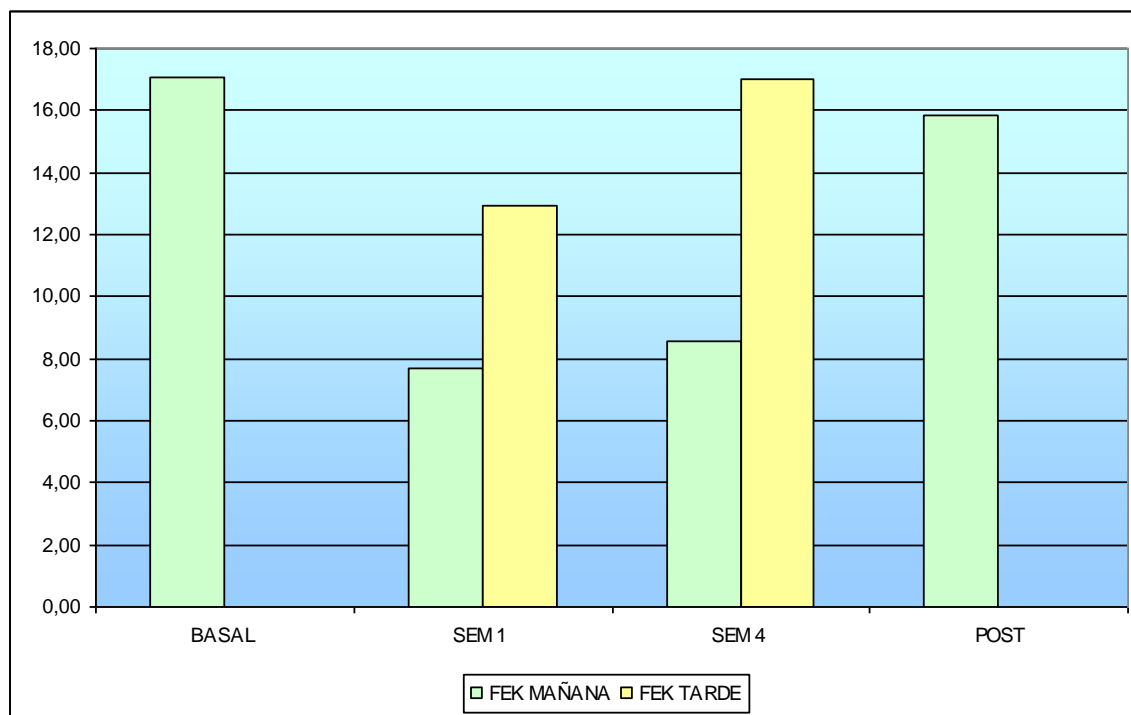
Gráfica 17.- Fracción de excreción de Sodio: Las barras muestran los valores promedios de la fracción de excreción de sodio (%), medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) días después al mes del Ramadán (**POST**).

FRACCIÓN DE EXCRECIÓN DE POTASIO (%)

	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	14,04	17,30	9,14	12,39	19,24	12,05
2	19,31	4,86	10,32	4,08	7,99	24,44
3	24,34	6,01	15,01	3,71	19,03	15,65
4	11,62	5,54	21,16	4,05	15,00	10,69
5	15,41	7,21	21,60	6,45	18,52	15,31
6	13,03	4,11	14,83	12,56	19,34	13,44
7	19,68	8,36	8,17	14,68	26,69	24,56
8	24,20	7,12	6,24	4,47	15,16	20,90
9	14,92	8,82	8,82	16,01	13,04	7,94
10	14,19	7,80	14,03	7,10	15,93	13,68
MEDIA	17,07	7,71	12,93	8,55	16,99	15,87
EEM	1,44	1,17	1,69	1,53	1,55	1,79
Friedman	P<0,001					
Niveles de significación:	a)p<0,01 c)P<0,01 f)P<0,01					

Tabla 27.- Niveles de fracción de excreción de potasio. Los valores indican los niveles medios de la fracción de excreción de potasio medidos en (%): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior



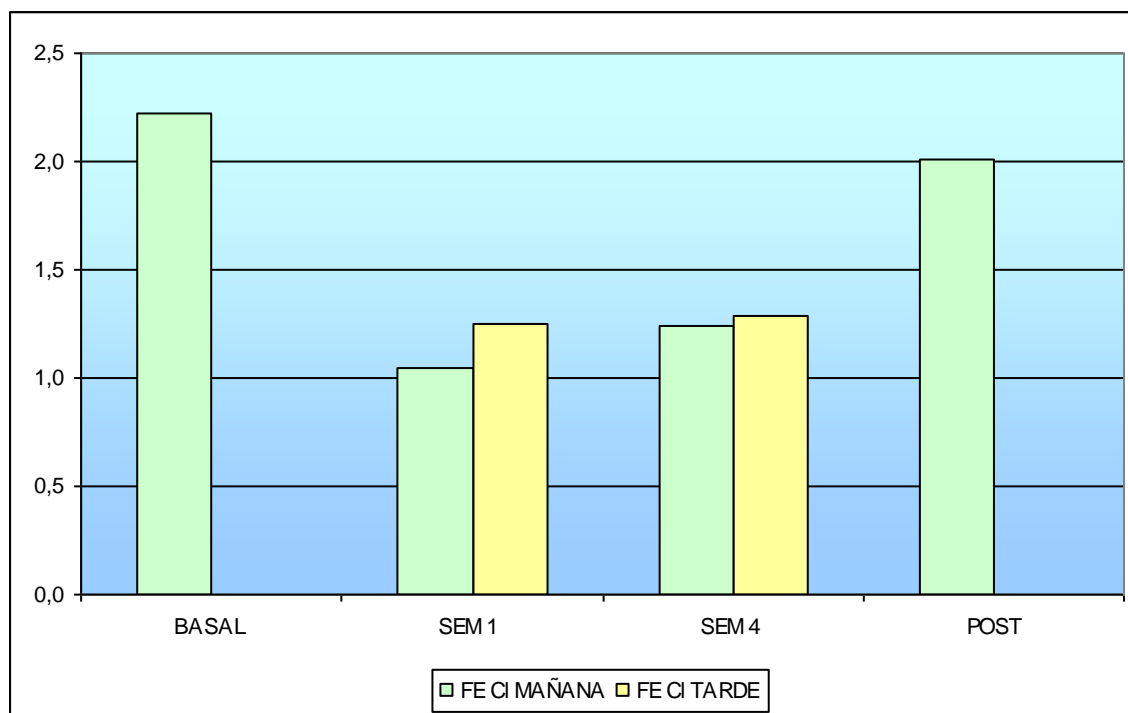
Gráfica 18.- Fracción de excreción de Potasio: Las barras muestran los valores promedios de la fracción de excreción de potasio (%) medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) siete días después al mes del Ramadán (**POST**).

FRACCIÓN DE EXCRECIÓN DE CLORO (%)

	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	1,68	2,45	1,1	2,98	1,43	1,80
2	4,29	0,94	1,0	0,58	0,64	3,24
3	3,19	1,26	1,0	0,93	1,44	2,80
4	1,16	0,89	2,0	0,70	1,33	1,30
5	1,94	0,97	1,6	0,85	1,36	1,38
6	0,84	0,42	1,4	1,06	1,62	1,81
7	3,39	0,54	0,8	1,60	1,49	2,94
8	2,11	1,13	0,6	0,72	1,17	1,84
9	1,93	0,87	0,8	2,05	1,19	1,27
10	1,69	1,03	1,9	0,98	1,22	1,70
MEDIA	2,22	1,05	1,22	1,24	1,29	2,01
E.E.M.	0,34	0,17	0,15	0,24	0,09	0,23
Friedman	P<0,05					
Niveles de significación: a)p<0,05 d)p<0,05						

Tabla 28.- Niveles de la fracción de excreción de cloro. Los valores indican los niveles medios de la fracción de excreción de cloro medidos en (%): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior



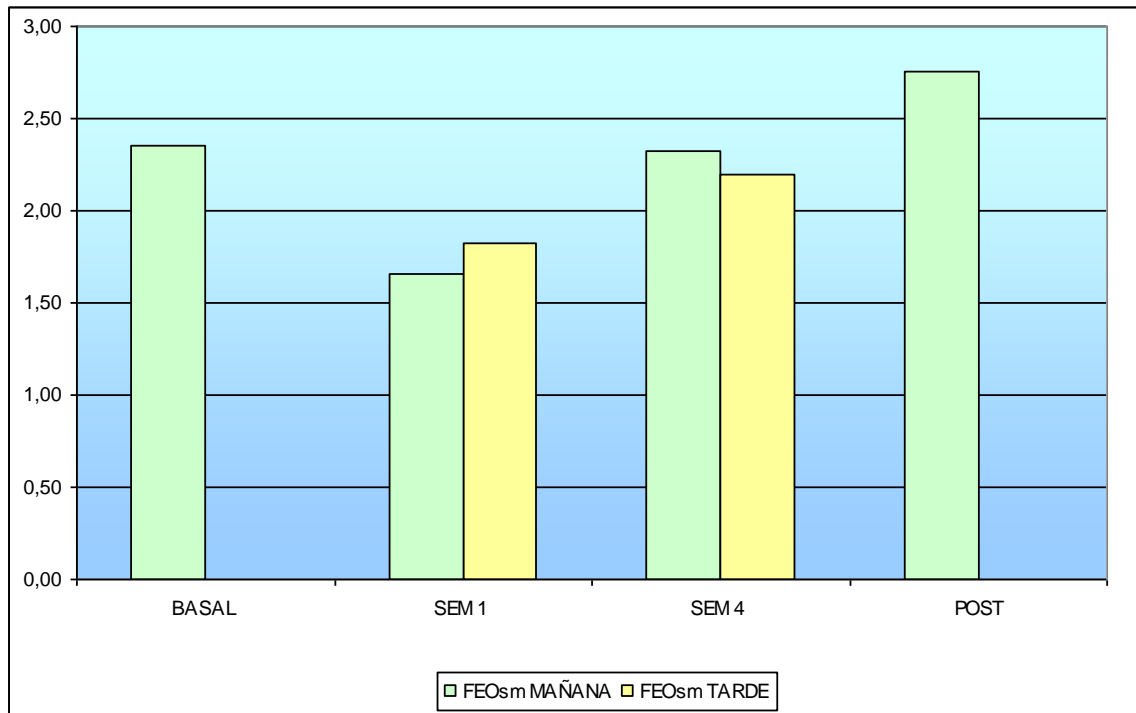
Gráfica 19.- Fracción de excreción de cloro: Las barras muestran los valores promedio de la fracción de excreción de cloro medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) siete días después al mes del Ramadán (**POST**).

FEOsm%

	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	1,93	2,67	1,86	3,78	1,91	1,95
2	4,38	1,29	1,40	1,14	1,17	3,13
3	2,97	2,39	1,25	2,01	1,92	3,06
4	1,27	1,40	2,83	1,58	1,99	1,81
5	2,54	1,71	2,43	1,54	1,82	1,72
6	1,24	1,98	1,64	1,96	1,98	3,09
7	3,08	0,84	1,17	4,72	3,03	5,14
8	1,72	1,20	1,00	2,05	1,93	3,56
9	2,40	1,47	1,02	2,70	4,20	1,86
10	1,99	1,76	3,61	1,80	2,03	2,21
MEDIA	2,35	1,67	1,82	2,33	2,20	2,75
EEM	0,301	0,176	0,277	0,352	0,263	0,340
Friedman	No significativo					
Niveles de significación:						

Tabla 29.- Niveles de la osmolalidad de la fracción de excreción. Los valores indican los niveles medios de la osmolalidad de la fracción de excreción medidos en (mg/min): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior



Gráfica 20.- Fracción de excreción de osmolalidad: Las barras muestran los valores promedios de la osmolalidad de la fracción de excreción medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) diez días después al mes del Ramadán (**POST**).

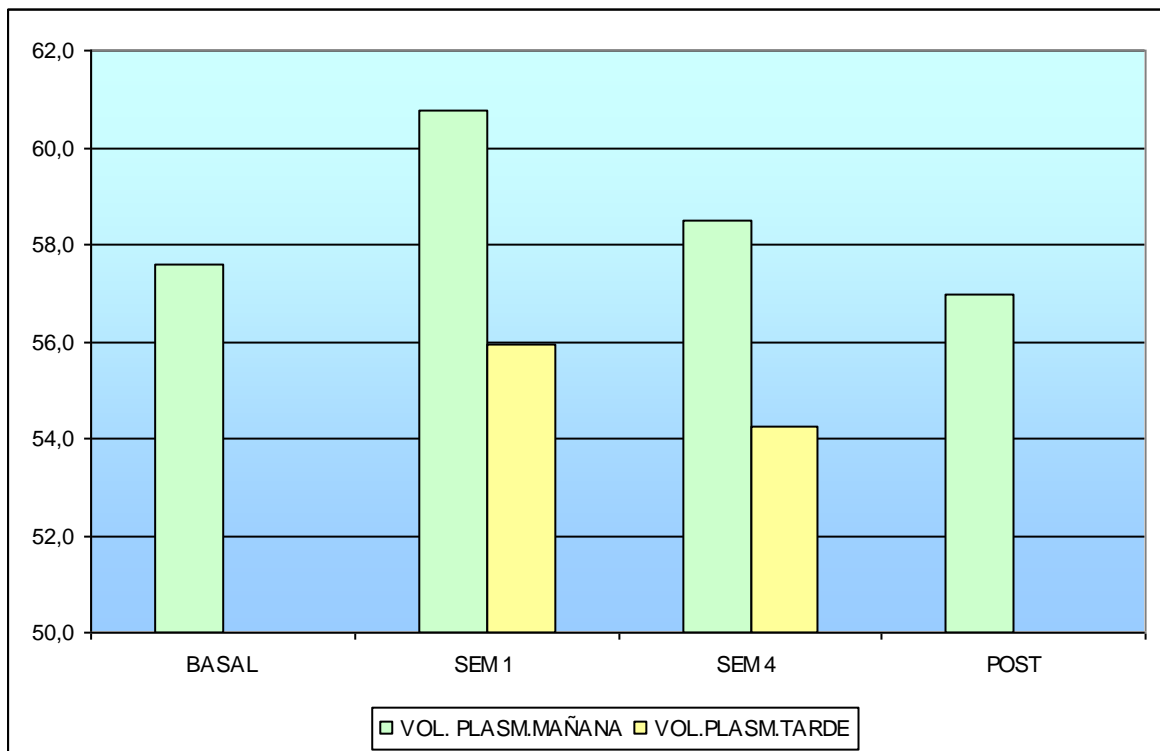
VARIACIÓN DEL VOLUMEN PLASMÁTICO (%)

	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	59,40	62,06	50,35	55,38	48,34	58,98
2	59,00	66,42	51,99	57,89	54,64	55,06
3	53,80	57,83	54,14	53,12	51,96	52,82
4	57,80	59,40	58,80	58,60	58,10	58,08
5	59,90	63,19	57,82	58,18	53,07	60,06
6	57,10	57,41	53,32	57,20	53,56	52,94
7	62,30	62,30	67,66	65,60	61,18	62,97
8	57,10	65,23	62,92	56,97	55,19	53,44
9	54,10	53,31	55,05	60,41	53,57	54,13
10	55,40	60,46	47,15	61,65	52,69	61,17

promedio	57,59	60,76	55,92	58,50	54,23	56,96
%variación con Basal		5,50	-2,90	1,58	-5,83	-1,09
%variación con Mañana			-7,96		-7,30	
Friedman			P<0,01			
Niveles de significación			a)p<0,05 d)p<0,01 f)p<0,01			

Tabla 30.- Variación del volumen plasmático. Los valores indican los porcentajes medios de la variación del volumen plasmático medidos en (%): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en la primera línea se expresan los valores medios. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En la segunda y tercera línea se expresan el porcentaje de variación con la medida basal y la medida de la mañana respectivamente. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior



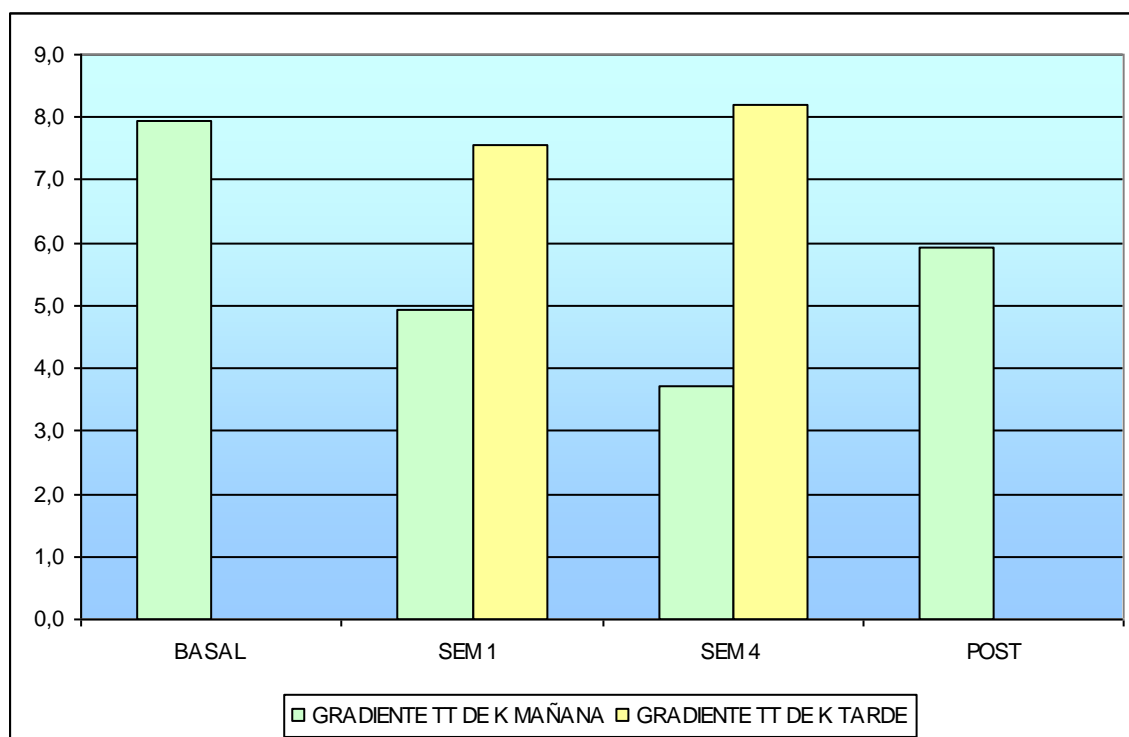
Gráfica 21.- Volumen plasmático: Las barras muestran los valores promedios del volumen plasmático medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) diez días después al mes del Ramadán (**POST**).

GRADIENTE DE TRANSPORTE TRANSTUBULAR DE POTASIO

	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	7,27	6,48	4,91	3,28	10,06	6,17
2	4,41	3,78	7,39	3,58	6,81	7,82
3	8,19	2,51	12,03	1,85	9,94	5,11
4	9,13	3,95	7,47	2,57	7,55	5,90
5	6,07	4,21	8,89	4,19	10,18	8,93
6	10,49	2,08	9,05	6,42	9,78	4,35
7	6,39	9,91	7,00	3,11	8,81	4,78
8	14,04	5,95	6,26	2,18	7,87	5,87
9	6,21	6,00	8,67	5,94	3,11	4,26
10	7,12	4,44	3,88	3,94	7,86	6,19
MEDIA	7,93	4,93	7,56	3,71	8,20	5,94
E.E.M.	0,87	0,72	0,73	0,47	0,68	0,47
Friedman	P<0,001					
Niveles de significación:	a)p<0,05 c)p<0,01 f)p<0,01					

Tabla 31.- Gradiente de transporte transtubular de potasio. Los valores indican los niveles medios del gradiente de transporte transtubular de potasio medidos en: la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior



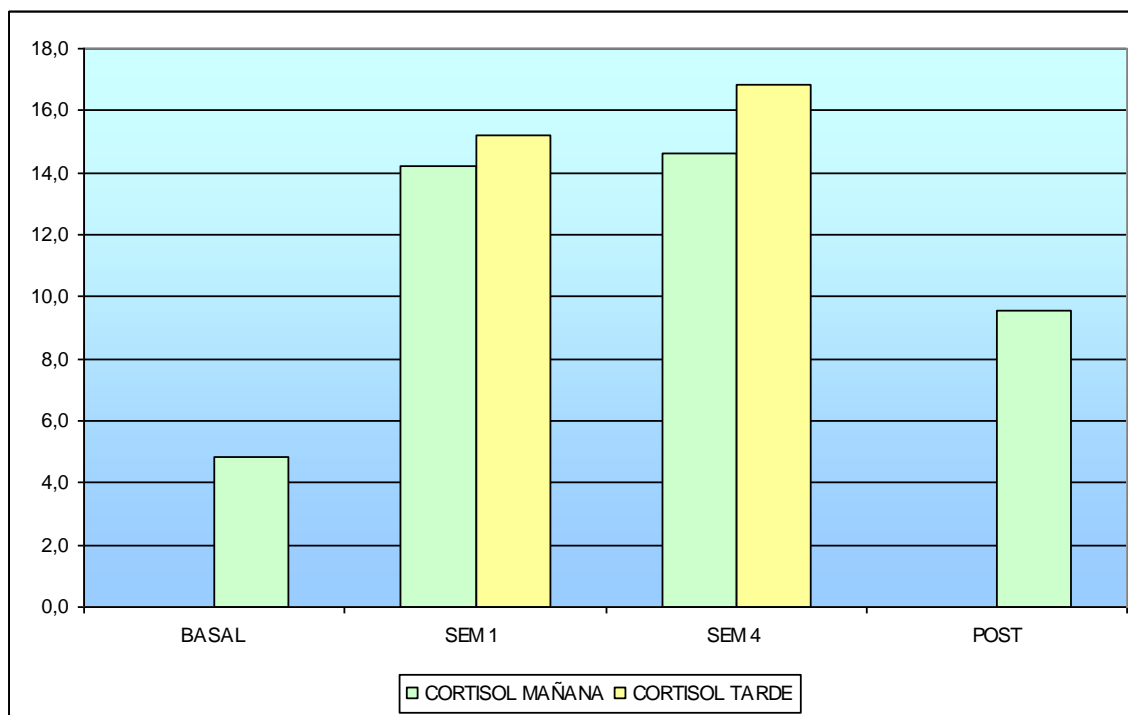
Gráfica 22.- Gradiente transtubular de potasio: Las barras muestran los valores promedios de gradiente transtubular de potasio medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) diez días después al mes del Ramadán (**POST**).

3.4.- ENERGÉTICO

CORTISOL ($\mu\text{g/dL}$)						
	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	4,01	18,30	22,30	15,70	16,20	7,01
2	3,99	5,32	16,80	9,02	20,70	7,91
3	8,45	11,80	10,40	8,59	10,90	18,70
4	6,71	18,30	15,80	24,20	25,10	7,72
5	6,46	19,90	6,32	18,60	16,50	10,50
6	3,22	20,10	18,70	23,40	11,40	5,38
7	2,23	3,71	7,83	7,47	16,80	12,02
8	3,73	17,10	25,20	17,00	18,82	3,94
9	4,33	14,20	14,40	12,20	17,70	10,90
10	5,21	13,50	14,20	10,12	14,30	11,52
Media	4,83	14,22	15,20	14,63	16,84	9,56
EEM	0,59	1,84	1,90	1,93	1,33	1,32
Friedman	P<0,001					
Niveles de significación: a) P<0,01 b) P<0,01 c) P<0,01 d) P<0,01 g) P<0,01						

Tabla 32.- Niveles plasmáticos de cortisol. Los valores indican los niveles medios de cortisol en sangre medidos en ($\mu\text{g/dL}$): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior

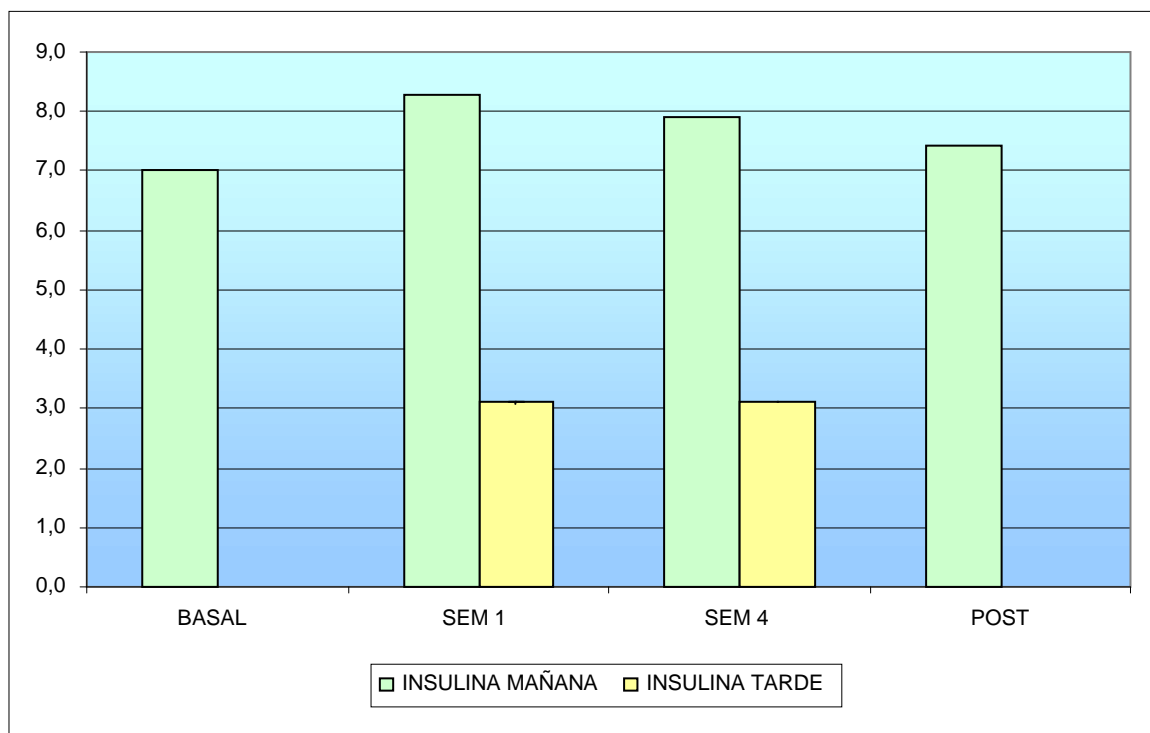


Gráfica 23.- Niveles plasmáticos de cortisol, en la que las barras muestran los valores promedios. En relación a los valores plasmáticos de cortisol, en valores basales (**BASAL**), primera semana de Ramadán mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán mañana y tarde y (**SEM 4**) diez días después al mes del Ramadán (**POST**).

INSULINA (μU/mL)						
	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM.4 M	SEM.4 T.	POST
1	5,60	18,30	2,26	15,70	3,46	6,50
2	6,34	7,42	2,64	3,68	2,70	6,25
3	4,65	7,38	3,74	3,98	3,50	2,25
4	6,80	8,32	4,50	7,42	4,60	17,50
5	5,35	11,10	3,00	9,80	3,05	10,20
6	10,23	10,80	4,60	10,20	2,19	5,25
7	6,45	6,51	2,15	7,47	2,02	8,46
8	4,02	2,97	3,32	8,90	3,02	8,40
9	12,90	6,97	2,77	7,60	3,14	2,82
10	7,85	3,05	2,01	4,32	3,54	6,62
Media	7,02	8,28	3,10	7,91	3,12	7,43
EEM	0,86	1,40	0,29	1,14	0,23	1,36
Friedman	p>0,001					
Niveles de significación:	b) P<0,01 d) P<0,01 e) P<0,01 g)P<0,01					

Tabla 33.- Niveles plasmáticos de insulina. Los valores indican los niveles medios de insulina en sangre medidos en (μ U/mL): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior

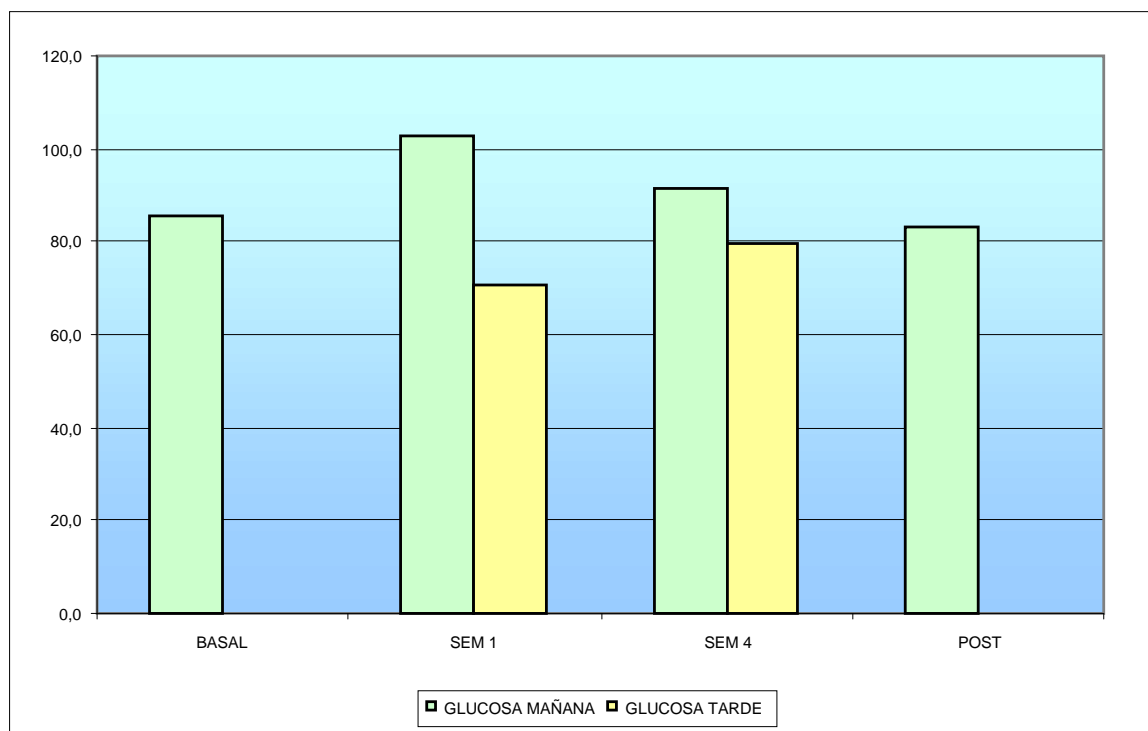


Gráfica 24.- Niveles plasmáticos de insulina, en la que las barras muestran los valores promedios. En relación a los valores plasmáticos de insulina, en valores basales (**BASAL**), primera semana de Ramadán mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán mañana y tarde y (**SEM 4**) diez días después al mes del Ramadán (**POST**).

GLUCOSA (mg/dL)						
	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	92,00	115,00	72,00	96,00	83,00	99,00
2	73,00	97,00	67,00	70,00	87,00	96,00
3	83,00	95,00	66,00	82,00	76,00	75,00
4	103,00	100,00	76,00	94,00	79,00	95,00
5	89,00	111,00	70,00	84,00	81,00	86,00
6	66,00	81,00	65,00	93,00	77,00	61,00
7	87,00	104,00	64,00	104,00	50,00	68,00
8	85,00	111,00	75,00	98,00	85,00	78,00
9	86,00	114,00	74,00	101,00	88,00	85,00
10	92,00	98,00	75,00	92,00	88,00	91,00
Media	85,60	102,60	70,40	91,40	79,40	83,40
EEM	3,25	3,35	1,45	3,21	3,55	4,00
Friedman	p<0,001					
Niveles de significación:	a) P<0,01 b) P<0,01 e) P<0,01					

Tabla 34.- Niveles plasmáticos de glucosa. Los valores indican los niveles medios de glucosa en sangre medidos en (mg/dL): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior

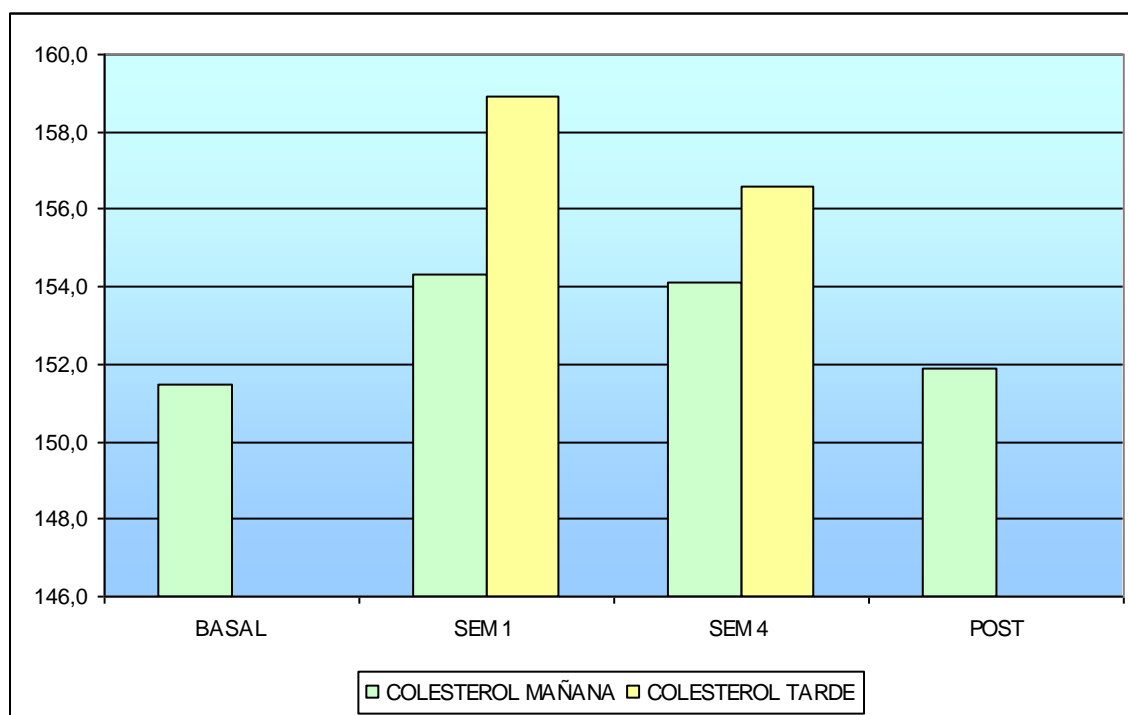


Gráfica 25.- Niveles plasmáticos de glucosa. Las barras muestran los valores promedios de glucosa (mg/dL) en sangre medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) siete días después al mes del Ramadán (**POST**).

COLESTEROL(mg/dL)						
	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	96,00	86,00	84,00	86,00	89,00	90,00
2	186,00	171,00	186,00	178,00	171,00	183,00
3	164,00	203,00	204,00	186,00	193,00	175,00
4	120,00	136,00	135,00	121,00	119,00	119,00
5	138,00	124,00	130,00	135,00	132,00	130,00
6	192,00	183,00	199,00	193,00	197,00	199,00
7	139,00	152,00	159,00	155,00	163,00	136,00
8	133,00	141,00	140,00	145,00	143,00	141,00
9	157,00	161,00	172,00	164,00	179,00	171,00
10	190,00	186,00	180,00	178,00	180,00	175,00
Media	151,50	154,30	158,90	154,10	156,60	151,90
EEM	10,14	10,86	11,72	10,52	11,07	10,74
Friedman	No significativo					
Niveles de significación:	b) P<0,05 e) P<0,05					

Tabla 35.- Niveles plasmáticos de colesterol. Los valores indican los niveles medios de colesterol en sangre medidos en (mg/dL): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior

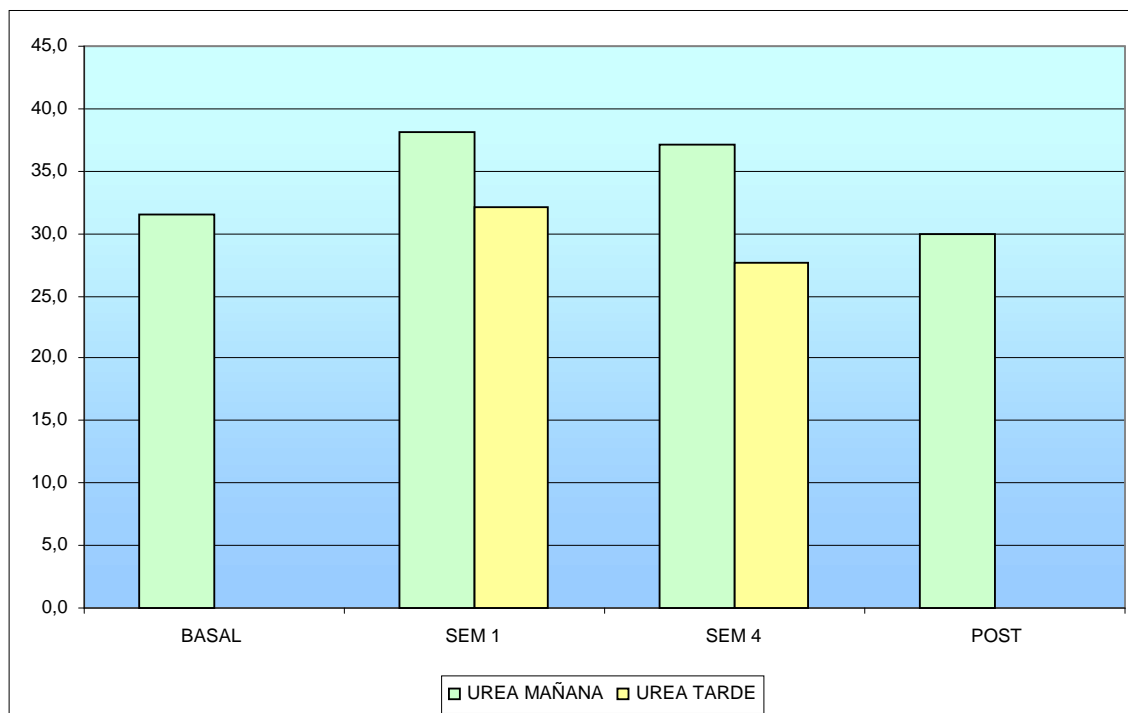


Gráfica 26.- niveles plasmáticos de colesterol. Las barras muestran los valores promedios de colesterol en sangre medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) diez días después al mes del Ramadán (**POST**).

UREA (mg/dL)						
	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	36,00	39,00	36,00	37,00	29,00	28,00
2	28,00	38,00	30,00	36,00	27,00	31,00
3	37,00	41,00	37,00	38,00	31,00	32,00
4	33,00	31,00	27,00	30,00	25,00	33,00
5	26,00	47,00	41,00	46,00	38,00	28,00
6	24,00	41,00	35,00	41,00	26,00	22,00
7	27,00	24,00	26,00	30,00	28,00	21,00
8	27,00	33,00	28,00	38,00	25,00	26,00
9	46,00	46,00	39,00	37,00	27,00	39,00
10	31,00	41,00	22,00	38,00	21,00	40,00
Media	31,50	38,10	32,10	37,10	27,70	30,00
EEM	2,11	2,22	2,00	1,49	1,42	2,01
Friedman	P<0,01					
Niveles de significación:	a) P<0,05 e) P<0,01 f) P<0,01					

Tabla 36.- Niveles plasmáticos de urea. Los valores indican los niveles medios de urea en sangre medidos en (mg/dL): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior

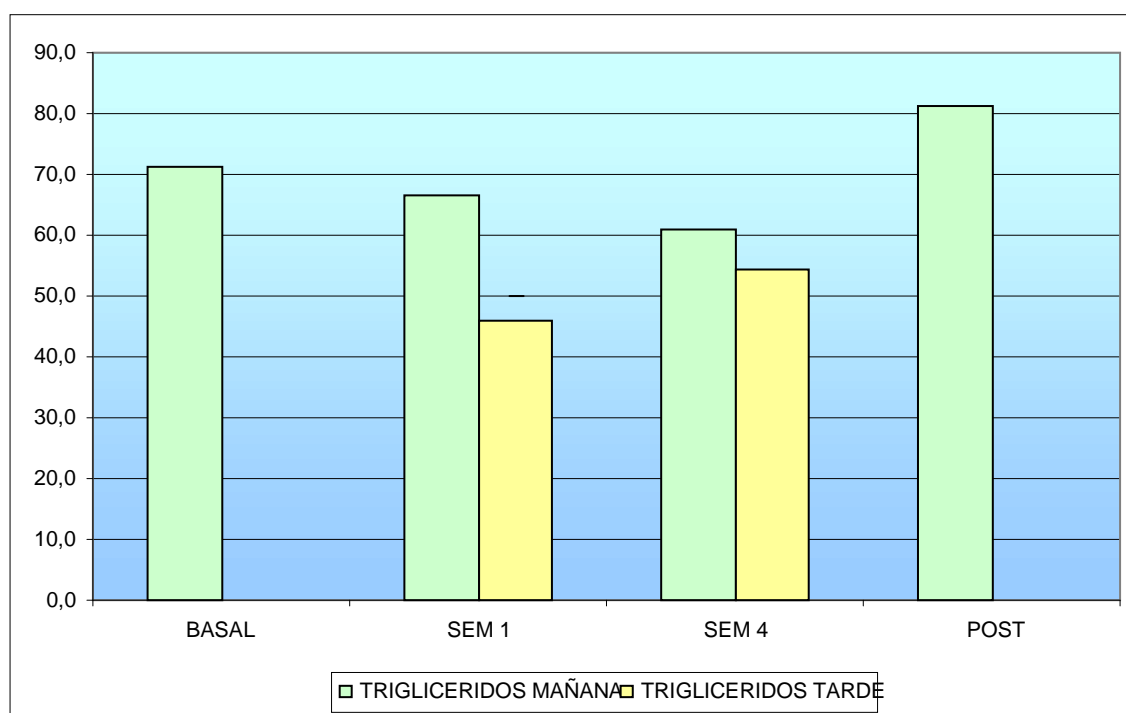


Gráfica 27.- niveles plasmáticos de urea. Las barras muestran los valores promedios de urea en sangre medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) diez días después al mes del Ramadán (**POST**).

TRIGLICÉRIDOS (mg/dL)						
	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	28,00	25,00	18,00	23,00	23,00	25,00
2	29,00	55,00	44,00	65,00	51,00	100,00
3	166,00	185,00	91,00	129,00	104,00	176,00
4	63,00	57,00	26,00	38,00	29,00	79,00
5	73,00	39,00	26,00	82,00	69,00	56,00
6	43,00	62,00	50,00	78,00	88,00	83,00
7	44,00	32,00	25,00	29,00	32,00	46,00
8	54,00	33,00	22,00	32,00	26,00	42,00
9	109,00	69,00	62,00	58,00	68,00	107,00
10	103,00	110,00	94,00	76,00	54,00	99,00
Media	71,20	66,70	45,80	61,00	54,40	81,30
EEM	13,73	18,82	8,95	10,24	8,78	13,70
Friedman	P<0.01					
Niveles de significación:	b) P<0,05 e) P<0,05					

Tabla 37.- Niveles plasmáticos de triglicéridos Los valores indican los niveles medios de triglicéridos en sangre medidos en (mg/dL): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior

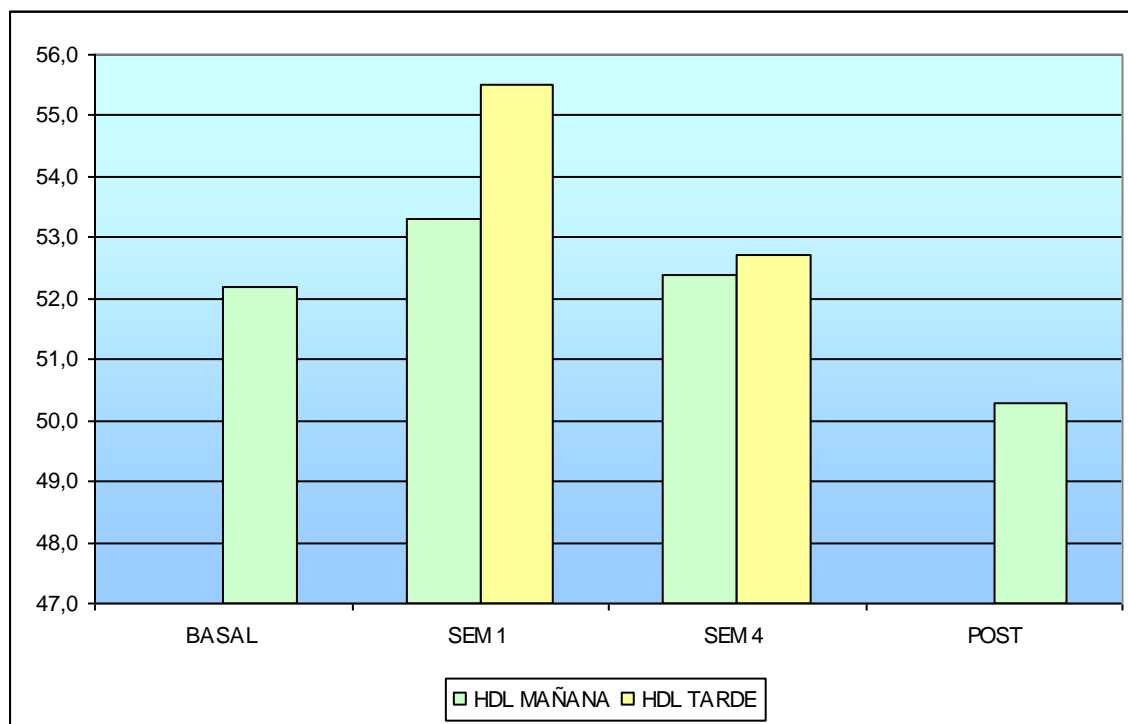


Gráfica 28.- Niveles plasmáticos de triglicéridos. Las barras muestran los valores promedios de triglicéridos en sangre medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) diez días después al mes del Ramadán (**POST**).

COLESTEROL HDL (mg/dL)						
	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	67	68	68	65	68	73
2	59	53	56	54	53	47
3	31	37	40	32	34	32
4	42	46	48	46	41	44
5	57	60	62	61	61	53
6	54	51	57	55	53	50
7	66	59	60	57	58	55
8	52	64	64	63	64	62
9	54	54	56	49	51	48
10	40	41	44	42	44	39
Media	52,2	53,3	55,5	52,4	52,7	50,3
EEM	3,63	3,13	2,83	3,25	3,37	3,65
Friedman	P<0,005					
Niveles de significación:	e) p<0,05					

Tabla 38.- Niveles plasmáticos de HDL. Los valores indican los niveles medios de HDL en sangre medidos en (mg/dL): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior

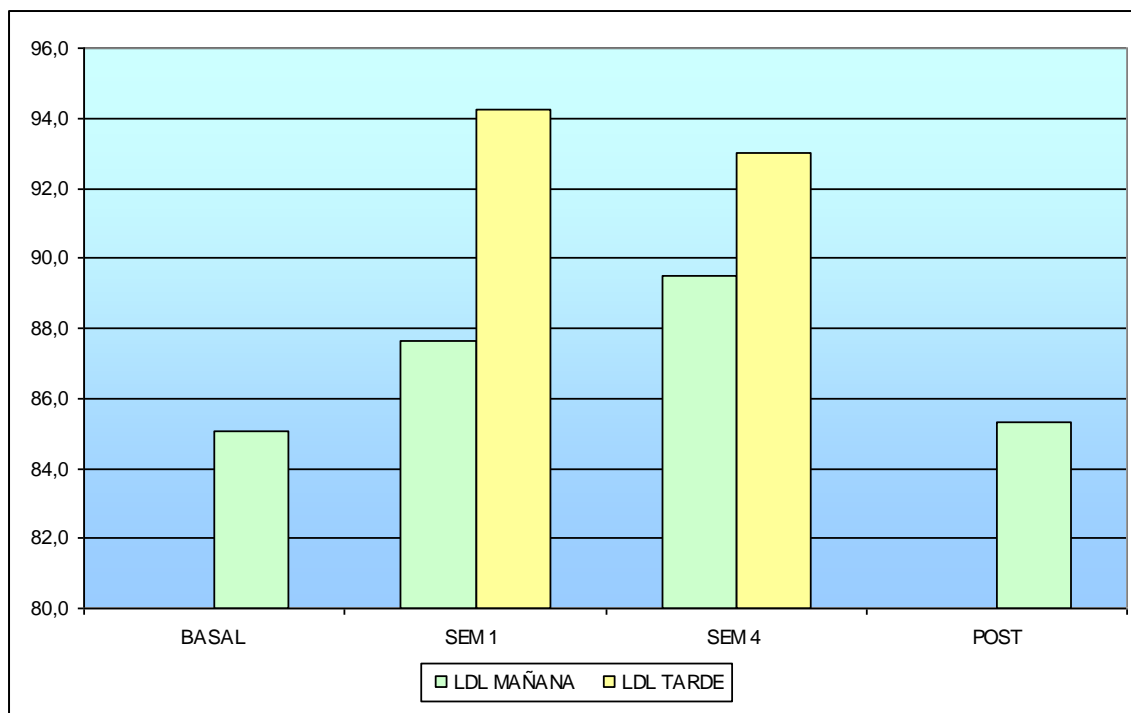


Gráfica 29.- Niveles plasmáticos de HDL colesterol. Las barras muestran los valores promedios de HDL colesterol en sangre medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) diez días después al mes del Ramadán (**POST**).

COLESTEROL LDL (mg/dL)						
	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	23,4	13	12,4	16,4	16,4	12
2	121,2	107	121,2	111	107,8	116
3	99,8	123	145,8	128,2	138,2	107,8
4	65,4	78,6	81,8	67,4	72,2	59,2
5	66,4	56,2	62,8	57,6	57,2	65,8
6	129,4	119,6	132	122,4	126,4	132,4
7	64,2	86,6	94	92,2	98,6	71,8
8	70,2	76,4	71,6	75,6	73,8	70,6
9	81,2	93,2	103,6	103,4	114,4	101,6
10	129,4	123	117,2	120,8	125,2	116,2
Media	85,06	87,66	94,24	89,5	93,02	85,34
EEM	10,88	10,90	12,37	11,19	11,95	11,41
Friedman	P=0,284					
Niveles de significación:	e) $p < 0,05$					

Tabla 39.- Niveles plasmáticos de LDL. Los valores indican los niveles medios de LDL en sangre medidos en (mg/dL): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior



Gráfica 30.- Niveles plasmáticos de cLDL. Las barras muestran los valores promedios de cLDL en sangre medidos en: situación basal (**BASAL**), primera semana de Ramadán, mañana y tarde (**SEM 1**), cuarta semana de Ramadán, mañana y tarde y (**SEM 4**) siete días después al mes del Ramadán (**POST**).

3.5.- DIETA

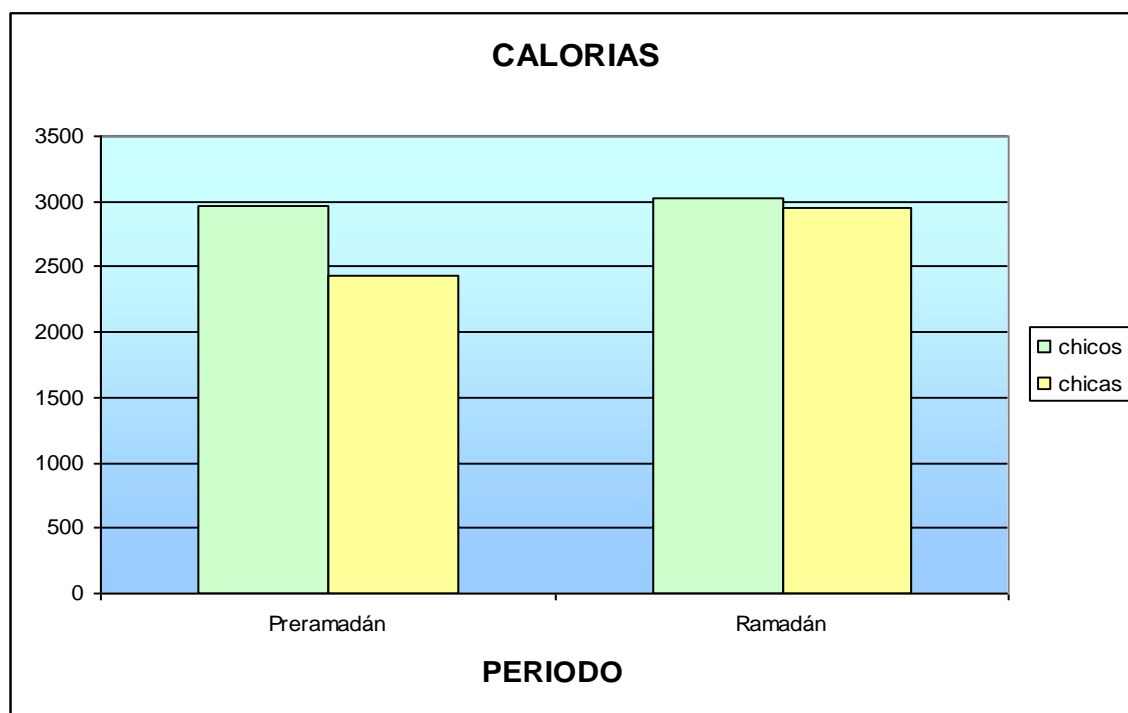
TABLA DE CALORÍAS

Hombres	Prev	Ramadán			
1	2.982,95	2.764,80			
2	2.855,89	2.531,78			
3	3.886,19	2.957,78			
4	2.786,42	2.105,11			
5	2.612,28	3.754,04			
6	2.899,17	3.350,04			
7	3.754,56	4.076,92			
8	2.938,13	2.958,20	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
9	2.990,06	2.640,43			
10	2.460,78	2.642,45			
11	2.656,57	3.999,66			
12	3.157,90	3.033,83			
13	2.583,98	2.586,72			
Media	2.966,53	3.030,91			
EEM	129,20	150,47			

Mujeres	Prev	Ramadán			
1	1.868,55	2.791,37			
2	2.016,84	2.397,63			
3	2.254,39	2.828,28			
4	3.279,91	4.743,34			
5	2.258,42	3.183,50			
6	2.219,44	3.189,36			
7	3.261,85	4.887,37			
8	2.943,41	3.177,68			
9	2.270,60	2.603,30			
10	2.458,68	2.225,39			
11	2.162,42	2.451,28	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
12	2.655,06	2.735,37			p<0,01
13	2.430,08	2.402,09			
14	2.659,29	2.549,28			
15	2.003,14	2.732,25			
16	2.268,05	2.747,18			
17	2.572,05	2.350,98			
18	2.467,38	3.624,87			
19	2.123,97	2.618,14			
20	2.467,48	2.662,20			
Media	2.432,05	2.945,04			
EEM	83,77	138,76			

Totales	2642,1	2978,1	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
EEM	77,83	101,36			P<0,01

Tabla 40.-Ingesta de calorías. Los valores indican los niveles medios y EEM de ingesta de calorías, resultado del promedio de tres días, en la semana previa al inicio del Ramadán (**Prev**) y durante el mes de Ramadán (**Ramadán**). Comparaciones: (a) dieta antrior con referencia. (b) dieta Ramadan con referencia y (c) antes y durante el Ramadán. En el último panel se expresan los valores medios, EEM y significación de la medida del grupo conjunta.



Gráfica 31.- Ingesta de calórica, en la que las barras muestran los valores promedios en función del sexo, resultado del promedio de tres días, en la semana previa al inicio del Ramadán (**Pre-ramadán**) y durante el mes de Ramadán (**Ramadán**).

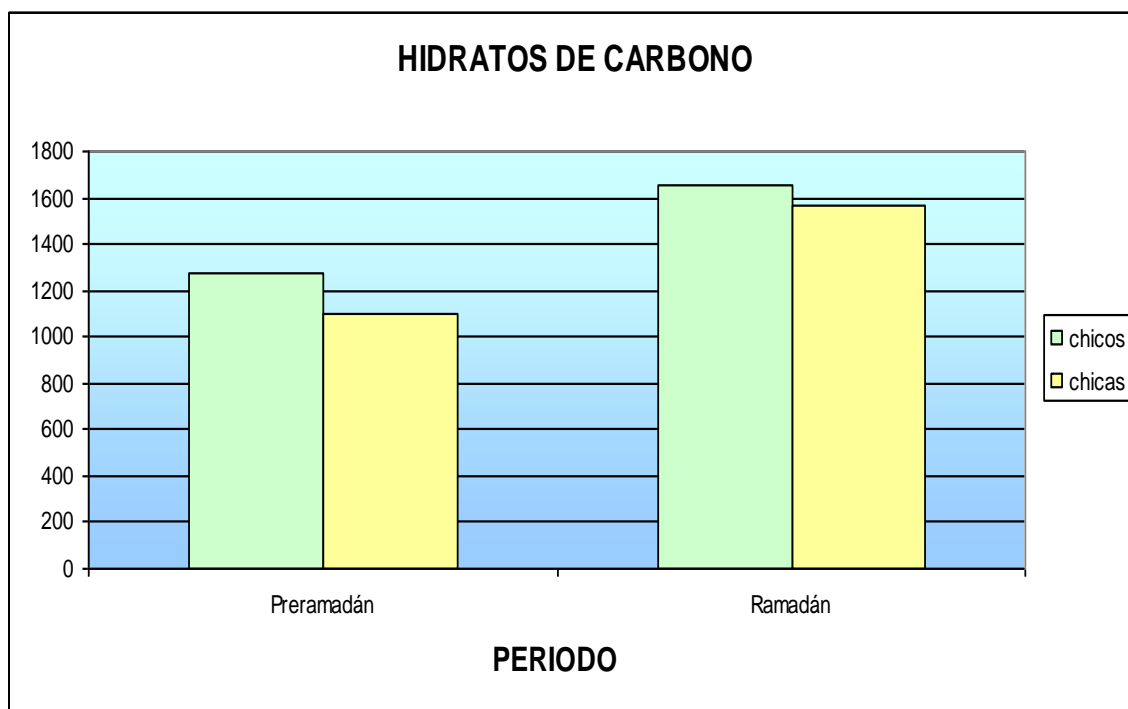
TABLA DE HIDRATOS DE CARBONO (CALORIAS)

Hombres	Antes	Ramadán			
1	1.066,47	1.635,37			
2	1.377,37	1.219,89			
3	1.594,55	1.589,43			
4	977,91	961,23			
5	1.129,64	1.655,14			
6	1.113,97	1.963,70			
7	1.895,35	2.150,72			
8	1.120,89	1.569,58	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
9	1.554,04	1.384,19	p< 0,05		p< 0,05
10	1.031,89	1.701,61			
11	1.147,25	2.314,59			
12	1.497,25	1.804,24			
13	1.077,77	1.613,29			
Media	1.275,72	1.658,69			
EEM	77,69	99,94			

Mujeres	Antes	Ramadán			
1	928,18	1.649,31			
2	624,10	1.143,77			
3	1.304,69	1.812,24			
4	1.550,51	2.412,21			
5	1.296,48	1.882,38			
6	647,67	2.033,64			
7	1.548,07	2.648,38			
8	1.300,76	1.476,11			
9	1.017,02	1.120,18			
10	1.077,84	1.022,85	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
11	930,46	1.492,44	p< 0,001		p< 0,001
12	1.551,31	1.485,02			
13	1.266,77	1.397,28			
14	1.071,15	1.225,25			
15	799,81	1.218,66			
16	1.132,55	1.245,55			
17	1.026,90	1.145,81			
18	779,90	1.966,35			
19	862,46	1.249,01			
20	1.359,49	1.612,48			
Media	1.103,80	1.561,95			
EEM	64,40	99,65			

Totales	1.171,5	1.600,1	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
EEM	51,04	71,54	p< 0,01		p< 0,001

Tabla 41.-Ingesta de Hidratos de carbono. Los valores indican los niveles medios y EEM de ingesta de hidratos de carbono (calorías), resultados del promedio de tres días, en la semana previa al inicio del Ramadán (**Prev**) y durante el mes de Ramadán (**Ramadán**). Comparaciones: (a) dieta anterior con referencia. (b) dieta Ramadan con referencia y (c) antes y durante el Ramadán. En el último panel se expresan los valores medios, EEM y significación de la medida del grupo conjunta.



Gráfica 32.- Ingesta de hidratos de carbono, en la que las barras muestran los valores promedios en función del sexo (calorías), resultados del promedio de tres días, en la semana previa al inicio del Ramadán (**Pre-ramadan**) y durante el mes de Ramadán (**Ramadán**).

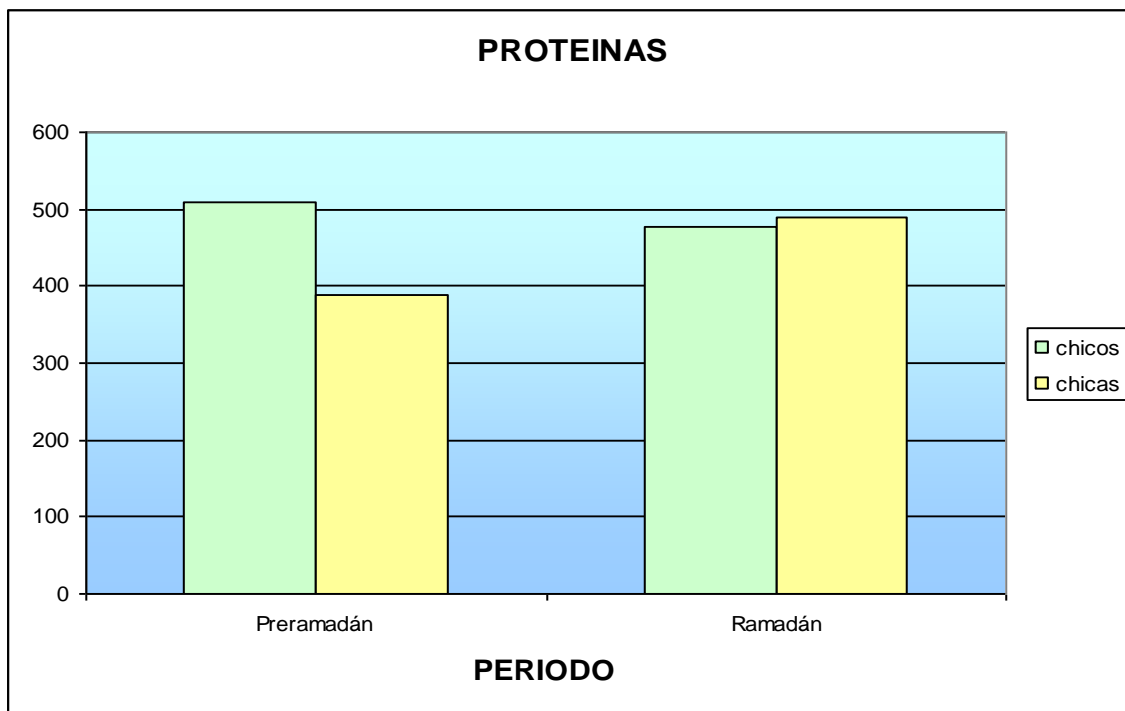
TABLA DE PROTEINAS (CALORIAS)

Hombres	Antes	Ramadán			
1	516,24	453,39			
2	419,09	448,12			
3	580,74	419,53			
4	402,61	316,68			
5	621,35	695,05			
6	581,56	537,49			
7	563,00	624,15			
8	589,15	496,68			
9	427,78	481,11	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
10	438,91	398,35	p< 0,09	p< 0,05	
11	376,13	527,45			
12	709,47	440,13			
13	404,55	375,56			
Media	510,05	477,98			
EEM	29,10	28,20			

Mujeres	Antes	Ramadán			
1	199,74	401,20			
2	499,65	459,67			
3	341,51	433,08			
4	421,74	753,65			
5	392,70	512,55			
6	454,06	406,21			
7	397,54	609,10			
8	574,70	597,54			
9	266,39	532,29			
10	430,42	537,79			
11	373,88	412,40	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
12	400,64	451,16		p< 0,001	p< 0,01
13	313,66	410,70			
14	459,36	289,69			
15	347,30	461,72			
16	273,18	553,69			
17	411,84	384,72			
18	367,16	537,93			
19	333,94	554,22			
20	493,86	482,34			
Media	387,66	489,08			
EEM	19,74	22,67			

Totales	435,9	484,7	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
EEM	19,42	17,41			p< 0,05

Tabla 42.-Ingesta de proteínas. Los valores indican los niveles medios y EEM de ingesta de proteínas (calorías) resultados del promedio de tres días, en la semana previa al inicio del Ramadán (**Prev**) y durante el mes de Ramadán (**Ramadán**). Comparaciones: (a) dieta anterior con referencia. (b) dieta Ramadan con referencia y (c) antes y durante el Ramadán. En el último panel se expresan los valores medios, EEM y significación de la medida del grupo conjunta.



Gráfica 33.- Ingesta de proteínas, en la que las barras muestran los valores promedios en función del sexo (calorías), resultado del promedio de tres días, en la semana previa al inicio del Ramadán (**Pre-ramadán**) y durante el mes de Ramadán (**Ramadán**).

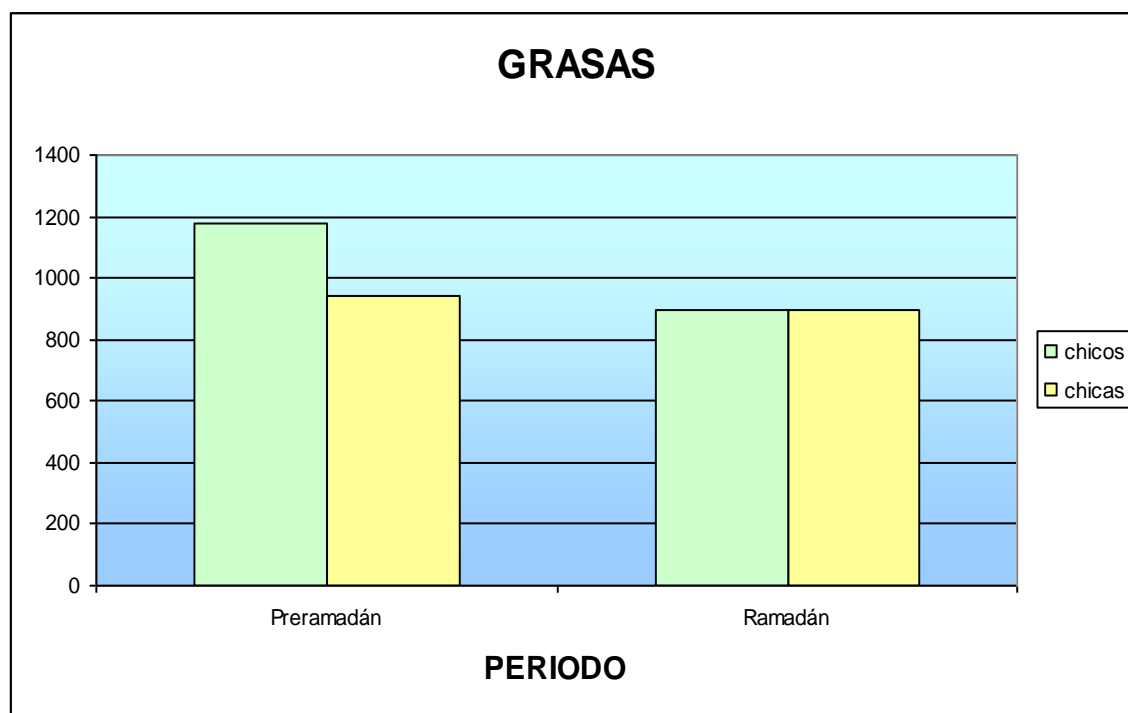
TABLA DE GRASAS (CALORIAS)

Hombres	Antes	Ramadán			
1	1.400,23	676,05			
2	1.059,44	863,76			
3	1.710,89	948,82			
4	1.405,90	827,21			
5	861,29	1.403,85			
6	1.203,64	848,85			
7	1.296,21	1.302,05			
8	1.228,09	891,95			
9	1.008,24	775,13			
10	989,98	542,48			
11	1.133,19	1.157,62			
12	951,18	789,46			
13	1.101,66	597,87			
Media	1.180,76	894,24			
EEM	64,06	71,17			
			<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
			p< 0,01	p< 0,01	p< 0,05

Mujeres	Antes	Ramadán			
1	740,63	740,86			
2	893,09	794,19			
3	608,19	582,96			
4	1.307,66	1.577,48			
5	569,24	788,57			
6	1.117,71	749,52			
7	1.316,24	1.629,89			
8	1.067,96	1.104,03			
9	987,19	950,83			
10	950,42	664,75			
11	858,08	546,44			
12	703,11	799,19			
13	849,65	594,11			
14	1.128,78	1.034,34			
15	856,03	1.051,87			
16	862,33	947,94			
17	1.133,32	820,45			
18	1.320,33	1.120,60			
19	927,58	814,91			
20	614,13	567,38			
Media	940,58	894,02			
EEM	51,93	67,04			
			<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
			p< 0,001	p< 0,001	

Totales	1.035,2	894,1	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
EEM	44,80	48,64	p< 0,01		p< 0,01

Tabla 43.-Ingesta de grasas. Los valores indican los niveles medios y EEM de ingesta de grasas (calorías) resultados del promedio de tres días, en la semana previa al inicio del Ramadán (**Prev**) y durante el mes de Ramadán (**Ramadán**). Comparaciones: (a) dieta anterior con referencia. (b) dieta Ramadan con referencia y (c) antes y durante el Ramadán. En el último panel se expresan los valores medios, EEM y significación de la medida del grupo conjunta.



Gráfica 34.- Ingesta de grasas, en la que las barras muestran los valores promedios en función del sexo (calorías), resultado del promedio de tres días, en la semana previa al inicio del Ramadán (**Pre-ramadan**) y durante el mes de Ramadán (**Ramadán**).

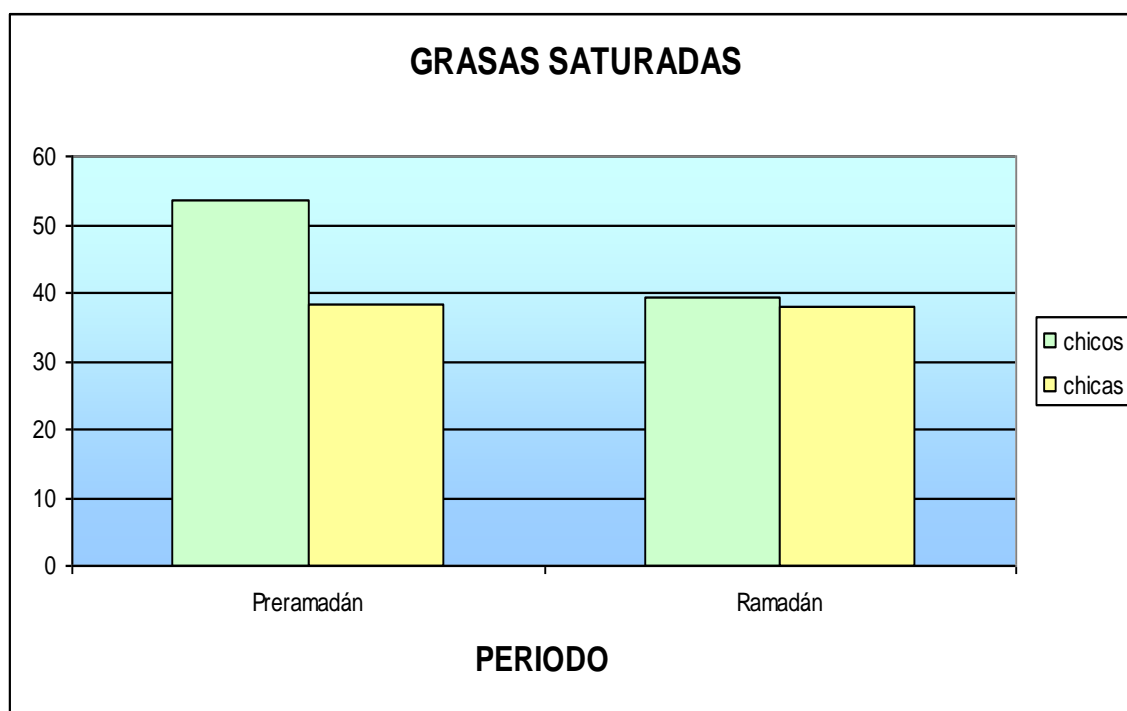
TABLA DE GRASAS SATURADAS (GRAMOS)

Hombres	Antes	Ramadán			
1	69,44	30,11			
2	39,16	31,49			
3	67,40	41,75			
4	72,34	31,19			
5	30,34	60,98			
6	31,25	41,14			
7	70,23	63,63			
8	65,09	32,91	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
9	63,29	40,54	p< 0,01	p< 0,001	p< 0,05
10	47,17	26,46			
11	54,16	55,10			
12	42,57	28,96			
13	44,10	27,45			
Media	53,58	39,36			
EEM	4,23	3,57			

Mujeres	Antes	Ramadán			
1	27,91	28,92			
2	38,92	41,02			
3	26,23	23,92			
4	45,60	65,68			
5	35,59	37,45			
6	45,68	36,73			
7	47,27	74,14			
8	41,72	33,24			
9	34,87	39,41			
10	47,37	33,49			
11	44,12	19,64			
12	35,99	38,99	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
13	35,92	28,82	p< 0,001	p< 0,001	
14	36,07	36,78			
15	44,39	48,16			
16	30,60	41,23			
17	41,18	30,51			
18	45,52	41,40			
19	36,22	31,44			
20	25,03	28,91			
Media	38,31	37,99			
EEM	1,57	2,87			

Totales	44,3	38,5	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
EEM	2,3	2,21	p< 0,01		p< 0,05

Tabla 44.-Ingesta de grasas saturadas. Los valores indican los niveles medios y EEM de ingesta de grasas saturadas (gramos) resultados del promedio de tres días, en la semana previa al inicio del Ramadán (**Prev**) y durante el mes de Ramadán (**Ramadán**). Comparaciones: (a) dieta anterior con referencia. (b) dieta Ramadan con referencia y (c) antes y durante el Ramadán. En el último panel se expresan los valores medios, EEM y significación de la medida del grupo conjunta.



Gráfica 35.- Ingesta de grasas saturadas, en la que las barras muestran los valores promedios en función del sexo (gr), resultado del promedio de tres días, en la semana previa al inicio del Ramadán (**Pre-ramadan**) y durante el mes de Ramadán (**Ramadán**).

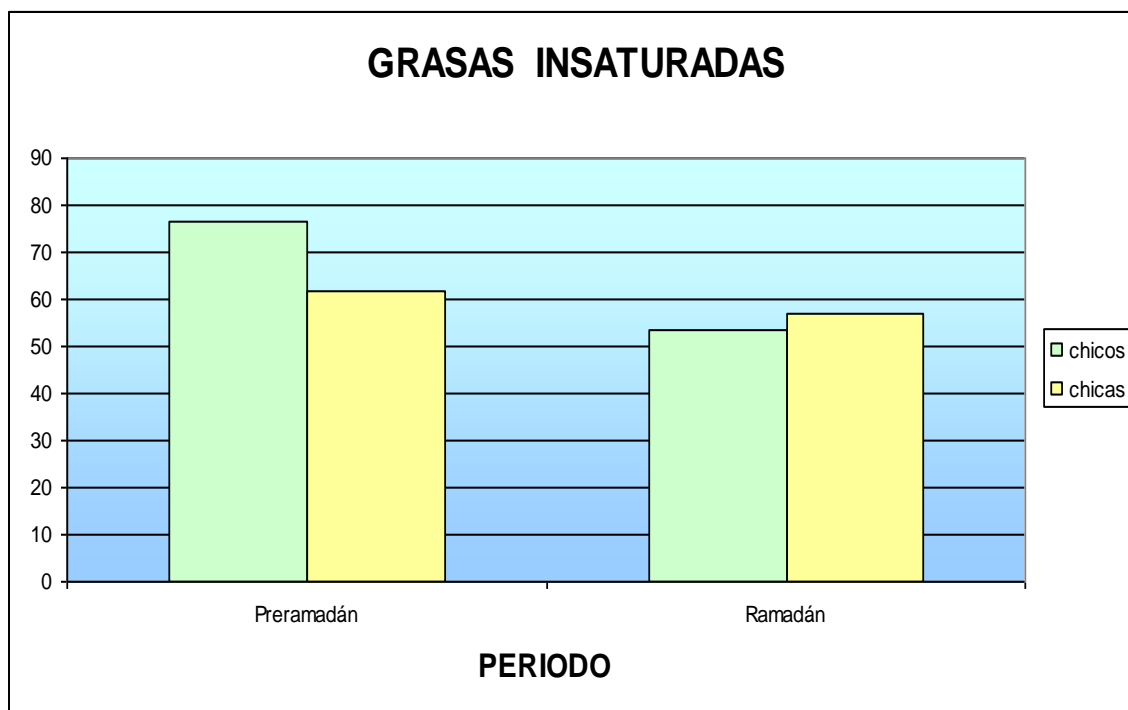
TABLA DE GRASAS INSATURADAS (GRAMOS)

Hombres	Antes	Ramadán			
1	85,92	44,81			
2	77,90	55,39			
3	116,51	63,78			
4	83,99	25,48			
5	67,22	97,12			
6	102,48	52,82			
7	75,75	61,90			
8	66,35	66,44	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
9	48,89	45,35	p< 0,05		p< 0,05
10	62,59	26,98			
11	62,80	73,20			
12	64,74	58,59			
13	78,14	21,21			
Media	76,41	53,31			
EEM	5,00	5,85			

Mujeres	Antes	Ramadán			
1	54,24	53,19			
2	42,26	38,62			
3	35,28	40,59			
4	92,65	100,68			
5	38,58	49,92			
6	78,09	44,70			
7	90,23	107,06			
8	73,56	75,08			
9	56,82	66,06			
10	60,40	41,37			
11	51,33	40,97			
12	42,35	49,62	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
13	60,51	37,01	p< 0,01		
14	73,68	51,24			
15	46,53	61,43			
16	55,69	64,37			
17	77,39	52,61			
18	101,21	83,06			
19	57,85	49,98			
20	45,40	33,94			
Media	61,70	57,07			
EEM	4,25	4,58			

Totales	67,5	55,6	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
EEM	3,43	3,57	p< 0,05		p< 0,05

Tabla 45.-Ingesta de grasas insaturadas. Los valores indican los niveles medios y EEM de ingesta de grasas insaturadas (gramos) resultados del promedio de tres días, en la semana previa al inicio del Ramadán (**Prev**) y durante el mes de Ramadán (**Ramadán**). Comparaciones: (a) dieta anterior con referencia. (b) dieta Ramadan con referencia y (c) antes y durante el Ramadán. En el último panel se expresan los valores medios, EEM y significación de la medida del grupo conjunta.



Gráfica 36.- Ingesta de grasas insaturadas, en la que las barras muestran los valores promedios en función del sexo (gr), resultado del promedio de tres días, en la semana previa al inicio del Ramadán (**Pre-ramadan**) y durante el mes de Ramadán (**Ramadan**).

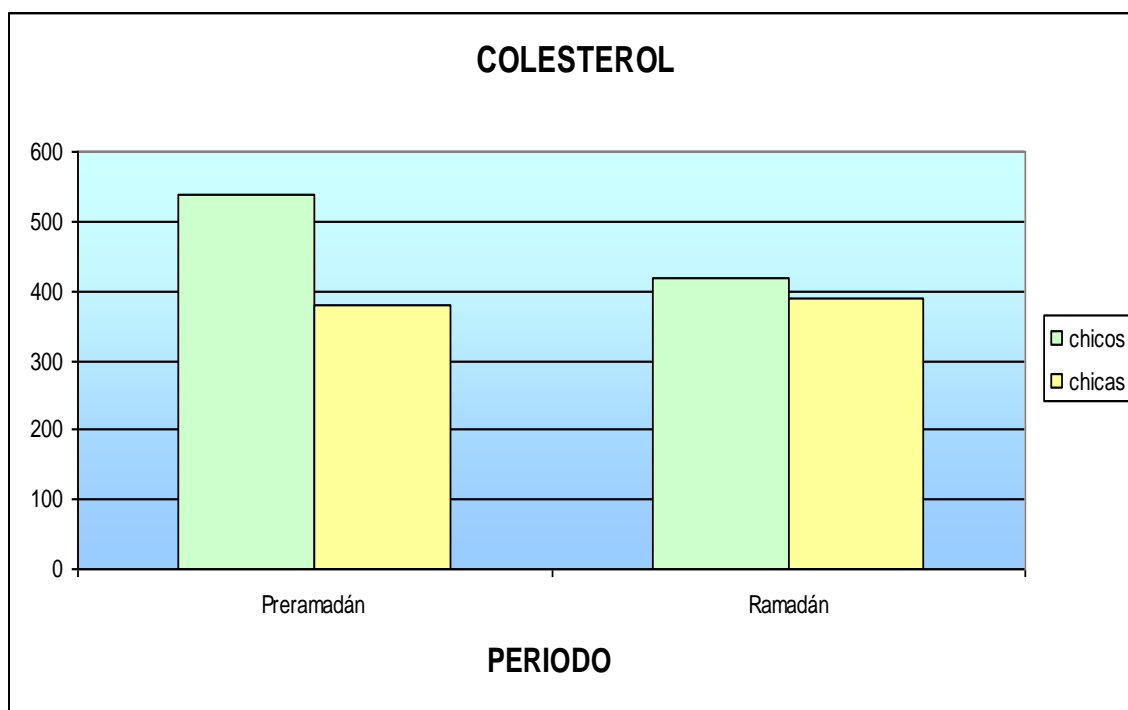
TABLA DE COLESTEROL EXOGENO (mg)

Hombres	Antes	Ramadán			
1	371,90	360,58			
2	433,23	491,20			
3	1.127,97	340,52			
4	282,43	233,64			
5	733,53	663,13			
6	612,00	717,17			
7	583,07	438,90			
8	968,13	384,82			
9	252,60	316,25	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
10	587,77	224,52	p< 0,05	p< 0,01	
11	261,45	601,91			
12	423,60	306,33			
13	354,33	343,40			
Media	537,85	417,11			
EEM	75,53	43,81			

Mujeres	Antes	Ramadán			
1	211,93	314,43			
2	334,97	299,50			
3	215,91	473,07			
4	658,49	475,33			
5	324,90	393,00			
6	490,50	323,67			
7	628,77	547,03			
8	421,44	404,39			
9	306,31	333,98			
10	341,63	451,75			
11	317,17	189,67			
12	531,20	332,30			
13	221,28	354,38	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
14	260,37	201,27	p< 0,001	p< 0,001	
15	391,38	505,20			
16	277,90	564,60			
17	530,41	487,04			
18	269,00	371,10			
19	478,27	433,45			
20	351,72	314,77			
Media	378,18	388,50			
EEM	30,03	23,27			

Totales	441,1	399,8	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
EEM	36,84	22,01			

Tabla 46.-Ingesta de colesterol. Los valores indican los niveles medios y EEM de ingesta de colesterol (mg) resultados del promedio de tres días, en la semana previa al inicio del Ramadán (**Prev**) y durante el mes de Ramadán (**Ramadán**). Comparaciones: (a) dieta anterior con referencia. (b) dieta Ramadan con referencia y (c) antes y durante el Ramadán. En el último panel se expresan los valores medios, EEM y significación de la medida del grupo conjunta.



Gráfica 37.- Ingesta de colesterol, en la que las barras muestran los valores promedios en función del sexo (mg), resultado del promedio de tres días, en la semana previa al inicio del Ramadán (**Pre-ramadan**) y durante el mes de Ramadán (**Ramadán**).

3.6.- OTROS PARAMETROS CLÍNICOS

CREATININA PLASMÁTICA						
	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	0,94	0,96	0,83	0,96	1,01	1,06
2	1,13	0,80	0,77	0,82	0,91	0,76
3	1,47	0,97	0,90	1,06	1,03	1,10
4	0,99	1,00	0,95	1,14	1,08	1,11
5	1,08	0,88	0,72	0,81	0,93	0,93
6	0,88	0,88	0,77	0,98	0,86	0,84
7	0,90	0,74	0,68	0,80	0,81	0,67
8	1,26	0,86	0,67	0,77	0,77	0,72
9	1,03	0,92	0,81	0,89	0,87	0,90
10	1,01	0,91	0,75	0,91	0,92	0,87
Media	1,07	0,89	0,79	0,91	0,92	0,90
EEM	0,06	0,03	0,03	0,04	0,03	0,05
Friedman	P<0,001					
Niveles de significación:	a)P<0,05 b)P<0,01 d)P<0,05 e)P<0,01g)P<0,05					

Tabla 47.- Niveles plasmáticos creatinina. Los valores indican los niveles medios de creatinina en sangre medidos en (mg/dL): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior

CREATININA URINARIA						
	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	148,65	109,84	216,61	58,72	104,00	165,78
2	84,47	203,49	213,13	287,22	298,51	86,16
3	152,04	124,72	227,00	166,38	161,42	110,39
4	255,69	234,32	131,75	270,07	203,66	218,98
5	146,64	176,88	123,39	181,61	165,42	186,85
6	186,98	117,50	125,54	163,78	126,13	95,58
7	55,47	166,54	212,21	59,14	106,42	42,42
8	146,09	143,54	245,83	142,47	152,10	72,56
9	152,56	222,74	322,51	115,31	74,02	172,09
10	165,36	168,85	76,33	164,54	156,61	128,37
Media	149,40	166,84	189,43	160,92	154,83	127,92
EEM	17,01	13,79	23,26	23,94	19,85	17,83
Friedman	P=0,634					
Niveles de significación:						

Tabla 48.- Niveles urinarios de creatinina. Los valores indican los niveles medios de creatinina en orina medidos en (mg/dL): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior

HEMATOCRITO						
	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	40,6	40,3	47,0	46,7	50,4	51,1
2	41,0	39,0	43,0	42,5	46,1	45,7
3	46,2	44,0	44,8	46,2	48,7	48,2
4	42,2	40,6	41,2	41,4	41,9	41,5
5	40,1	39,9	40,9	41,4	43,9	44,0
6	42,9	42,2	44,5	44,3	45,0	48,1
7	37,7	36,7	36,1	35,5	38,3	36,5
8	42,9	38,9	38,5	40,4	44,4	45,0
9	45,9	46,0	45,3	43,1	44,6	47,3
10	44,6	41,2	47,2	43,0	44,8	43,2
Media	42,4	40,9	42,9	42,5	44,8	45,1
EEM	0,85	0,84	1,15	1,01	1,05	1,30
Friedman	P<0,001					
Niveles de significación:	a)P<0,01 d)P<0,05 e)P<0,05 f)p<0,01 g)p<0,05					

Tabla 49.- Niveles de Hematocrito. Los valores indican los niveles medios de hematocrito en medidos en (%): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior

HEMOGLOBINA						
	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	15,8	15,2	16,0	15,4	15,8	13,1
2	14,7	13,5	14,8	14,7	14,5	14,3
3	15,8	15,3	15,6	15,8	15,6	15,3
4	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,9
5	14,3	13,6	13,9	14,0	14,8	13,8
6	14,6	14,7	15,3	14,9	15,3	15,0
7	12,4	12,6	11,9	11,7	11,8	11,9
8	14,2	13,3	13,0	13,6	13,7	14,1
9	15,4	15,6	15,5	14,6	15,1	14,7
10	14,6	14,2	15,9	14,7	15,4	14,3
Media	14,6	14,2	14,6	14,3	14,6	14
EEM	0,32	0,31	0,43	0,36	0,38	0,31
Friedman	P=0,164					
Niveles de significación:	a)P=0,05 g)P<0,05					

Tabla 50.- Niveles de Hemoglobina. Los valores indican los niveles medios de hemoglobina en medidos en (g/dL): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior

PROTEINAS TOTALES						
	SEM.PREV	SEM.1 M	SEM.1 T	SEM. 4 M	SEM. 4 T.	POST
1	7,52	7,80	7,77	7,35	8,08	7,93
2	7,09	7,40	7,29	7,24	7,54	7,11
3	7,89	7,20	8,29	8,00	8,44	7,69
4	7,70	7,00	7,71	7,84	7,77	7,80
5	7,40	7,36	7,63	7,05	7,96	7,43
6	7,18	6,70	7,23	7,00	7,55	7,30
7	8,67	7,60	7,96	7,80	8,59	7,74
8	7,26	7,40	7,26	7,29	7,80	7,71
9	8,23	7,20	8,20	7,58	8,23	8,03
10	7,60	6,90	7,90	7,49	8,15	7,38
Media	7,65	7,26	7,72	7,46	8,01	7,61
EEM	0,16	0,10	0,12	0,11	0,11	0,09
Friedman	P=0,001					
Niveles de significación:	d)p<0,05 e)P<0,05 f)p<0,01					

Tabla 51.- Niveles de plasmáticos de proteínas totales. Los valores indican los niveles medios de proteínas totales en sangre medidos en (g/dL): la semana previa al inicio del Ramadán (**PREVIA**), séptimo día de Ramadán de mañana (**SEM. 1 M**), séptimo día del Ramadán de tarde (**SEM. 1 T**) cuarta semana de Ramadán de mañana (**SEM 4 T**), cuarta semana del Ramadán de tarde (**SEM. 4 T**) una semana después de su finalización (**POST**). En el panel inferior en sus dos primeras líneas se expresan los valores medios y EEM. Se indican en negrita los que han resultado significativos. En el panel inferior, en verde, se indica la probabilidad hallada en la prueba múltiple de Friedman Y en la última fila se expresan aquellas comparaciones que han resultado estadísticamente significativas.

a) Previa con primera semana de mañana; **b)** Previa con primera semana de tarde; **c)** Previa con cuarta semana de mañana; **d)** Previa con cuarta semana de tarde; **e)** Primera semana de mañana con primera semana de tarde; **f)** Cuarta semana de mañana con cuarta semana de tarde; **g)** Previa con posterior

4. DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS ANTROPOMÉTRICO

4.1.1. VARIACIONES EN EL PESO:

La literatura especializada muestra resultados contradictorios con relación al efecto del ayuno del Ramadán sobre el peso corporal. En unos casos se han descrito disminuciones como consecuencia de éste (Soliman, N, 1987; Azizi, F, 1987; Bigard, AX; et al 1998; Ati, J, et al 1995; Sweileh, N, Schnitzler, A, Hunter, GR, Davis, B, 1992; Bילו, YY, 1998; Ramadan, J, Tekahoum, G, Al-Zaid, NS, Barac-Nieto, M, 1999; Zlaee et al 2006), en tanto que otros autores, en condiciones similares, han comunicado un aumento de peso que justifican por una disminución de la actividad y por incrementos en las calorías ingeridas (Frost y Pirani, 1989, Guerrero 2001). Pero también hay referencias en las que no se encuentran diferencias significativas (Finch, GM, et al 1998; Ramadan, JM; Barac-Nieto, M 2000,. Yucel A et al 2006). Como una posible explicación ante esta disparidad de resultados, se ha sugerido la existencia de un patrón de variación de carácter individual respecto al peso corporal, y al efecto que, aún en el seno de la tradición, pudieran tener las diferentes modalidades dietéticas que se adoptan, según los países estudiados. Abundando en esta hipótesis, en una muestra de 289 estudiantes, encontraron que en un 48% de los casos los sujetos no sufrían modificaciones, en un 35% el peso disminuyó y en un 14% experimentaron un aumento. (Afifi, 1997).

En nuestro estudio (Tabla 9), considerando las medidas obtenidas por la mañana, hemos encontrado a lo largo del mes, moderadas diferencias de peso sin consistencia

estadística, que se tornan significativas en las correspondientes a los valores de tarde de la primera y cuarta semana, momentos en los que se registran los pesos más bajos.

Durante la primera semana, los valores de la mañana no muestran variaciones significativas con los valores basales, sin embargo, durante la tarde tiene lugar un descenso ($p < 0,01$), manifestación obvia de la deshidratación que se produce a lo largo del día, por la restricción hídrica (Gráfica 1).

Tampoco se observan cambios significativos, durante la cuarta semana por la mañana, en relación con los valores basales, manteniéndose la tendencia a la ligera disminución del peso, en comparación con los medidos la primera semana, fenómeno que se produce en 6 de los 10 participantes. Por la tarde tiene nuevamente lugar una disminución significativa ($p < 0,01$) que, en promedio, se cifra en un 1,6% de pérdida, igualmente achacable a la modificación hídrica.

En la prueba realizada con posterioridad al mes del Ramadán, encontramos el mismo peso promedio que el correspondiente a los valores basales, habiéndose producido, como resultado final del proceso, moderados incrementos en cuatro de los sujetos que resultan compensados con las variaciones a la baja en los seis restantes.

En definitiva, todos estos datos estarían evidenciando una respuesta al ayuno del Ramadán en la línea de aquellos que defienden un patrón de variación individual que, en un conjunto de observaciones, impediría establecer diferencias significativas en el peso de los sujetos que lo realizan (Afifi, 1997), patrón que, en parte, podría depender de las condiciones iniciales de cada uno, y se vea influenciado por los hábitos particulares de ingesta y estilo de vida. Por otra parte, parece obvio que los cambios en el componente hídrico producidos por el ayuno, conduzcan a alteraciones ponderales circunstanciales que resultarían corregidas al producirse una correcta hidratación,

fenómeno que se vería expresado en las disminuciones de peso halladas en las medidas de la tarde.

4.1.2 VARIACIONES EN EL PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL

Los resultados referentes al efecto del ayuno preceptivo del Ramadan en el compartimento graso, en concreto, en el porcentaje de grasa corporal, tampoco son del todo concluyentes, sin embargo prevalece la idea de que, en efecto, las condiciones de ingesta durante este mes podrían promover una movilización de las reservas grasas. En este sentido, se ha comunicado un descenso significativo del porcentaje de grasa, en comparación con los valores previos al Ramadán. (Sweileh, N; Schnitzler, A; Hunter, GR; Davis, B, 1992), y también una reducción en la grasa visceral que, sin embargo no habría afectado al porcentaje de grasa abdominal (Yucel A et al 2006). Así mismo, en un estudio realizado en la ciudad de Ceuta, en un grupo de adolescentes escolares que practicaban el ayuno, se encontró un comportamiento diferencial según el sexo, de forma que el porcentaje de grasa aumentaba en las chicas, pero no en sus compañeros (Guerrero, R et al 2002).

En nuestro caso, dado el hecho añadido de que el grupo en estudio estaba constituido por hombres jóvenes que practicaban deporte de forma asidua, esperábamos encontrar una disminución del componente graso, como consecuencia del Ramadan. Los resultados encontrados confirman esta hipótesis, evidenciando un descenso en la medida de pliegues grasos y porcentaje de grasa corporal.

En la medida correspondiente a la primera semana, durante la mañana, los valores son significativamente menores ($p < 0,01$) que los obtenidos en condiciones basales, disminuyendo aun más en la tarde, lo que marca diferencias significativas también con la mañana ($p < 0,01$) (Tabla 10). En la bibliografía se describe un aumento

de la contribución de las grasas al aporte energético como consecuencia de las restricciones del ayuno, habiéndose constatado modificaciones en el cociente respiratorio que indican aumento en la oxidación de grasas, lo que justificaría un consumo mayor de la reserva corporal de éstas (El Ati J, et al 1995). El descenso producido al comparar los valores de la mañana y de la tarde puede ser atribuido a la deshidratación experimentada, que habría afectado negativamente al líquido extracelular asociado al compartimento graso.

Al final de la cuarta semana los valores, tanto de la mañana como de la tarde, son menores que los encontrados en la primera semana, por lo que aumenta la diferencia significativa con los valores previos al ayuno ($p < 0,01$); sin embargo, ahora no aparecen diferencias significativas al comparar los resultados de la mañana y la tarde, lo que podría estar sugiriendo una fase adaptada en la que se mantendrían volúmenes extracelulares menos variables, y probablemente más reducidos, en territorios subcutáneos (Gráfica 2).

En la muestra posterior al Ramadan se observa que el porcentaje de grasa corporal se aproxima a los valores basales, sin que se observen diferencias significativas entre ellos, lo que sugiere, por una parte, la rápida recuperación que se produce en este parámetro antropométrico cuando la ingesta resulta repartida a lo largo del día, una vez acabado el ayuno, y, por otro, la relevancia que tiene el nivel de hidratación en la valoración del compartimento graso mediante, la técnica de los pliegues cutáneos.

4.1.3 VARIACIONES HEMODINÁMICAS

En relación con parámetros hemodinámicos y Ramadán, los datos ofrecidos por la bibliografía muestran variaciones moderadas de las presiones arteriales (PA) y descenso en la frecuencia cardíaca (FC) (Habbal, R, et al 1998; Swileh, N et al 1992), que se

justifican por los cambios en los patrones de sueño y la alteración nutricional, durante este periodo. Otros han comunicado descensos progresivos que afectan tanto a PA como FC, relacionados con la reducción de la volemia por la deshidratación y la disminución del tono simpático (Iraki L, et al 1997; Roky R et al 2000).

Nuestros resultados, durante el mes de ayuno, se encuentran en esta línea y, en general, muestran moderadas variaciones de la PA, media, sistólica y diastólica, con los valores más elevados por la mañana, y una FC que alcanza su medida más alta por la tarde (Tablas 11, 12, 14, 15).

Variaciones durante la primera semana: Al final de la primera semana del Ramadan, en la muestra de la mañana, los valores de presión arterial media son significativamente superiores a los basales ($p < 0,001$), consecuencia de los aumentos que tienen lugar, tanto en la presión sistólica como en la diastólica ($p < 0,05$) (Gráficas 4, 5). Diferentes factores pueden haber contribuido a este cambio, entre los que cabe destacar el aumento del volumen plasmático a causa sobrehidratación nocturna que sería responsable de un incremento del volumen sistólico y, en consecuencia del GC. En estas condiciones, para evitar incrementos excesivos de la PA, estaría justificada la adopción de una frecuencia cardiaca significativamente más baja que la basal, como así ha sucedido ($P < 0,05$). Por otra parte, la medida del porcentaje de variación de la resistencia periférica total (RPT), en relación con la situación basal, muestra valores positivos, lo que sugiere un estado aumentado de ésta que podría explicarse como consecuencia de un tono simpático incrementado (Tabla 14).

Por la tarde, la situación parece ser distinta, ostentando PA disminuidas, con indicios de significación ($p = 0,08$) en la diastólica y, consecuentemente, en la media, y una disminución notable de la RPT (-22%). Estos cambios habrían provocado mayores

caídas de la PA y comprometido el gasto cardíaco si no es porque se ven compensados con incremento de la FC ($p<0,01$). Probablemente, una disminución del volumen sistólico como consecuencia de la deshidratación, al final de la jornada, sería suficiente para provocar una caída de la PA, agravada por una variación negativa de la RPT, posiblemente consecuencia, como se ha destacado, de la disminución del tono simpático por efecto del ayuno (Iraki L, et al 1997; Roky R, et al 2000). Ante estos cambios, el aumento de FC que tiene lugar al final de la jornada ($p<0,01$), habría contrarrestado el efecto hipotensor de los primeros, y contribuido al mantenimiento del gasto cardíaco.

Variaciones durante la cuarta semana: Durante la cuarta semana del mes de Ramadán los datos apoyan una situación de adaptación, en la que no se producen variaciones significativas de la PA, que se mantiene ligeramente más alta por la mañana que por la tarde. Al parecer, es nuevamente el control sobre la FC, que se eleva por la tarde ($p<0,05$), y la contribución del tono simpático vascular que modera la disminución de la RPT, los que probablemente solventan la reducción del volumen plasmático en las últimas horas de la jornada, contribuyendo, de esta manera, a mantener el gasto cardíaco y la PA.

Variación con la semana posterior. Tras el Ramadán, los valores hallados correspondientes a la presión sistólica y la FC se aproximan a los valores basales; por el contrario, la presión diastólica ($p<0,01$) y por su causa, la presión media ($p<0,05$), arrojan cifras aumentadas. Esto parece sugerir un nuevo estado de readaptación hacia los hábitos de vida normales, que requiere un periodo de tiempo más prolongado, una vez finalizado el ayuno.

Puesto que, en esta fase, la FC no experimenta variaciones significativas, y tampoco se han encontrado incrementos en el volumen plasmático, un cambio que puede justificar, en parte, el aumento de la PAM, sería el incremento de RPT (+16,4%), con respecto al valor basal, que parece evidenciar un mayor tono simpático, lo que apoyaría la situación de estrés por readaptación.

4.2. ANÁLISIS HIDROELECTROLÍTICO

4.2.1 EFECTOS SOBRE LA HOMEOSTASIS DE LÍQUIDOS Y SALES.

El ayuno del Ramadán constituye una forma particular de restricción diurna de la ingesta de alimentos y agua, que se traslada al periodo nocturno, con la consiguiente modificación en los ritmos circadianos y los ciclos de vigilia-sueño. En estas circunstancias, es la deprivación de agua y sales lo que plantea la necesidad de un reajuste continuo, por cuanto que los sujetos han de mantener las actividades de la vida diaria, incluyendo, como es nuestro caso, la práctica de entrenamiento deportivo.

Se ha descrito un fenómeno de reajuste hídrico durante el periodo de ayuno, en dos fases: una aguda durante los primeros días, basada en la intervención de mecanismos de acción a corto plazo, que persiguen la conservación de la osmolalidad, como liberación ADH aumento de los niveles de aldosterona, (Jiménez, M; Villaverde, C; Ramírez J, 2002; Jiménez, Sánchez Caravaca, M.A, Villaverde, C; Ramírez J; Ruiz, G. 2004) y estrategias como la rehidratación nocturna incrementada con ingesta de hidratos de carbono, que garantizan una retención de agua capaz de paliar las pérdidas producidas durante el día; a la que sigue una adecuación del sistema Renina-Angiotensina-

Aldosterona, que terminaría por asumir, en la fase adaptada del proceso, el control de la volemia.

En nuestro planteamiento se pretende comprobar no sólo los mecanismos de ajuste hidrosalino implicados, sino también, y de forma particular, las variaciones diarias y los correspondientes reajustes, que se producen a lo largo de la jornada de ayuno, desde la salida del sol hasta su puesta. Se discute a continuación los cambios observados en el volumen plasmático, a lo largo del ayuno.

4.2.2. VARIACIONES EN EL VOLUMEN PLASMÁTICO.

En conjunto, las variaciones producidas en el porcentaje de volumen plasmático (Tabla 30), obtenidas según el método de Dill y Costill, son significativas ($p < 0,05$), evidenciando aumentos en las medidas de la mañana y disminuciones, en las correspondientes a las de tarde, como consecuencia del ayuno. Una semana después del Ramadán, los valores observados se aproximan a los basales (Gráfica 21).

Variaciones en la 1ª semana de ayuno. Con respecto a los valores basales antes del Ramadán, la medida de la mañana muestra un incremento significativo en torno al 5,5% ($p < 0,05$), que es coincidente con una reducción en la osmolalidad plasmática ($p < 0,05$), en el valor de la osmolalidad urinaria ($p < 0,05$) y con indicios de significación en el caso de las proteínas totales ($p = 0,059$); todo lo cual parece sugerir un estado de sobrehidratación al cual puede haber contribuido una ingesta nocturna aumentada y, probablemente, una respuesta de estrés que se traduce en un aumento de la reabsorción de agua, basada en factores neuroendocrinos. Diferentes autores han señalado, como una estrategia para afrontar la jornada de ayuno, una rehidratación por ingesta aumentada durante el periodo nocturno (Jiménez M, et al 2002, Jiménez, M et al 2004).

Además, se sabe que las pérdidas de agua y electrolitos en ayunos de poca duración, pueden ser rápidamente revertidas mediante realimentación con dieta rica en carbohidratos, cuya ingesta, precisamente, se encuentra aumentada durante el Ramadán (Veverbrants E, 1969; Boulter Pr et al 1973).

En un estudio similar llevado a cabo en escolares musulmanes practicantes del ayuno, se encontró, en la primera semana, un efecto agudo de la deprivación de agua y sales basado esencialmente en la retención hídrica en el tubo colector renal, por acción de la hormona ADH, en tanto que las medidas de aldosterona no evidenciaban cambios significativos; recayendo, más tarde, tras un periodo de adaptación, en el sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona el control hidrosalino (Jiménez, M et al 2004). En nuestro caso, los incrementos hallados en los niveles de aldosterona sí son consistentes y, en consecuencia, cabe pensar que en sujetos entrenados, la frecuente exposición a variaciones de agua y sales por efecto del esfuerzo físico han podido contribuir a promover una respuesta ajustada desde el primer momento, sin acusar, por tanto, efectos agudos ante la deprivación impuesta por el Ramadán; lo que constituiría una consecuencia positiva del entrenamiento físico. No obstante, el aumento significativo en el volumen plasmático encontrado en la medida de la mañana, en la primera semana de ayuno, podría estar poniendo de manifiesto que, durante los primeros días, el brusco cambio de ritmo en la pauta de ingesta e hidratación, hace que además del control a largo plazo a cargo del eje Renina – Angiotensina – Aldosterona, otros mecanismos estén colaborando en la conservación de agua. Estas condiciones justificarían que, a pesar de producirse una pérdida de volumen plasmático en torno al 8%, los valores al final de la jornada no difieran significativamente con los medidos antes del Ramadán.

Variaciones en la 4ª semana de ayuno. En la semana final de Ramadán, nuestras observaciones sugieren una moderación en la respuesta de control de la volemia, basada principalmente en el papel de la Aldosterona.

El valor obtenido en la mañana no difiere significativamente del basal, sin embargo, durante la jornada, tiene lugar una pérdida del 7,3% de volumen, registrándose, por la tarde, una cifra significativamente inferior a la hallada en la primera semana ($p < 0,01$) y, asimismo, menor que el valor basal antes del Ramadán ($p < 0,01$). Paralelamente, los valores de aldosterona se encuentran incrementados en las primeras horas de la jornada y decaen significativamente al final de la misma, lo que sugiere que, en esta fase, las variaciones en el volumen plasmático coinciden de forma más ajustada con el comportamiento de esta hormona (Gráfica 7).

Es conocida la ineficacia del mecanismo de la sed para restituir pérdidas crecientes de agua, si además, como sucede en nuestro caso, está impedida la ingestión espontánea de líquidos la cual resulta diferida a horas nocturnas. Además, en un estudio similar, en escolares musulmanes, se evidenciaba una disminución de los niveles de ADH (Jiménez, M et al 2002, Jiménez, M et al 2004) al final del Ramadán, lo que permite suponer que en esta fase adaptada del ayuno, otros factores neuroendocrinos para la retención de agua se encuentran disminuidos, recayendo principalmente en la Aldosterona el control de volumen y concentración. Estas circunstancias explicarían en parte los resultados hallados, que apuntan a una paulatina disminución, a lo largo del mes de ayuno, de la volemia que se encontraba elevada desde la primera semana, en el marco de una respuesta aguda; fenómeno que contribuye, sin embargo, a mejorar los valores de osmolalidad plasmática cuyas diferencias con respecto a los datos basales dejan de ser significativas, en la última semana (Tabla 24).

Variación en la semana posterior al Ramadán. Nuestras observaciones no muestran variaciones significativas, en la medida correspondiente a la semana de recuperación, comparada con la basal. El porcentaje de volumen plasmático se mantiene en torno al 57%, valor muy similar al encontrado en la semana previa (Gráfica 21). Los datos de proteínas totales no indican tampoco variación con respecto a los basales por lo que apoyan el hecho de que una semana después de finalizar el Ramadán el volumen plasmático se recupera, sin embargo, la concentración de sodio plasmático y la osmolaridad muestran valores descendidos con relación a los iniciales, lo que indica que tal recuperación puede ser fruto de la ingesta recuperada de agua a demanda, y la posible participación de otros factores entre los que se destaca ADH, de la que, en condiciones experimentales similares, se ha comunicado un repunte significativo en la semana posterior al mes de ayuno (Jiménez, M et al 2004); junto al mantenimiento de la actividad del eje Renina-Aldosterona que muestra, en relación a los datos previos, valores aumentados de Renina ($p < 0,05$) y cifras de aldosterona que no difieren significativamente de aquellos. Todas estas observaciones podrían estar indicando una nueva fase de respuesta aguda, esta vez como consecuencia de la vuelta a la normalidad, en la que estén primando mecanismos de retención hídrica, en tanto que los responsables de la homeostasis de solutos, especialmente sodio y cloro requieran algo más de tiempo para reajustarse.

4.2.3. VARIACIONES EN LA CONCENTRACIÓN OSMOLAR:

Durante el ayuno del Ramadán se han comunicado variaciones en la osmolaridad sérica no significativas, a pesar de la deprivación de agua, lo que se ha justificado por el hecho de la compensación por la ingesta nocturna y la puesta en funcionamiento de mecanismos fisiológicos adaptativos, entre los que se destacan, aumento en la

concentración urinaria, disminución del flujo urinario y disminución en la excreción de sodio, a lo largo del ayuno (Mustafa KY et al, 1978). Otros han comunicado aumentos significativos en sujetos que realizaban el ayuno sometidos a condiciones especiales, como madres lactantes, en tanto que tales variaciones no eran consistentes en grupos de mujeres control no lactantes (Prentice et al, 1984).

Nuestros datos confirman en parte las evidencias comunicadas, con aumentos y disminuciones dentro del rango de valores normales de osmolaridad sérica, a pesar de las condiciones impuestas por el ayuno (Tabla 24).

Variaciones en la 1ª semana. Nuestros sujetos experimentaron disminuciones significativas, con respecto a la medida basal, tanto en la muestra de la mañana ($p < 0,05$) como en la de la tarde ($p < 0,01$) (Tabla 24; Grafica. 15). La menor osmolaridad a primera hora de la jornada puede explicarse como parte del conjunto de modificaciones que afectan al volumen plasmático, confirmando el efecto de una sobrehidratación junto a la intervención de factores fisiológicos que contribuyen a la conservación de agua entre los que cabría considerar la aldosterona junto a mecanismos homeostáticos como disminución en el flujo plasmático renal y aumento del umbral de disparo de barorreceptores que contribuirían a aumentar el volumen circulante, en especial en sujetos sometidos a entrenamiento (Convertino et al 1993). En tales condiciones es de esperar que el aumento de volumen provoque una disminución en la concentración sérica como la observada.

Menos explicable es el valor aún más disminuido de osmolaridad que muestra la medida de la tarde, a pesar de haber tenido lugar una pérdida de volumen plasmático de un 8% que lógicamente habría contribuido al incremento de la concentración, y que solo puede justificar una eliminación aumentada de solutos. La osmolaridad urinaria

muestra, en esta misma fase, un aumento significativo ($p < 0,01$) que estaría en consonancia con lo sugerido (Tabla 25), pero, sin embargo, la fracción de excreción de solutos osmóticamente activos no está incrementada (Tabla 29) y, en consecuencia, parece que la variación de concentración urinaria es más una consecuencia de la disminución del flujo urinario, y también del aumento en la excreción de potasio ($p < 0,01$) experimentado durante la tarde, que, de cualquier forma, no influiría de manera relevante en la osmolaridad plasmática. Por su parte, la excreción urinaria de sodio tampoco puede ser considerada como causa del descenso de osmolaridad plasmática puesto que su fracción de excreción disminuye significativamente en la medida de la tarde ($p < 0,05$). En tales circunstancias, la disminución de osmolaridad plasmática podría deberse a la pérdida de iones, especialmente sodio, por sudoración, como consecuencia del entrenamiento a que se sometieron los participantes.

Variaciones en la 4ª semana: Las variaciones observadas, tanto de la mañana como de la tarde, no son significativas, lo que coincide con los resultados comunicados en la bibliografía y estaría evidenciando una fase más adaptada que confirma el ajuste de los sistemas a largo plazo de mantenimiento de la volemia y osmolalidad plasmáticas. La osmolalidad urinaria se mantiene en valores ligeramente incrementados respecto de los basales, pero de forma no significativa y, así mismo sucede con la fracción de excreción osmolar.

Con estos datos cabría pensar más en una reducción del flujo urinario que en un verdadero incremento en la excreción de solutos osmóticamente activos, lo cual estaría en la línea de una reducción en los valores de volumen plasmático, al inicio de la jornada, capaz no obstante de soportar el periodo de ayuno, con reducción del mismo, pero manteniendo valores de sodio plasmático y de concentración osmolar más

ajustados a los valores basales medidos antes del Ramadán, en un esquema de respuesta en el que los mecanismos homeostáticos a corto y medio plazo habrían dado paso al control de solutos y líquidos corporales a cargo del sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona.

Variaciones en la semana posterior al Ramadán: Una semana después del ayuno la osmolaridad plasmática se muestra significativamente disminuida ($p < 0,05$) en relación con los valores basales, con ligeros aumentos en la osmolaridad urinaria y fracción de excreción osmolar, que no alcanzan a ser significativos. Considerando que el volumen plasmático vuelve a valores iguales a los previos al ayuno, pero no así los correspondientes a las concentraciones de sodio ($p < 0,05$) y cloro ($p < 0,01$) que se encuentran disminuidos, en tanto que los de potasio se mantienen elevados ($p < 0,01$) se confirmaría un modelo de respuesta en el que el sistema Renina-Aldosterona requiere un reajuste a las nuevas condiciones y otra vez se harían necesarios la intervención de los mecanismos homeostáticos y neuroendocrinos citados con anterioridad, para enfrentar la vuelta a la normalidad, proceso que necesitaría un periodo mayor a una semana.

4.2.4 MODIFICACIONES DE LA CONCENTRACIÓN DE SODIO:

Nuestros datos ponen de manifiesto una moderada disminución del Na^+ plasmático, como consecuencia del ayuno (Tabla 18), que se mantendría una semana después de su finalización, aunque siempre dentro del rango fisiológico considerado normal para este ión. Estos cambios coinciden con disminuciones en el sodio urinario y en la fracción de excreción, lo que en conjunto sugeriría una conservación basada en el control de la excreción.

Variaciones en la 1ª semana. Con respecto a los valores previos al ayuno, en la primera semana, resulta significativa la disminución producida en los valores sanguíneos, tanto en la medida de la mañana ($p<0,05$) como en la de la tarde ($p<0,01$) (Gráfica 9). En esta misma fase, probablemente como consecuencia del descenso en la FENa ($p<0,05$), el sodio urinario experimenta también una disminución significativa, en las dos medidas del día ($p<0,05$ y $p<0,01$; respectivamente) (Tablas 21, 26).

Variaciones en la 4ª semana. En la 4ª semana del Ramadán, los valores plasmáticos permanecen disminuidos aunque la variación no es estadísticamente consistente. La FENa muestra también valores inferiores a los previos al inicio del ayuno (Gráfica 17), siendo significativa la diferencia con respecto a la medida de la tarde; lo que repercute en el sodio urinario que se muestra con valores menores que los basales ($p<0,01$), tanto por la mañana como por la tarde.

Con respecto a la primera semana de ayuno, en esta última, los valores aumentan moderadamente, en torno a 1 mEq/L, aunque siguen estando por debajo de los hallados en condiciones basales. Si bien tales cambios muestran tan solo indicios de significación, podrían estar evidenciando una situación adaptada más estable y próxima a los valores iniciales, frente a las restricciones impuestas. De acuerdo con esto, los valores de sodio urinario son los más bajos hallados a lo largo de todo el proceso y la FENa, en la medida de la tarde, se mantiene significativamente disminuida ($p<0,05$).

El hecho de que el volumen plasmático observado por la mañana sea similar al medido en condiciones basales y los valores de Na^+ en sangre estén próximos a los analizados antes del ayuno podría estar evidenciando la intervención del Sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona como mecanismo fundamental de control

hidrosalino, frente a la participación de otros mecanismos de respuesta aguda, como ha sido sugerido por otros autores (Jiménez M et al 2004). En conjunto, estas observaciones parecen evidenciar que en esta fase del ayuno tendría lugar un control más efectivo de la excreción del ión que permitiría alcanzar valores sanguíneos no muy diferentes de los medidos en condiciones basales.

Variaciones en la semana posterior al Ramadán: En la medida posterior al Ramadán, los valores hallados son inferiores a los medidos en la semana previa al ayuno ($p < 0,05$) y similares a los encontrados durante el proceso, con los que no difiere significativamente, en especial con los correspondientes a la primera semana; todo lo cual sugiere la respuesta a una nueva situación de cambio a la que adaptarse.

Efectos del ayuno sobre la homeostasis de Na^+ : Se ha descrito, en ayunos de corta duración, que la disminución de la ingesta energética provoca por sí sola natriuresis, motivada por un decrecimiento en la reabsorción distal del ión, en el túbulo renal (Veverbrant, E.; Arky, R. A.; 1969; Boulter et al, 1973), que revierte rápidamente con rehidratación con aporte de carbohidratos, habiéndose señalado como responsables la baja disponibilidad de Na^+ en el túbulo distal, asociada a una concentración limitada de bicarbonato y el aumento de aniones distintos del Cl^- , como el beta-hidroxibutirato (consecuencia de la acidosis relacionada con el ayuno). Todos estos factores tendrían como resultado una disminución en la reabsorción electrogénica de Na^+ dependiente de la $\text{ATPasa Na}^+-\text{K}^+$, por disminución de los recursos energéticos durante el ayuno (Larijani B et al, 2003; Zlaee V et al 2006) y la existencia de condiciones de equilibrio eléctrico adversas en la membrana luminal, debido al aumento de la carga negativa por acumulación de aniones ($4\beta\text{HB}$). En nuestro caso, sin embargo, no parece haberse

producido un aumento de la excreción de sodio, por lo que la disminución plasmática encontrada en la primera semana, mas que una natriuresis, podría ser consecuencia del aumento del volumen plasmático encontrado en las primeras horas del día ($p < 0,05$) al que habría contribuido la rehidratación nocturna y, probablemente, hormonas como ADH tal y como han puesto de manifiesto otros (Mustafa K.Y et al, 1978; Jiménez M. et al 2004), bajo la influencia de niveles altos de Aldosterona. La disminución en la FENa y la reabsorción de agua son claros efectos de la aldosterona, pero además deben haber contribuido otros agentes que justifiquen el aumento de volumen plasmático y disminución de la osmolalidad evidenciadas en nuestros participantes. Esta situación habría contribuido a solventar el equilibrio hidrosalino en los primeros días del ayuno, como estrategia de ajuste agudo a las nuevas circunstancias impuestas (Jiménez M et al 2002, Jiménez M et al 2004).

Contrariamente a lo esperado, la medida de Na^+ plasmático a última hora de la tarde es significativamente menor ($p < 0,05$) lo que vuelve a plantear la posibilidad de natriuresis. Además, al final del día se ha producido una disminución del volumen plasmático que viene apoyada por el aumento en las proteínas totales ($p < 0,05$), consecuencia lógica de la deshidratación por deprivación de la ingesta de líquidos, lo que habría aumentado la concentración de solutos. Puesto que no se produce aumento de sodio urinario y la FENa continúa disminuida con respecto a la semana anterior al Ramadan ($p < 0,05$), la explicación a la reducción de sodio plasmático puede hallarse en la pérdida suplementaria de sales, especialmente de Na^+ , por transpiración, a la que habría contribuido, de manera importante, el entrenamiento físico y una incapacidad de la aldosterona para aumentar la reabsorción de Na^+ .

En la medida posterior al Ramadán, los valores aumentados de sodio urinario y de la FENa, junto a las cifras plasmáticas que han resultado inferiores a las basales y del

mismo tenor que las encontradas durante el ayuno, concuerdan con los bajos niveles de aldosterona encontrados en esta fase, consecuencia probablemente del reajuste necesario una vez desaparecidas las restricciones mantenidas durante el ayuno. Parecen perfilar, por tanto, una vuelta a la normalidad, de los mecanismos de control de agua y sales corporales, que habrían requerido un tiempo superior para su total normalización.

4.2.5 MODIFICACIONES DE LA CONCENTRACIÓN DE POTASIO:

Aunque el control hidrosalino en situación de ayuno prolongado ha sido un tema ampliamente tratado en la bibliografía (Mustafa K.Y, et al 1978; Cheach SH et al 1990; Sweileh,N, et al 1992; Lin et al, 1997 Toda, M et al 2000;), algunos aspectos relacionados con la homeostasis del ión potasio permanecen en controversia (Lin et al, 1997); en concreto, los mecanismos que provocan una disminución en su excreción. Los resultados comunicados ponen de manifiesto la existencia de una cierta resistencia a la secreción de potasio que tendría que ver con los mecanismos de reabsorción de cloro y sodio y la disponibilidad de ión bicarbonato, en el segmento distal y tubo colector renal.

Por otra parte, muy pocos estudios se han orientado a esclarecer las variaciones de potasio en el caso específico del Ramadán donde, a diferencia de ayunos completos prolongados, con suministro continuo de agua y sales, éste se caracteriza por periodos intermitentes de absoluta privación de ingesta hidrosalina al que siguen fases nocturnas de rehidratación y recuperación iónica, que se suceden a lo largo de un mes lunar. Al respecto, se han comunicado variaciones no significativas durante el ayuno (Cheach SH et al 1990) y disminuciones en la excreción del ión que resultarían significativas a partir de la 3^a-4^a semana del Ramadán (Mustafa K.Y et al 1978; Cheach SH et al 1990). En un estudio sobre escolares musulmanes que lo practican, se ha informado sobre

incrementos plasmáticos de potasio que se mantendrían una semana después del Ramadán (Jiménez M et al 2005); habiéndose destacado este hecho como un importante factor para la liberación de la aldosterona, a lo largo del mes.

Un objetivo específico de este trabajo era comprobar las variaciones de concentración de potasio, durante el periodo de ayuno, a través de mediciones de mañana y tarde, para tratar de establecer el esquema de regulación de este ión, en relación con el eje Renina-Angiotensina-Aldosterona y la homeostasis de sodio y cloro. Nuestros datos confirman aumentos de potasio plasmático en las medidas de la 1ª y 4ª semanas y la posterior al Ramadán, con elevaciones consistentes en comparación con los valores basales (Tabla 19).

Variaciones de la concentración de K^+ durante la primera semana de ayuno: Con respecto a la medida previa hemos encontrado un aumento no significativo en la medida de la mañana, coincidente con una disminución del ión en orina ($p < 0,05$) y de su fracción de excreción ($p < 0,01$). Por la tarde, el valor plasmático experimenta un incremento notorio que es consistente tanto en relación con lo hallado por la mañana ($p < 0,01$) como con la medida basal ($p < 0,01$), paralelo a un aumento de la concentración urinaria ($p < 0,01$) y de la fracción de excreción que, a causa de su variabilidad, no logra alcanzar significación estadística. Considerando el Gradiente Transtubular de potasio (GTTK), herramienta para la estimación de la secreción neta del ión, nuestros datos muestran que, efectivamente, éste se encuentra disminuido en la medida matutina ($p < 0,05$) y aumenta con indicios de significación, por la tarde (Tabla 31). Todo lo cual apunta a que, en efecto, tiene lugar una disminución de la secreción neta de K^+ lo que, en unión a otros factores, justificaría el incremento plasmático que se desarrolla durante

la jornada de ayuno, al final de la cual aumenta su excreción, hecho éste del todo punto necesario para descender los valores plasmáticos alcanzados.

Variaciones de la concentración de K^+ durante la 4ª semana de ayuno: En esta fase se mantienen los valores elevados del ión, con respecto a los medidos con anterioridad al Ramadán, pero con un patrón diferente al de la 1ª semana porque, por la mañana, el incremento ahora sí es consistente ($p<0,01$) y desciende por la tarde ($p<0,05$), aunque persiste un valor significativamente superior al basal. Parece pues que, a diferencia de lo hallado en los primeros días del ayuno, en esta fase, el aumento de K^+ tiene lugar durante las primeras horas del día, para ir disminuyendo a lo largo de la jornada, alcanzando al final de la misma un promedio inferior al encontrado en la primera semana. Estos datos concuerdan con los valores de GTTK hallados, que muestran un valor descendido en la primera medida del día ($p<0,01$), el cual se eleva por la tarde hasta alcanzar un promedio similar al basal, significativamente mayor que el de la mañana ($p<0,01$). Asimismo, y de forma coherente, la fracción de excreción de K^+ muestra idéntico comportamiento (Tabla 27), esto es, descenso significativo con respecto al valor basal ($p<0,01$) en la medida matutina y aumento significativo ($p<0,01$) hasta alcanzar un valor próximo al basal, al final del día.

Medida de la concentración de K^+ en la semana posterior al ayuno: Una semana después del Ramadán, la concentración plasmática de potasio se mantiene ligeramente superior al valor basal ($p<0,01$) aun cuando su fracción de excreción se sitúa en cifras similares a las previas al ayuno y el GTTK no muestra variación significativa con respecto al basal.

Efectos del ayuno sobre la homeostasis de K^+ . La concentración plasmática de K^+ es consecuencia, por una parte, de la regulación interna del equilibrio intra-extracelular del ión y por otra, del control tubular del mismo, en la nefrona. Está perfectamente establecido que la principal regulación sobre el K^+ interno corresponde a la actividad de la ATPasa Na^+-K^+ que, a su vez, está influenciada por la acción de catecolaminas, la insulina y los propios niveles de K^+ (Rose, BD 1994 ; Clausen T y Everst M.E. 1989). Probablemente debido esta capacidad de estimular la actividad de ATPasa Na^+-K^+ ; el de la insulina, por su acción sobre la membrana celular; y la puesta en marcha de mecanismos pasivos de paso a través de membrana a expensas de la concentración plasmática de K^+ ; contribuyen a aumentar la entrada del ión al interior celular, disminuyendo así la concentración extracelular. Por su parte, la actividad muscular intensa durante el ejercicio, que promueve la salida de K^+ de la célula a través de un canal dependiente de ATP; y la acidosis mediante intercambios H^+-K^+ , son factores que, de forma directa o indirecta, determinan aumentos de la concentración extracelular de este ión (Rose, BD 1994).

De otra parte, en la nefrona, los mecanismos más importantes de reabsorción de K^+ lo constituyen, en el túbulo proximal, el que tiene lugar conjuntamente con Na^+ y agua, y en la rama ascendente de Henle, el cotransporte $Na^+K^+ \cdot 2Cl^-$. En cuanto a la secreción, lo más relevante es la actuación de la ATPasa Na^+K^+ que promueve la reabsorción electrógena de Na^+ y excreción de K^+ , en las células del túbulo distal y células principales del tubo colector. Además, otros mecanismos pueden resultar decisivos en situaciones especiales como el reciclaje de K^+ en el tubo colector, debido a la acción de la ATPasa H^+-K^+ en la acidosis; el flujo distal y la baja disponibilidad de Na^+ en condiciones de deshidratación que reduce la actividad de la ATPasa Na^+K^+ ; y los desplazamientos pasivos de este ión entre la luz tubular y el intersticio debidos a los

gradientes eléctricos y químicos. Por último, se ha puesto en evidencia el importante aumento de la excreción de potasio producido como consecuencia del incremento de la concentración de CO_3H^- , en el segmento distal de la nefrona, en respuesta a la infusión de bicarbonato. Por el contrario, su escasa disponibilidad se ha relacionado con kaliuresis disminuida (Rose, BD 1994, Lin et al.1997).

La respuesta adaptada del organismo ante excesos de potasio es, como algunos autores señalan, extremadamente eficaz, actuando sobre los dos escenarios indicados: por una parte, incrementa la entrada intracelular de K^+ y por otra, estimula la excreción urinaria del ión en un periodo de 6 a 8 horas, tanto por acción directa mediante procesos pasivos, como por acción de la aldosterona (Rose, BD 1994).

En nuestro caso, durante la semana inicial del Ramadán, en las primeras horas de ayuno, la disminución en la FENa^+ , la FECl^- (Gráficas 17; 19), y de la concentración urinaria de Cl^- apoyarían una reabsorción preferentemente electroneutra de Na^+ ($\text{Cl}^-:\text{Na}^+$), frente a la actividad de la $\text{ATPasa Na}^+\text{K}^+$, lo que habría limitado la excreción de K^+ , hecho confirmado por la caída en la FEK y el GTTK ; todo lo cual habría conducido, a lo largo de la jornada, a niveles plasmáticos incrementados de potasio; fenómeno que sería responsable, en parte, de mantener estimulada, por la tarde, la secreción de Renina y, consiguientemente, la de aldosterona. En estas condiciones se habría promovido, al final de la jornada, el aumento de la actividad secretora de K^+ como ponen de manifiesto las elevaciones en el GTTK y FEK experimentadas, en la medida vespertina.

En la cuarta semana, los valores plasmáticos de K^+ siguen mostrándose aumentados con respecto a los basales, con algunas diferencias en relación con la primera semana: Por una parte, desplazamiento hacia horas más tempranas del valor máximo de potasio plasmático, lo que podría ser la consecuencia de condiciones más

agudas en la situación hídrica y ácido-básica en que se encuentran los sujetos, tras más de tres semanas de ayuno; y por otra, el incremento experimentado en los parámetros de excreción medidos por la tarde, que sugiere un fenómeno de ajuste adaptativo en los mecanismos homeostáticos responsables de la regulación de potasio.

En modelos de ayuno estricto prolongado con suministro hidrosalino, se han descrito fases iniciales, en torno a las dos semanas, en las que se habría producido una diuresis aumentada de sodio y potasio que conducirían, finalmente, a una limitación en la excreción de potasio, condicionada por la disponibilidad de sodio y por la concentración de bicarbonato en el túbulo distal, dependiente, a su vez, del nivel de cetoacidosis alcanzado (Lin et al.1997). La cuestión a dilucidar aquí es, qué circunstancias justifican, en el ayuno del Ramadán, el hecho de que durante una parte inicial de la jornada de ayuno resulte limitada la secreción de potasio, al primar la reabsorción electroneutra de sodio, en detrimento de la actividad de la ATPasa Na^+K^+ . Diferentes factores pueden haber influido en el incremento de la concentración plasmática de K^+ :

1) La disminución del flujo tubular a causa de la deshidratación, que sería responsable, además, de una limitación en la disponibilidad distal de sodio.

2) La disminución de los niveles de insulina por efecto del ayuno, que habría contribuido a una menor actividad de la ATPasa Na^+K^+ lo que se relacionaría, por una parte, con la salida de potasio intracelular, y por otra, con el bloqueo de su efecto en el túbulo distal de la nefrona.

3) Disminución del estímulo β -adrenérgico, que se ha sugerido como consecuencia del ayuno (Castro S, Perez JL 2007; Saz, P; Ortiz, M, 2007), lo que, nuevamente, actuaría limitando la actividad de la reabsorción electrógena de sodio por la ATPasa.

4) La práctica de ejercicio físico, por su efecto liberador de K^+ en la fibra muscular y también por su contribución a la deshidratación.

5) Una probable disminución en la concentración tubular de CO_3H^- cuya causa más probable sería la instalación de una moderada acidosis producida por el ayuno prolongado.

En relación a este último punto, la discusión ha de centrarse en si las condiciones intermitentes del ayuno de Ramadán son causa suficiente para provocar una progresiva acidosis metabólica que justificase la necesidad de aumentar la reabsorción de bicarbonato en detrimento de la concentraciones en los túbulos distal y colector, lo que finalmente comprometería la excreción de potasio. Nosotros no hemos podido contar con medidas directas de pH y bicarbonato; en consecuencia, hemos de referirnos a evidencias indirectas, en tanto no se cuente con una investigación específica al respecto. Liu et al. han señalado que una mera secreción de ClH por el estómago, en la fase cefálica de secreción de H^+ , puede generar hasta 5mM de incremento en la concentración sérica de CO_3H^- que procederían en gran parte de la reabsorción tubular, reduciéndose la presencia luminal de este anión (Lin et al.1997). En relación con la variación del pH gástrico en el Ramadán, se han encontrado disminuciones de hasta 1,3 unidades (variación de pH de 2,3 a 1), fenómeno que tendría una mayor importancia durante el día (Iraki et al.1997), hecho que justificaría una reabsorción incrementada de CO_3H^- . No hay datos en la literatura de pH sanguíneo durante el Ramadán, probablemente por la dificultad de obtener muestras de sangre arterial, pero sí se han comunicado descensos en el pH urinario ((Iraki et al.1997). Por otra parte, esta bien documentado el cambio en la utilización de substratos metabólicos que se orientaría hacia un mayor consumo de recursos grasos, sobre todo en las últimas semanas de

abstinencia (Ati, J; 1995). Todos estos argumentos sustentarían la idea de que, a lo largo de la jornada de ayuno, los participantes irían desarrollando una discreta acidosis que, posteriormente, se resolvería en la fase nocturna de ingesta a demanda. Su compensación podría haber requerido un aumento en la reabsorción de bicarbonato, suficiente como para disminuir su disponibilidad tubular y, con ello, contribuir a la limitación de la excreción de potasio. Esta situación habría sido más acusada en las semanas finales del Ramadán, lo que habría exigido una más estricta regulación por parte del sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona y la participación de otros mecanismos de paso debidos a gradientes electroquímicos, en un esquema de respuesta adaptada a las condiciones limitantes del ayuno, como así parece haber sucedido si se tiene en cuenta el importante aumento de la FEK y del GTTK en las medidas obtenidas por la tarde, en la cuarta semana, las cuales se aproximan a las encontradas antes del ayuno. De esta manera se habría logrado contener la elevación de potasio plasmático de una forma algo más eficaz, en comparación con la respuesta aguda producida en la primera semana.

Una semana después del Ramadán, los valores de excreción de potasio son similares a los basales, y del mismo tenor que los de la última semana, aun cuando la concentración plasmática, aún permaneciendo dentro de los márgenes fisiológicos, se halla ligeramente aumentada, lo cual parece sugerir que la vuelta a los valores basales requieren un periodo más prolongado.

Resumiendo, nuestras observaciones sugieren que, en las condiciones del ayuno del Ramadán, diferentes factores estarían limitando la excreción de potasio, a lo largo de la jornada, lo que conduciría a elevaciones plasmáticas del ión. Entre estos, destacarían la disminución del flujo tubular como consecuencia de la deshidratación, la limitación de la reabsorción electrógena de Na^+ a cargo de la $\text{ATPasa Na}^+\text{K}^+$, y el

efecto del entrenamiento. A parte de esto, las evidencias apuntarían también a una limitación de la disponibilidad de bicarbonato en respuesta a alteraciones ácido-básicas, inducidas por el ayuno, en concreto disminución del pH sérico. En la cuarta semana de Ramadán, parece haberse producido un desplazamiento en el valor máximo de potasio sanguíneo a las primeras horas de la jornada, en comparación con lo que sucede en la primera semana, consecuencia probablemente de una situación más estricta en las condiciones hidroelectrolíticas y de pH por lo prolongado del ayuno, que habrían motivado un control homeostático más específico por parte de la Aldosterona y de los procesos dependientes de gradientes electroquímicos, como estarían poniendo de manifiesto los parámetros de excreción de potasio. Tras el periodo de ayuno, la concentración plasmática de potasio se mantiene ligeramente elevada lo que sugiere que la vuelta a los valores basales previos al Ramadán requiere un periodo de tiempo superior.

4.2.6 MODIFICACIONES DE LA CONCENTRACIÓN DE CLORO:

Nuestros datos ponen de manifiesto que durante el ayuno de Ramadan los valores plasmáticos de cloro se modifican, siguiendo un perfil de variación parecido al de sodio (Tabla 20). Aunque son escasas las referencias a este ión durante el Ramadan, se han descrito incrementos en la primera semana de ayuno, que desaparecen en las últimas semanas, resultando los niveles plasmáticos, al final, similares a los encontrados en la medida basal, justificándose tales cambios como consecuencia de hemoconcentración, más aguda en la primera fase del ayuno (Sweileh, N.; Schnitzler, A.; Hunter, G.R.; Davis, B.; 1992). Por su parte, la excreción de cloro disminuye también durante el ayuno ($p < 0,05$), restableciéndose tras la finalización del mismo. Las concentraciones urinarias difieren, asimismo, apareciendo disminuidas en las medidas matutinas

($p < 0,01$), a pesar del aumento experimentado en la osmolalidad urinaria, lo que apuntaría a un control del ión basado en la disminución de su excreción.

Variaciones de la concentración de Cl^- durante la primera semana de ayuno: En la primera semana de ayuno, el promedio plasmático encontrado por la mañana muestra una disminución ($p < 0,05$) con respecto a la medida previa, en tanto que al final de la jornada se eleva por encima del basal ($p < 0,05$) (Gráfica 11). Considerando la medida de la fracción de excreción, ésta experimenta un descenso que es más acusado y significativo por la mañana ($p < 0,05$) (Tabla 28), lo que, lejos de ser un resultado contradictorio, sería la respuesta oportuna a la disminución de Cl^- sanguíneo, y se correspondería con el descenso observado en la concentración urinaria (Tabla 23). Si, al parecer, la estrategia homeostática adoptada es la limitación de la excreción, la disminución plasmática podría explicarse como consecuencia del aumento de volumen plasmático en las primeras horas de la jornada, ya descrito. Por la tarde, el valor en sangre es significativamente superior al de la semana previa ($p < 0,05$), de acuerdo con lo que cabría esperar como consecuencia de una hemoconcentración debida a la falta de ingesta líquida, como han comunicado otros (Sweileh, N.; Schnitzler, A.; Hunter, G.R.; Davis, B.; 1992) y que coincide con el valor aumentado en orina ($p < 0,01$), probablemente debida a la disminución de la diuresis junto a otras circunstancias como la participación de Cl^- en la excreción de K^+ , que experimenta un aumento por la tarde, y la posibilidad de eliminación urinaria junto a otros cationes distintos a Na^+ y K^+ .

Variaciones de la concentración de Cl^- durante cuarta semana de ayuno: Los valores plasmáticos encontrados en la última semana del Ramadan son similares a los hallados en la primera semana, con una medida por la tarde ligeramente aumentada, con

respecto a la de la mañana ($p < 0,01$), que no difiere significativamente de la basal. La fracción de excreción es ligeramente superior a la experimentada en la primera semana, aunque sin significación estadística, lo que se traduce en una concentración de Cl^- urinario que por la mañana es inferior a la basal ($p < 0,05$) pero por la tarde se eleva a cifras próximas a las encontradas antes del ayuno.

Aún cuando la medida plasmática de la tarde haya resultado superior a la de la mañana, probablemente porque el volumen plasmático se ha reducido en algo más del 7% en el transcurso de la jornada, los valores no difieren significativamente de los basales, lo que estaría de acuerdo con un esquema de control hidrosalino más ajustado, como corresponde a una fase adaptada a las circunstancias del ayuno.

Variaciones de la concentración de Cl^- en la medida posterior al Ramadan: Diez días después de acabado el ayuno, el valor plasmático de Cl^- es inferior al basal ($p < 0,01$), pero dentro del rango fisiológico. La vuelta a la normalidad y, sobre todo, la posibilidad de hidratación sin límites, conduce a cifras normales del ión, tanto en sangre como en orina, con una fracción de excreción similar a la basal, superior a la hallada en la última semana del ayuno ($p < 0,05$), de forma similar a lo experimentado por sodio y potasio.

4.2.7 REGULACIÓN ENDOCRINA A CARGO DEL SISTEMA RENINA - ALDOSTERONA:

El Sistema Renina–Angiotensina–Aldosterona constituye una pieza fundamental en el mantenimiento de la volemia y la presión sanguínea, a largo plazo, junto con otros mecanismos como el desplazamiento de volúmenes entre compartimentos, la estimulación del sistema simpático o la actividad del Péptido Natriurético Auricular y

sus efectos a nivel de la circulación renal (Rose, B.D., 1994). Los cambios asociados a la Angiotensina II y la ulterior liberación de Aldosterona, ambos inducidos por los niveles de Renina, repercuten en la reabsorción de sodio y agua, incrementando, de esta manera, el volumen plasmático y la presión arterial. La deshidratación por causas diversas, como sudoración intensa, diarrea o limitación en la ingesta de agua y sales, conduce al incremento de la actividad simpática renal, responsable de la liberación de renina. Asimismo, se ha considerado que el estrés físico y emocional es responsable del aumento de la actividad plasmática de la renina, mediante estimulación β -adrenérgica (Kotchen T.A, et al 1991; Ramírez J et al 2004).

En relación con el Ramadan, la imposibilidad de rehidratación durante la jornada diurna plantea la necesidad de un reajuste brusco en los primeros días del ayuno, que alcanzaría una fase adaptada, en las últimas semanas, habiéndose destacado el papel del sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona en su ajuste. En este mismo modelo, se pone de manifiesto la participación, en la fase aguda, de mecanismos de retención de agua basados en la actividad de la ADH y la práctica de la rehidratación nocturna aumentada (Jiménez M, et al 2004).

Con estas consideraciones, nuestra hipótesis de partida suponía un incremento de la actividad del sistema renina-aldosterona que habría de encontrar su máximo en la cuarta semana del ayuno, y el ajuste del ritmo de secreción a las nuevas condiciones.

Nuestros resultados confirman el papel relevante del SRAA en la consecución de una fase estabilizada, aunque, contrariamente a lo planteado, Renina y Aldosterona muestran una activación desde la primera semana del Ramadan, como evidencian los valores incrementados ya, en esta fase (Tablas 16; 17).

Medida en la primera semana de ayuno: Los valores de Renina medidos en la primera semana muestran un incremento significativo, tanto por la mañana como por la tarde ($p < 0,01$), con niveles que cuadruplican lo observado antes del ayuno, lo que se refleja en la aldosterona cuyo promedio en sangre, por la mañana, se eleva significativamente, con respecto a la medida basal. Este resultado contrasta con lo publicado por Jiménez y cols. (2004), quien no encuentra, en un grupo de jóvenes que practican el ayuno de Ramadan, una elevación significativa de aldosterona, pero sí de vasopresina, en esta fase. En nuestro caso, no se puede descartar, entre otros mecanismos neuroendocrinos, la participación de la vasopresina para el mantenimiento de la volemia y osmolaridad, que justificaría el aumento experimentado en el volumen plasmático, en torno al 8%, en tanto que la concentración de sodio decrece ligeramente. Sin embargo, el hecho de estar nuestros sujetos habituados a la práctica deportiva, y a la continua exposición a variaciones hidrosalinas por esta causa, habría facilitado la respuesta del SRAA cuya contribución a la homeostasis de sodio es evidente, en esta fase temprana del ayuno, manteniéndola dentro de los límites fisiológicos. En la medida de la tarde, los niveles de aldosterona son inferiores a los obtenidos por la mañana ($p < 0,05$), pero más elevados que los basales, aunque no de forma significativa, en una situación de disminución del volumen plasmático y con niveles altos de potasio en sangre. Precisamente, estos factores podrían ser los responsables de que se mantenga activo el sistema, con valores de renina elevados.

Medida en la cuarta semana de ayuno: En la cuarta semana del ayuno, los niveles de renina siguen significativamente elevados, con respecto a los basales, pero más moderados que los obtenidos en la primera semana, especialmente por la tarde (Gráfica 8), lo que puede considerarse resultado de una adaptación, tras casi un mes de Ramadan.

Por su parte, la aldosterona muestra una respuesta más acusada por la mañana, con un promedio superior al encontrado en la primera semana, lo que parece subrayar el carácter más ajustado de la respuesta, mostrando picos de secreción más acordes con los requerimientos homeostáticos. Por la tarde, las cifras resultan inferiores a las de la primera semana ($p < 0,05$), sin que el promedio difiera estadísticamente del basal y, como quiera que a pesar de la jornada de ayuno, mejoran los valores de sodio, se moderan los de potasio y la osmolalidad plasmática no muestra diferencia significativa con la basal, se puede afirmar que, en efecto, en las últimas semanas se alcanzaría una fase adaptada, en la homeostasis hidrosalina, en la que el SRAA participaría de forma determinante, optimizando su efecto y ajustando sus pulsos de secreción a las necesidades impuestas por el ayuno del Ramadan, en la línea de lo comunicado por otros (Sweileh, N.; Schnitzler, A.; Hunter, G.R.; Davis, B.; 1992, Jiménez Martín M, Ramírez Rodrigo J., Ruiz Villaverde G., Sánchez Caravaca M.A., Villaverde Gutiérrez C. 2004).

Medida posterior al ayuno: Transcurridos diez días, los valores de renina se encuentran todavía significativamente elevados, en relación con los basales, pero resultan menores que los obtenidos en la cuarta semana de ayuno ($p < 0,05$), lo que estaría indicando una vuelta paulatina a la normalidad que requeriría un periodo superior al transcurrido. Los niveles de aldosterona parecen reflejar esta situación mostrando cifras que, en promedio, no difieren significativamente de las basales, aunque con variaciones individuales que podrían estar indicando que el restablecimiento de las condiciones iniciales respondería a un patrón individualizado, dependiente de factores tanto fisiológicos como otros, relacionados con el estilo de vida, pauta alimentaria, etc.

4.3 EFECTOS SOBRE LA HOMEOSTASIS ENERGÉTICA.

La situación de ayuno intermitente propia del Ramadán obliga a poner en funcionamiento mecanismos de conservación de energía, con el fin de hacer frente a los requerimientos energéticos diarios, unos en forma de hábitos que afectan cualitativa y cuantitativamente la dieta, y otros, de naturaleza fisiológica, que pretenden el mantenimiento de la homeostasis energética, en forma de regulación neuroendocrina y metabólica. La bibliografía al respecto informa de reajustes circadianos que afectan a la oxidación de los diferentes nutrientes, con modificación del cociente respiratorio, a lo largo del mes, que conducen a un aumento de la oxidación de grasas y disminución de la de hidratos de carbono, como estrategia de compensación metabólica para mantener la composición corporal (Ati J, et al 1995). Otros estudios conducen a la conclusión de que, para conservar la energía almacenada, se produce una disminución del metabolismo (Sweileh N; Gary R; Becky MA.- 1992). Por otra parte, se ha querido generalizar un modelo en el que la mayoría de los parámetros metabólicos mostrarían incrementos, en los primeros días de ayuno, en respuesta a los importantes cambios alimentarios, y como consecuencia de la hemoconcentración debida a la deshidratación. Posteriormente, en la fase adaptada, vendrían a estabilizarse, normalizándose poco después de finalizado el Ramadan (Jiménez Martín 2001). Evidencias previas de un modelo de esta naturaleza se encuentran en otro trabajo, en el que se informa de incrementos de colesterol, ácido úrico y urea, durante los primeros días de Ramadan (Nomani MZA.- 1997).

Nuestras observaciones, referidas al perfil bioquímico, se ajustan en parte al modelo propuesto, a excepción de los triglicéridos en plasma, que manifiestan una tendencia a la disminución, durante el mes de ayuno.

4.3.1 GLUCEMIA:

Se sabe que, en sujetos entrenados, se produce un aumento en los depósitos de glucógeno, musculares y hepáticos, así como un aumento en la tasa de oxidación de grasas con limitación de la utilización del glucógeno, para cualquier intensidad de ejercicio (López Chicharro, J; Fernández, A, 1995) lo que tiene un efecto ahorrador en el catabolismo del glucógeno y, por lo tanto, una mejor disposición para controlar la glucemia. En el Ramadán, como se indica arriba, también se ha descrito un cambio en el cociente respiratorio que implicaría un incremento de oxidación de combustible graso, frente al hidrocarbonado (El Ati J et al 1995). En este sentido, también se ha comunicado que, en ejercicios submáximos durante este mes, tiene lugar una mayor utilización de lípidos como fuente de energía, lo que conduce a una disminución del porcentaje de grasas al final del ayuno y un efecto ahorrador de los depósitos de glucógeno. (Bouhlef E, et al 2006).

En las medidas obtenidas por nosotros se observa que la glucemia, en comparación con los valores basales, arroja cifras más altas por la mañana, y disminuye por la tarde, como resultado obvio de haber hecho una última comida importante a altas horas de la madrugada a la cual sigue el periodo de ayuno, en el que los niveles no se reponen (Tabla 34).

Variaciones en la primera semana de ayuno:

Transcurrida la primera semana del Ramadán, la glucemia muestra las variaciones más intensas, situándose en un promedio de 102,6 mg/dL durante la mañana y 70,4 mg/dL por la tarde, valores que comparados con los niveles previos al inicio del ayuno, resultan significativos ($p < 0,001$ y $p < 0,01$ respectivamente). En este caso, el incremento matutino no parece que pueda achacarse a los efectos de una

hemoconcentración, puesto que en este momento el volumen plasmático se halla incrementado, como consecuencia de la ingesta nocturna de agua y de la actuación de los mecanismos conservadores de la volemia, por lo que más bien deba considerarse como efecto de una última comida de madrugada, en la que la tasa de hidratos de carbono suele ser alta. Por el contrario, en la medida de la tarde, sí tiene relevancia la pérdida de volumen plasmático por deshidratación, como pone de manifiesto el aumento de proteínas plasmáticas y la tasa de variación con respecto a la mañana; sin embargo la glucemia aparece significativamente disminuida, lo que da una dimensión real de la depleción de glucosa producida, que se corresponde con niveles aumentados de cortisol, como más adelante se describirá, como recurso para mantener la glucemia. Estas observaciones concuerdan con lo encontrado por otros, habiéndose comunicado descensos de glucemia en estudios realizados en horario de tarde, comparación con los valores basales, durante los 10 primeros días del Ramadán (Azizi, 1987), y disminuciones, entre la segunda y la cuarta semana del mes de ayuno (Larijani B et al 2003).

Variaciones durante la cuarta semana del Ramadán:

En la medida obtenida en la cuarta semana, la glucemia permanece dentro del rango de valores normales, tanto por la mañana como por la tarde, y las variaciones que se producen a lo largo del día son menos intensas que las encontradas durante la primera semana del Ramadán (Gráfica 25), oscilando entre 91,4 mg/dL por la mañana y 79,4 mg/dL en la tarde, lo que sugiere una capacidad de regulación más eficiente y adaptada, de manera que no difieren de los basales, pero sí con los respectivos valores de la primera semana, es decir, menor con respecto a la medida matutina ($p < 0,02$) y mayor que el de la tarde ($p < 0,01$), coincidiendo, además, con los valores más elevados de

cortisol. Estos resultados están en la línea de autores que sostienen un incremento o estabilización de la glucemia, entre los días 20 y 29 del Ramadán, en comparación con los primeros 10 días (Azizi, 1987), dentro de un esquema de ajuste homeostático progresivo que se iría estableciendo hacia el final del mes de ayuno (Jiménez Martín, 2001).

Variaciones tras el Ramadán:

Los valores obtenidos en la medida posterior al Ramadán son prácticamente iguales a los basales, sin que puedan constatarse diferencias significativas. Este ajuste circadiano coincide con una vuelta a la normalidad en los niveles plasmáticos de insulina, y un descenso en los de cortisol, que, no obstante, permanece más elevado que antes del Ramadan.

Podemos deducir de todo esto que la vuelta a horarios habituales diurnos y a las pautas alimentarias habituales permiten que los valores sanguíneos de glucosa vuelvan a cifras normales, en un plazo corto de tiempo, que es, sin embargo, insuficiente para lograr que algunas hormonas como el cortisol regresen a sus valores basales, probablemente porque la vuelta a la normalidad, tras el ayuno, implica una nueva situación de estrés que ha de ser oportunamente superada.

4.3.2. VARIACIONES EN LOS TRIGLICERIDOS:

La idea mayoritaria que ofrecen los diferentes estudios realizados durante el mes del Ramadán, en relación con este parámetro, suele referirse a un descenso en los niveles plasmáticos como consecuencia de las condiciones impuestas por el ayuno (Adlouni, A et al 1997, Mahoob, S, et al 1999; Qujed, D; Bijani, K, Kalavi, K, Mohiti, J, Aliakbarpour, H 2002; Afrasiabi, A, et al 2003; Aksungar FB, Topkaya AE, Akyildiz M,

2007). Sin embargo, esta afirmación no es compartida por otros autores, quienes no han podido encontrar diferencias consistentes, en este periodo, en comparación con los valores medidos con anterioridad (Sarraf-Zadegan N et al 2000; Aksungar FB, Eren A, Ure S, Teskin O, Ates G.-2005).

Variaciones en la primera semana de ayuno. Una vez transcurrida la primera semana, el promedio de triglicéridos obtenido en la medida matinal no muestra diferencia estadística en relación con los valores basales, aunque manifiesta un ligero descenso, como consecuencia de la disminución producida en seis de los diez participantes (Tabla 37). Es probable que se esté evidenciando el hecho de que, desde la última comida con aporte importante de grasa, en la madrugada anterior, han podido transcurrir alrededor de 8 horas y, en consecuencia, se estén consumiendo recursos grasos circulantes.

Por el contrario, los resultados obtenidos por la tarde no dejan lugar a dudas en cuanto a la caída del parámetro, que se produce en la totalidad de los sujetos en estudio. El promedio ahora es 45,8 mg/dL, significativamente diferente, tanto del valor basal como del medido por la mañana ($p < 0,05$ en ambos casos). Hasta este momento han transcurrido cerca de 20 horas desde que los sujetos tomaron la segunda comida principal y es lógico suponer que, en estas condiciones, los recursos energéticos más destacados sean los ácidos grasos tisulares, lo que es coherente con que los niveles de cortisol se encuentran elevados y los de insulina muestren sus cifras más bajas, circunstancias ambas que promueven la utilización de los sustratos lipídicos y preservan la de los recursos hidrocarbonatos. También se encuentran elevadas las lipoproteínas plasmáticas (Tablas 38; 39), en especial LDL, con relación a los valores anteriores al Ramadan, lo que abogaría por un aumento en la circulación de triglicéridos y colesterol, particularmente hacia los tejidos. Sin embargo, este dato ha de considerarse con

precaución por el posible efecto de hemoconcentración debido a la deshidratación, que podría estar afectando la medida de estos parámetros sanguíneos.

Variaciones en la cuarta semana de ayuno. Aun cuando los niveles promedios son algo menores que los basales, en la cuarta semana destacan dos hechos: uno, que tales diferencias no son significativas y, otro: que no experimentan grandes variaciones entre la mañana y la tarde. En efecto, aunque el valor medio por la tarde es menor, el comportamiento individual de este parámetro no permite establecer significación estadística y, por el contrario, apuntaría a una optimización en la disponibilidad de los recursos energéticos en general y grasos en particular, consecuencia de una mejor adecuación a las condiciones impuestas por el ayuno, al haberse alcanzado una fase más adaptada, lo que estaría de acuerdo con lo publicado en relación con una evolución circadiana que aumentaría el consumo de recursos grasos, preservando los depósitos hidrocarbonados, con el consiguiente aumento del cociente respiratorio, que tendría lugar a lo largo del mes, como una estrategia de ajuste endocrino-metabólico para el mantenimiento del peso y la composición corporal (El Ati J et al 1995; Jiménez Martín.- 2001).

Variaciones después del Ramadán: El promedio hallado en la medida posterior al Ramadán, en comparación con los niveles basales, no muestra diferencia significativa y es mayor ($p < 0,05$) que el obtenido en la cuarta semana, es decir, la vuelta a la normalidad comporta un incremento en los niveles de triglicéridos, que alcanzan un valor similar al periodo previo al Ramadan. Este dato coincide con una vuelta a la normalidad del nivel plasmático de insulina, pero con el mantenimiento de cifras aun elevadas de cortisol, aunque inferiores a las encontradas a lo largo del mes de ayuno.

Considerando todo esto, nuestros resultados apuntan a un reajuste metabólico y en los ritmos endocrinos que en un periodo corto normaliza glucosa y triglicéridos, manteniendo, sin embargo, un cierto nivel de activación en hormonas como el cortisol que podría estar reflejando el estrés del cambio que supone la vuelta a los hábitos cotidianos.

4.3.3 VARIACIONES EN EL COLESTEROL:

El comportamiento del colesterol plasmático es una más de las cuestiones que permanecen en controversia, en relación con el Ramadan. Una parte importante de autores defienden un descenso de los niveles de colesterol total en sangre, y por ello han querido ver un efecto protector del ayuno y preventivo de enfermedad cardiovascular (Adlouni, A, et al 1997; Mahoob, S, et al 1999; Qujed, D, Bijani, K, Kalavi, K, Mohiti, J, Aliakbarpour, H 2002; Lamine F et al 2006; Aksungar FB, Topkaya AE, Akyildiz M, 2007). Otros, en cambio, han comunicado resultados contrarios, al haber encontrado aumentos (Fedail et al, 1982; Shoukry, MI, 1986 ; El Arnaoty, YM, Johnson, WA, 1991). Finalmente, otras investigaciones no han podido constatar cambios en los niveles de colesterol total, en comparación con los valores basales (Hallak,MH; Nomani, MZ, 1988; Sarraf-Zadegan N, et al .2000; Afrasiabi, A, et al 2003; Aksungar FB, Eren A, Ure S, Teskin O, Ates G.2005).

Nosotros esperábamos un aumento puntual de los niveles de colesterol en sangre, durante la primera semana y un regreso a valores normales hacia la cuarta, en la línea de encontrado en una investigación que se realizó en la ciudad de Ceuta, con jóvenes escolares musulmanes (Jiménez Martín, M.- 2001).

Contrariamente a lo esperado, nuestros datos no manifiestan cambios significativos, a lo largo del ayuno, ni en la medida posterior al Ramadan, en la línea de lo comunicado

en una parte de la bibliografía (Hallak,MH; Nomani, MZ.- 1988; Sarrafi-Zadegan N, et al 2000; Afrasiabi, A, et al 2003; Aksungar FB, Eren A, Ure S, Teskin O, Ates G. 2005). No obstante, en la primera semana, se constata un repunte significativo por la tarde que podría ser, en parte, efecto de la pérdida de volumen plasmático por la deshidratación, porque la cifra alcanzada no difiere, de forma consistente, de la previa al Ramadan. Durante la cuarta semana del ayuno, el colesterol total tampoco se diferencia del encontrado en la fase previa al ayuno y, aunque se eleva algo por la tarde, en esta ocasión no alcanza relevancia estadística (Tabla 35).

Por último, la medida hecha tras el ayuno no aporta ningún cambio, de forma que los valores siguen en la línea de los encontrados anteriormente.

En definitiva, nuestros datos no parecen sustentar la hipótesis de disminución de colesterol relacionada con los cambios de ritmo y dieta que tienen lugar durante el Ramadan, ni tampoco el supuesto efecto cardioprotector atribuido en parte de la literatura (Adlouny A; Ghalim N; Benslimane A; Lecerf JM; Saile R.- 1997, Maislos M; Abou Rabiah Y; Zuili I; Iordash S; Saín S.- 1998, Adlouny A; Ghalim N; Saile R; Hda N; Parra HJ.- 1998). Sin embargo, teniendo en cuenta los porcentajes de reducción del volumen plasmático, que se experimenta a lo largo de la jornada, las cifras de colesterol medidas por la tarde deberían haber sido más elevadas que las encontradas; lo que permite considerar, al menos, que la dieta bajo las condiciones dictadas por las normas del ayuno y la tradición no parece contribuir al incremento de colesterol ni al de lipoproteína LDL y, por tanto, tampoco a favorecer el riesgo cardiovascular.

4.3.4 VARIACIONES EN LA UREA:

Los estudios sobre la concentración plasmática de urea durante el mes del Ramadán son relativamente escasos y la mayoría de ellos describen un aumento de los

niveles de urea durante los primeros diez días (Nomani et al 1997, Jiménez Martín, 2001) que atribuyen principalmente a la deshidratación (Schmahl, FW; Metzler, B; 1991). La importancia de analizar la urea en plasma reside en que, por ser el metabolito de excreción del nitrógeno procedente del catabolismo de aminoácidos, y de bases pirimidínicas principalmente, permite evaluar la intensidad del metabolismo protéico y la actividad hepática en el catabolismo de aminoácidos y otras moléculas nitrogenadas.

Nosotros esperábamos un aumento de los niveles de urea plásmica como consecuencia de la deshidratación y de un aumento en la ingesta de proteínas.

En la primera medida del Ramadan, por la mañana los valores de urea se encuentran significativamente más elevados que los medidos antes del Ramadan ($p < 0,05$), y por la tarde se produce un descenso significativo de los mismos ($p < 0,01$) (Tabla 36; Gráfica 27). (Probablemente, estos resultados estén evidenciando el desplazamiento de las comidas principales a horas nocturnas y el incremento en el consumo de proteínas. Por la tarde, el descenso estaría reflejando una fase en la que la actividad catabólica se hallaría disminuida.

Durante la cuarta semana del ayuno la dinámica de la urea se mantiene prácticamente igual que en la primera, si bien en los valores tomados por la mañana tan solo muestran indicios de significación ($p = 0,08$) comparados con los basales. En la medida de la tarde se produce nuevamente un descenso que resulta significativo ($P < 0,01$).

Durante la semana posterior al Ramadán y una vez que los ritmos de ingesta alimenticia se han normalizado los valores de urea, prácticamente se mantienen en la misma concentración que en la semana previa al Ramadán.

En resumen, los cambios observados parecen ser la respuesta al ajuste a los nuevos ritmos de ingesta y al efecto promotor del catabolismo proteico del cortisol, que se encuentra elevado durante todo el mes.

4.3.5 VARIACIONES EN LA INSULINA:

La insulina es una hormona esencial en el metabolismo de la glucosa por ser la única que tiene carácter hipoglucemiante, razón por la cual desempeña un papel singular en su regulación, tras la ingesta de alimento hidrocarbonado, promoviendo el ingreso de la glucosa en los tejidos al aumentar la permeabilidad de la membrana, y una vez en el interior favoreciendo procesos anabólicos de almacenaje, principalmente en forma de glucógeno, pero también de ácidos grasos con los excedentes.

En situaciones de ingesta intermitente con periodos relativamente prolongados de ayuno, como sucede en el Ramadan, resulta especialmente relevante su papel porque garantiza una máxima asimilación de los recursos glucídicos, cuestión clave para soportar las fases de carencia.

Se sabe que esta hormona muestra un patrón circadiano con secreciones en pulsos que se reparten a lo largo de 24 horas. Se ha comprobado que, cuando se sigue una pauta de tres comidas principales al día, la insulina se ajusta a un ritmo que produce un pico máximo hacia la mitad de la jornada y otros 3 ó 4 más, de menor intensidad, inducidos por la ingesta de comida. Coincidiendo con la fase de reposo, durante la noche, la hormona permanece en sus niveles más bajos.

El drástico cambio en la pauta de ingesta impuesto por el Ramadan tiene obvias consecuencias en la secreción de esta hormona, como ha sido puesto de manifiesto en la bibliografía. Se ha comunicado que el reajuste tiene lugar en un periodo de tiempo relativamente rápido, en torno a 10 días, mostrando ahora un pico máximo al comienzo

de la noche, después de la primera comida, que se mantiene elevado hasta la madrugada, probablemente porque, como se ha sugerido, las siguientes ingestas se suceden muy próximas entre sí (Iraki et al 1997). A partir de este momento, los niveles van decreciendo hasta alcanzar su mínimo por la tarde, hacia el final de la jornada de ayuno.

Nuestras observaciones concuerdan básicamente con este modelo, mostrando valores elevados por la mañana, que descienden de forma drástica en la medida de la tarde (Tabla 33).

En la primera semana, el promedio que se obtiene por la mañana es ligeramente mayor que el basal, aunque la diferencia no es significativa. Si se analizan los datos de forma pormenorizada, resulta sugerente que en dos de los sujetos se produjera un descenso, en comparación con sus valores antes del Ramadan y sin embargo, otros dos experimentaron un considerable incremento en sus niveles, siendo la tónica mayoritaria el aumento moderado. Aunque no se puede descartar una idiosincrasia particular de estos participantes, en su respuesta a la glucosa, en forma de resistencia o especial reactividad a la misma, nosotros creemos que estas variaciones individuales más bien podrían estar relacionadas con el horario y la naturaleza de las ingestas de cada uno, de tal forma que aquellos que manifestaron valores más altos bien pudieron ser los que ingirieron alimentos en horas más avanzadas de la madrugada, con alto contenido hidrocarbonado.

La medida de la tarde es significativamente inferior a la basal y también lo es a la recogida a primeras horas ($p < 0,01$), lo que resulta de todo punto lógico, al no haberse producido ingesta alguna, en todo ese periodo. Coincidiría también con los resultados comunicados en la bibliografía, que aluden a valores mínimos a últimas horas de la tarde.

En la cuarta semana, el patrón se repite, mostrando una cifra matutina similar al promedio encontrado antes del Ramadan y también al de la primera semana, sin embargo, es digno de mencionar el hecho de que ahora son la mitad de los participantes los que presentan valores individuales inferiores a los basales. Esto probablemente esté reflejando un estado adaptado, que se alcanzaría hacia la última semana del ayuno, que les habría permitido ajustar las comidas principales a horas más tempranas de la noche.

Por la tarde, vuelven a registrarse cifras significativamente más bajas ($p < 0,01$), similares a las halladas en la primera semana (Gráfica 24).

Finalmente, tras diez días de finalizado el ayuno, el promedio de insulina plasmática es similar al de la fase anterior al Ramadan, pero con variaciones individuales que afectan a 6 de los 10 sujetos, en los que se produjeron elevaciones, lo que plantearía la posibilidad de que, tras el ayuno los niveles de insulina no se habrían normalizado del todo, como han descrito algunos autores (Iraki et al, 1997).

En definitiva, la insulina ha experimentado cambios, como consecuencia del ayuno, ajustándose al nuevo patrón de ingesta adoptado, con valores más altos por la mañana y descendidos en la medida de la tarde. Si bien, en promedio, la medida de la mañana no difiere significativamente de la correspondiente a la fase basal, si encontramos una cierta variación individual que podría estar evidenciando, además de características individuales en relación con la regulación de la glucemia, pautas diferentes en cuanto a la hora en que son consumidas las comidas, durante la noche.

4.3.6 VARIACIONES EN EL CORTISOL:

La modificación brusca de la pauta de ingesta, la alteración del patrón vigilia/sueño, la restricción hídrica y la prolongación de la fase de ayuno con reducción del número de comidas diarias y concentración de las mismas en un corto periodo de tiempo, son

rasgos que definen al Ramadan y, asimismo, estímulos todos ellos capaces de mantener activado el eje hipofisio-adrenal y, con ello, modificar los ritmos de secreción de hormonas como el cortisol.

Los estudios realizados sobre los niveles de cortisol en plasma durante el mes del Ramadán han informado de aumentos, como consecuencia de una fragmentación del perfil de secreción en 24 horas, que pasa de ostentar una acrofase y un nadir, a manifestar varios, dependientes no sólo del estado de ayuno sino también del patrón de horas de sueño adoptado (Al-Hadramy, et al 1988; El- Migdadi, F et al 2002). Se han comunicado alteraciones de la fase REM de sueño relacionadas con picos nocturnos de esta hormona (Rocky R., Chepopot F, Hakkou F, Benchekroun MT, Buguet A 2001) y, también, se ha sugerido una variación en su ritmo circadiano que de las 8 am, en condiciones normales, pasa a tenerlo a las 8 pm (Salem, L, B'chir, S, Bchi, F, Bouguerra, R, Ben Slama, C 2002; Roky, R, et al 2004). En relación con la actividad del eje hipofisio-adrenal se han encontrado aumentos en la ACTH en los primeros 10 días del ayuno (Jiménez Martin, 2001; Bogdan A, et al 2001), que disminuyen hacia la cuarta semana y vuelven a repuntar al menos una semana después de finalizar éste, lo que ha sido interpretado como una secuencia de respuestas a fases de estímulos agudos y adaptación (Jiménez Martin, 2001).

En nuestro caso, observamos niveles elevados de la hormona, con respecto a los medidos antes del ayuno ($p < 0,01$), que se mantienen a lo largo de todo el mes, sin diferencias significativas entre las medidas de la mañana y la tarde, ni tampoco entre la primera y cuarta semana (Tabla 32). Estos resultados sugieren una variación en los ritmos de secreción que produciría acrofases en torno a las 9:00 y a las 20:00 horas, sin que puedan ser descartados otros picos nocturnos y, por tanto, están en consonancia con los que han propuesto la aparición de varias fases a lo largo del día.

Se han destacado el estrés del ayuno y la modificación de las fases de sueño como causas más importantes que justifican las variaciones en los niveles de cortisol plasmático encontradas. Concretamente, la aparición de alteraciones en la fase REM relacionados con picos de secreción nocturno y disminuciones individuales de los niveles plasmáticos en sujetos que dormían en horas diurnas, frente al resto del grupo que mantenía una pauta de sueño principalmente nocturno (Al-Hadramy, MS, et al 1988; Rocky R., Chepopot F, Hakkou F, Benchekroun MT, Buguet A.- 2001). En relación a esto, nuestros participantes mantuvieron un plan de actividades ajustado al horario laboral, respetando la noche para dormir, aunque algo mermada en horas por tener que comer en este periodo, por lo que podemos asumir que las variaciones en los niveles de cortisol que muestran han respondido principalmente a los ajustes metabólicos derivados del estrés del ayuno y el desarrollo de las actividades de la vida diaria, incluido el entrenamiento deportivo.

Teniendo en cuenta los resultados sobre ACTH encontrados en un estudio similar, realizado en jóvenes escolares que ayunaban (Jiménez Martín 2001), los incrementos de esta hormona, producidos en la primera semana de Ramadan y una semana después de finalizar éste, estarían indicando fases de estrés agudo que habrían estimulado el eje hipofisio-adrenal, en tanto que la cuarta semana, correspondería a un estadio adaptado, en el que el los niveles elevados de cortisol responderían fundamentalmente a requerimientos metabólicos, en especial el mantenimiento de la glucemia y que, además, habrían ejercido un efecto inhibitor en la liberación de ACTH que justificaría su descenso.

Durante la semana posterior al ayuno el cortisol plasmático medido tiende a la normalidad (9,56 µg/dL) aunque todavía se encuentran significativamente más elevados que los valores basales ($p < 0,01$), lo que refuerza la idea de que la vuelta a la normalidad

después del mes del Ramadán se manifiesta como una situación de estrés fisiológico para el organismo y estaría en consonancia con el repunte comunicado, en los niveles de ACTH (Jiménez Martín 2001) (Gráfica 23).

4.4 ANÁLISIS DIETÉTICO

Los datos más destacados en relación con la nutrición, han señalado que el Ramadán no supone esencialmente una malnutrición o una inadecuada toma de calorías (Hussaini N.M. 1982), o que no se producen diferencias significativas en la ingesta de hidratos de carbonos, grasas o proteínas en comparación con la dieta previa (Al-hourani HM, Atoum MF. 2007) o, en general, entre la ingesta previa y durante el Ramadán (Meckel Y, et al 2007). Sin embargo esta cuestión no está exenta de controversia, poniéndose de manifiesto una variabilidad que depende de la región y condiciones en las que éste se realiza. En este sentido, algunos autores reseñan un aumento de la calorías ingeridas como consecuencia de una dieta más elevada en proteínas y grasas (Frost, G; Pirani, S., 1987; Gharbi M, et al 2003), o de hidratos de carbono y proteínas (Frost, G; Pirani, S., 1987; Adlouni, A, et al 1997). Otros trabajos advierten sobre desequilibrios en la ración alimentaria concluyendo que la dieta era hiperlipídica, hipoglúcida e hipoproteica Ben salama, F; Hsairi, M; Belaid, J; Achour, N; Achour, A; Nacef, T. (1993). Contrariamente también se ha descrito una reducción en el total de calorías ingeridas (Ben salama, F et al, 1993; Afrasiabi A, et al 2003). Finalmente, en estudios que se han realizado fuera de un contexto islámico (Oliveras López M.J., et al 2006), han detectado que la ingesta de macronutrientes se desvía de lo recomendado para la población española.

Considerando el contexto geográfico y social donde se ha llevado a cabo esta investigación, es decir, en una ciudad con hábitos de vida occidentales pero con una elevada influencia del entorno magrebí, esperábamos un aumento en la ingesta de calorías durante el mes del Ramadán, porque a pesar de la dificultad para adecuar los horarios, suponíamos que el mantenimiento de dietas tradicionales y el ambiente festivo por la proximidad del país norteafricano, habrían de influir cuantitativamente en las calorías. En la línea de este planteamiento, nuestros datos confirman un aumento significativo en la ingesta diaria de caloría ($p < 0,01$) (Tabla 40), lo que está en consonancia con una parte de los resultados publicados (Frost, G; Pirani, S., 1987; Gharbi M, et al 2003) con evidentes modificaciones cualitativas, referidas al aumento en el consumo de proteínas ($p < 0,05$) (Tabla 42) e hidratos de carbono ($p < 0,001$) (Tabla 41) compensados con descenso en el consumo de grasas ($p < 0,01$) (Tabla 43), lo que coincide con los hallazgos comunicados en la bibliografía (Frost, G; Pirani, S., 1987; Adlouni, A, et al 1997).

Separados por sexos, las mujeres presentan en la dieta previa al ayuno un consumo de calorías inferior al de los hombres ($p < 0,01$) que se incrementa durante el Ramadán hasta valores prácticamente similares al de ellos. Este incremento habría corrido a cargo de una mayor ingesta de proteínas que crece un 26% ($p < 0,01$) y de hidratos de carbono que lo hace en un 41,5% ($p < 0,001$), mientras que la proporción de grasas no se habría modificado; estos cambios coinciden con los comunicados en diferentes trabajos (Frost, G; Pirani, S., 1987; Adlouni, A, et al 1997). Por su parte, los hombres muestran una tendencia al mantenimiento en las calorías diarias, sustentado principalmente por una disminución en la ingesta de grasas, que se reducen en casi un 25% ($p < 0,05$), compensado con la elevación en el consumo de hidratos de carbono que alcanza un 30% ($p < 0,05$).

En la dieta previa al Ramadán, ambos sexos difieren en el consumo de proteínas a las que corresponde el 17,2% de las calorías totales en los chicos y el 15,9% en las chicas, lo que tiene consistencia estadística ($p < 0,01$). Durante el ayuno, ellas aumentan el consumo ($p < 0,01$) y éstos lo mantienen, con lo que se produce una convergencia en torno al 16% de la ingesta calórica, lo cual evidencia un mayor ajuste del consumo proteico al recomendado para el sexo y edad de los participantes, que debe permanecer alrededor del 15-16%. En esto puede haber influido la mayor ingesta de carnes, en especial de pollo, y de huevos, propia de la cultura marroquí, en este periodo. Asimismo, durante el Ramadán aumenta de forma notoria el consumo de legumbres, destacando la utilización de garbanzos y lentejas como parte de la tradicional harira, que adquiere la importancia de plato diario obligado, en la comida principal, durante el mes de ayuno. Nuevamente, estos resultados se alinean con lo comunicado por quienes encuentran un aumento en el consumo de proteínas (Frost, G; Pirani, S., 1987; Adlouni, A, et al 1997); y difieren de los que han sugerido que la dieta se hace hipoprotéica (Ben salama, F. et al 1993). Con respecto a los hidratos de carbono, frente a la opinión de algunos autores que sustentan una modificación hipoglucídica en la dieta del ayuno (Ben salama, F. et al 1993), y puesto que en nuestro entorno la influencia de la cultura y tradiciones marroquíes es muy marcada, esperábamos encontrar un aumento del consumo de azúcares, como así ha sucedido. En el conjunto de la muestra, las calorías debidas a hidratos de carbono aumentan de forma muy significativa ($p < 0,001$) mostrando, tanto hombres como mujeres, valores inferiores a los recomendados en la composición glucídica de la dieta habitual, sin embargo, durante el ayuno se incorporan alimentos tradicionales de alto contenido en carbohidratos (dátiles, zumo de frutas, la ya mencionada harira, dulces típicos marroquíes, en especial los que tienen su base en los frutos secos y un elevado contenido de miel); que en conjunto son responsables, en gran

medida, del aumento producido. Es de destacar la importante repercusión que supone una ingesta aumentada de carbohidratos, en las condiciones de ayuno, por la influencia que esto tiene sobre la rehidratación y conservación de sodio (Boulter, PR et al 1973).

Algunos trabajos indican una dieta hiperlipídica durante el ayuno del Ramadán (Frost, G; Pirani, S., 1987; Ben salama, F; et al 1993 ; Oliveras López M.J et al 2006) señalándose que el mantenimiento de un porcentaje no superior al 36% de la dieta, es beneficioso para prevenir la elevación de los niveles de colesterol en sangre, de ácido úrico y para conservar el nivel y una mejor retención de las proteínas en el cuerpo (Boulter, P R, et al 1973; Swileh, N et al 1992; Ati, J. et al1995), Nuestros datos conjuntos ponen de manifiesto que la ingesta de grasas antes del Ramadán se encuentra por encima del 30% recomendado, alcanzando casi un 40% del total calórico diario, lo que estarían sugiriendo una desviación a tener en cuenta, en la alimentación habitual de estos jóvenes. En lo referente a su naturaleza, con respecto al total de grasas en la dieta, no se ajusta a la relación 1/3 saturadas y 2/3 insaturadas recomendable, situándose mas bien en un 40% - 60%. Por su parte, el aporte de colesterol resulta elevado con respecto al ideal. La dieta durante el ayuno de Ramadán modifica en parte esta situación, disminuyendo la ingesta global grasa ($p<0,01$), con un porcentaje del 30%, que repercute tanto en grasas saturadas como insaturadas, con un descenso en ambas ($p<0,05$), lo que estaría en la línea de algunos autores (Adlouni, A. et al 1997). En las chicas la disminución en el consumo de grasas no alcanza a ser significativo, en tanto que en los chicos, al tener un valor previo al Ramadán mucho más elevado que aquellas ($p<0,01$), la reducción si tiene consistencia estadística ($p<0,05$). El descenso de la grasa puede encontrar una explicación en la reducción de la ingesta de productos fritos y de los batidos de leche, que son sustituidos en la mayoría de los casos por batidos de frutas, probablemente por las necesidades de hidratación, en detrimento de la ingesta de leche

entera. Así mismo se pasa a una dieta en la que los guisos, la ingesta de verduras y comidas elaboradas en casa, adquieren una mayor importancia en detrimento del consumo de patatas fritas, hamburguesas, mantequillas, mahonesas y productos de bollería industrial. Sin embargo esto no encuentra reflejo en un mejor ajuste de las proporciones grasas saturadas – insaturadas durante el Ramadán.

En resumen, nuestros datos ponen de manifiesto una variación en la composición de la dieta, que tiene que ajustarse a 2 comidas principales al día; adaptándose para aportar las calorías necesarias con incrementos preferentemente en hidratos de carbono y proteínas. El principal hallazgo de este estudio es que, frente a la dificultad que supone mantener una dieta equilibrada con tan pocas comidas al día y, además, en periodo nocturno compitiendo con las horas de descanso, sin que tengan lugar reajustes en las obligaciones diarias habituales en los países islámicos, nuestros datos evidencian la importancia de mantener las comidas tradicionales, en el seno doméstico, durante el Ramadán, para conseguir una dieta más ajustada a las necesidades nutricionales en esas condiciones, que es incluso de mayor calidad que la que habitualmente siguen nuestros sujetos. Creemos que a ello puede haber contribuido el hecho de que, aunque nos encontramos en una ciudad con costumbres occidentales, las peculiaridades de la misma permiten a los ciudadanos musulmanes efectuar la mayoría de sus comidas en sus propios domicilios, donde se deja sentir una importante influencia de hábitos magrebíes, por el contacto fronterizo con Marruecos, lo que les permite una mayor elaboración y, sobre todo, mantener tradiciones seculares en relación con la alimentación.

5. CONCLUSIONES

PRIMER ANÁLISIS: ANTROPOMETRÍA

1.- En relación con el peso, nuestros datos evidencian una respuesta al ayuno del Ramadán influenciada por los hábitos particulares de ingesta y estilo de vida. La disminución experimentada al final de la jornada durante el mes de ayuno es compatible con los cambios en el componente hídrico, fruto de la deshidratación.

2.- Durante el ayuno de Ramadán se produce una disminución significativa del porcentaje de grasa corporal con respecto a los valores basales, que apoya la utilización de las grasas como consecuencia de las restricciones del ayuno. Las variaciones observadas mañana-tarde, sugieren la influencia del nivel de hidratación en la valoración antropométrica del compartimento graso, mediante la técnica de los pliegues cutáneos.

SEGUNDO ANÁLISIS: PARÁMETROS HEMODINÁMICOS

3.- Nuestros resultados muestran variaciones de las Presiones Arteriales, Media, Sistólica y Diastólica, con valores más elevados por la mañana y estadísticamente significativos en la primera semana de ayuno. A este comportamiento han contribuido el estado de hidratación y el tono simpático como evidencian las modificaciones en el volumen plasmático y en la Resistencia Periférica Total, respectivamente.

4.- En las condiciones del ayuno, la Frecuencia Cardíaca alcanza los valores mas altos por la tarde, siendo un factor decisivo para compensar los cambios de presión arterial indicados

5.- La PA Media se mantiene aumentada con respecto a la basal una semana después de terminar el ayuno, junto a un incremento de la RPT (+16,4%), evidenciando un mayor tono simpático en consonancia con la situación de estrés por readaptación.

TERCER ANÁLISIS: HOMEOSTASIS HIDROELECTROLÍTICA

6.- El Sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona se encuentra activado desde la primera semana de ayuno, con incrementos significativos de los niveles de Renina, a lo largo de todo el mes. En la semana posterior al Ramadán, se mantienen valores superiores a los basales, indicando una vuelta paulatina a la normalidad.

7.- La respuesta del Sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona contribuye a la homeostasis del sodio, desde una fase temprana del ayuno, manteniéndolo dentro de los límites fisiológicos.

8.- Los niveles de Aldosterona por la tarde, son significativamente inferiores a los de la mañana, en especial en la cuarta semana, en consonancia con una disminución del tono simpático y una adaptación de los pulsos de secreción a las condiciones del ayuno. La respuesta de la hormona, tras el Ramadan, no difiere de los valores iniciales, lo que indica una rápida vuelta a las condiciones basales.

9.- Las variaciones del volumen plasmático son significativas, evidenciando aumentos en las medidas de la mañana y disminuciones, en las correspondientes a las de tarde.

10.- La osmolalidad experimenta un descenso significativo en la primera semana que, en las primeras horas de la jornada, puede ser consecuencia del aumento del volumen

plasmático mientras que por la tarde, dada la situación de deshidratación podría deberse, a la pérdida de iones por sudoración, especialmente sodio, como consecuencia del entrenamiento a que se sometieron los participantes. En la fase adaptada las variaciones no resultaron significativas y una semana después del Ramadan los valores de osmolalidad se muestran disminuidos como consecuencia del cambio sobre el control de solutos y líquidos corporales.

11.- Nuestros datos ponen de manifiesto una moderada disminución del Na^+ plasmático, como consecuencia del ayuno, que se mantendría una semana después de su finalización, aunque siempre dentro del rango fisiológico para este ión. Estos cambios coinciden con disminuciones en el sodio urinario y en la fracción de excreción, lo que en conjunto apunta a una conservación basada en el control de la excreción.

12.- Nuestros resultados muestran un aumento del potasio plasmático explicables por las condiciones del ayuno del Ramadán, en que diferentes factores estarían limitando la excreción de potasio a lo largo de la jornada. Entre estos destacarían: la disminución del flujo tubular como consecuencia de la deshidratación, la limitación de la reabsorción electrógena de Na^+ a cargo de la $\text{ATPasa Na}^+\text{K}^+$, el efecto del entrenamiento, la disminución de bicarbonato en el túbulo distal, como respuesta a alteraciones ácido-básicas inducidas por el ayuno, cuestión ésta que merecería ser investigada de forma específica.

Tras el periodo de ayuno, la concentración plasmática de potasio se mantiene ligeramente elevada indicando que la vuelta a los valores basales, previos al Ramadán, requiere un periodo de tiempo superior a una semana.

CUARTO ANÁLISIS: HOMEOSTASIS ENERGÉTICA.

13.- Los niveles de glucemia disminuyen por la tarde como consecuencia del ayuno. Nuestros datos muestran un incremento o estabilización de la glucemia, hacia el final del Ramadán, en comparación con los primeros 7 días, dentro de un esquema de ajuste homeostático progresivo que se iría estableciendo hacia el final del mes de ayuno.

14.- Los triglicéridos plasmáticos muestran una tendencia al descenso, que resulta significativa en la primera semana, en relación con una evolución circadiana, que aumenta el consumo de recursos grasos, como estrategia de ajuste endocrino-metabólico para el mantenimiento del peso y la composición corporal.

15.- No se observan incrementos significativos en los niveles de colesterol total y cHDL respecto a los valores basales, a pesar de los cambios observados en el volumen plasmático, a lo que parecen contribuir las normas dietéticas tradicionales del ayuno con un efecto protector sobre el riesgo cardiovascular.

16.- Los incrementos observados en los niveles de urea plasmática parecen responder a los nuevos ritmos de ingesta impuestos por el ayuno y al efecto promotor del catabolismo proteico del cortisol, que se encuentra elevado durante todo el mes.

17.- Los niveles de insulina se muestran elevados por la mañana y descendidos por la tarde con relación al nuevo patrón de ingesta impuesto por el ayuno.

18.- Los niveles plasmáticos de cortisol se incrementan con relación a los basales sin que se observen cambios a lo largo del mes de ayuno ni entre las medidas de la mañana y la

tarde, manteniéndose significativamente elevados la semana posterior a la finalización del ayuno. Estos resultados evidencian un cambio en los ritmos de secreción.

QUINTO ANÁLISIS: EVALUACIÓN DIETÉTICA.

19.- Nuestros datos confirman un aumento significativo en la ingesta diaria de calorías, durante el Ramadan. La ingesta glucídica aumenta por la tradicional incorporación de alimentos de alto contenido en carbohidratos. La ingesta de grasas disminuye durante el ayuno respecto a la ingesta previa que superaba las recomendaciones dietéticas, representando en torno al 30% de las calorías ingeridas. Mientras que las mujeres aumentan el consumo de proteínas, los hombres lo mantienen, con lo que se produce una convergencia en torno al 16% de la ingesta calórica.

20.- Nuestros datos evidencian la importancia de mantener, durante el Ramadán, las comidas tradicionales, en el seno doméstico, porque esto garantiza una alimentación más ajustada a las necesidades nutricionales, y es incluso de mayor calidad que la que habitualmente siguen los sujetos estudiados.

6. BIBLIOGRAFÍA

- 1) **ADLOUNI, A., GHALIM, N., BENSLIMANE, A., LECERF, JM., SAILE, R. (1997).**- Fasting during Ramadan induces a marked increase in high-density lipoprotein cholesterol and decrease in low-density lipoprotein cholesterol. *Ann Nutr Metab*, 41(4), 242-249.
- 2) **AFIFI, ZE. (1997).**- Dayly practices, study performance and health during the Ramadan fast. *J.R. Soc Health*. Aug 117(4), 231-235.
- 3) **AFRASIABI A, HASSANZADEH S, SATTARIVAND R, MAHBOOB S. (2003).**- Effects of Ramadan fasting on serum lipid profiles on 2 hyperlipidemic groups with or without diet pattern. *Saudi Med J*. Jan;24(1):23-6
- 4) **AMORIM JBO, BAILEY MA, MUSA-AZIZ R, GIEBISCH G, MALNIC G. (2003).**- Role of luminal anion and PH in distal tubule potassium secretion. *Am J Physiol Renal Physiol*, 284.
- 5) **AKSUNGAR FB, EREN A, URE S, TESKIN O, ATEG G. (2005).**- Effects of intermittent fasting on serum lipid levels, coagulation status and plasma homocysteine levels. *Ann Nutr Metab*. Mar-Apr;49(2):77-82. Epub 2005 Mar 29.

- 6) AKSUNGAR FB, TOPKAYA AE, AKYILDIZ M. (2007).**- Interleukin-6, C-reactive protein and biochemical parameters during prolonged intermittent fasting. *Ann Nutr Metab.*;51(1):88-95.

 - 7) ALGARRA, JL; GORROTXATEGUI, A (1996).**- Fundamentos del ciclismo, Madrid, Gymnos.

 - 8) AL GAZALI (1999).**- Condiciones externas e internas del ayuno. Webislam comunidad virtual. <http://www.webislam.com>.

 - 9) AL-HADER, AFA; ABU-FARSAKH, NA; KHATIB, SY; HASAN, ZA. (1994).**- The effect of Ramadan fasting on certain biochemical parameters in normal subjects and type II diabetic patients. *Annals of Saudi Medicine*, 14 (2): 139-141.

 - 10) AL-HADRAMY, MS; ZAWAWI, TH; ABDELWAHAB, SM. (1988).**- Altered cortisol levels in relation to Ramadan. *Eur J Clin Nutr*, Apr 42(4), 359-362.

 - 11) AL-HOURANI HM, ATOUM MF. (2007).**- Body composition, nutrient intake and physical activity patterns in young women during Ramadan. *Singapore Med J*. Oct;48(10):906-10.

 - 12) AL`ALA AL-MAUDUDI (2003).**- Los principios del islam. International Islamic Publishing House.
-

- 13) AL MUHANNA, FA (1998).**- Ramadan casting and renal failure. Saudi Medical Journal, 19 (3): 319-321 May- Jun.
- 14) ALVERO GAMBOA, R (2000).**- Revisiones y actualizaciones: Enfermedades endocrinológicas. Hipoglucemias. Medicine, vol 8 n°20 pag 1071-1077.
- 15) AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (1999).**- Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio físico. Barcelona, Ed Paidotribo.
- 16) AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (2000).**- Guidelines for exercise testing and prescription. Canadian Society Exercise Physiology. Ann Nutr Metab.;51(1):88-95.
- 17) ATI, J., BEJI, C., DANGUIR, J. (1995).**- Increased fat oxidation during Ramadan fasting in healthy woman: an adaptative mechanism for body-weight maintenance. A J Clin Nutr, Aug, 62:2, 302-7.
- 18) AUPHAN N, DIDONATO JA, ROSETTE C, HELMBERG A, KARIN M. (1995).**- Immunosuppression by glucocorticoids: inhibition of NF-kappa B activity through induction of I kappa B synthesis. Science. Oct 13;270(5234):286-90
- 19) AWADA, A., AL JUMAH, M. (1999).**- The first-of-Ramadan headache. Headache, Jul-Aug, 39, 490-3.

- 20) AXELROD J., REISINE T.D., (1984).**- Stress hormones: their interaction and regulation Science. May 4;224(4648):452-9.
- 21) AYBAK, M; TÜRKÖGLU, A; SERMET, A; DENLI, O. (1996).**- Effect of Ramadan fasting on platelet aggregation in healthy male subjects. Eur J Appl Physiol, 73:6, 552-6.
- 22) AYCHEH AROUB KHAZNADAR HOMSÍ (2001).**- Tesis doctoral “La dieta mediterranea en Siria” Universidad complutense de Madrid.
- 23) AZIZI, F. et all (1987).**- Evaluation of Certain Hormones and Blood Constituents during islamic fasting month. Journal of islamic medical association, Nov.
- 24) BA A, SAMB A, SECK D, KANE MO, SECK MB, SARR FB, CISS M, GUEYE L, CISSE F.(2005).**- Comparative study of the effect of fasting during Ramadan on the glycaemia at rest in sportsmen and sedentariesDakar Med.;50(1):22-5.
- 25) BELTAIFA L, BOUGUERRA R, BEN SLAMA C, JABRANE H, EL-KHADHI A, BEN RAYANA MC, DOGHRI, T. (2002).**- Food intake, and anthropometrical and biological parameters in adult Tunisians during casting at Ramadan. East Mediterr Health J, Jul-Sep, 8 (4-5): 603-11

- 26) BENLI AKSUNGAR F, EREN A, URE S, TESKIN O, ATES G (2005).**- Effects on intermittent fasting on Serum lipid levels, coagulation status and plasma homocysteine levels. *Ann Nutr Metab* Mar 29; 49 (2): 77-82
- 27) BEN SALEM L, B`CHIR S, BCHIR F, BOUGUERRA R, BEN SLAMA C (2002).**- Circadian rhythm of cortisol and its responsiveness to ACTH during Ramadan. *Ann Endocrinol.* Dec; 63 (6 Pt 1): 497-501.
- 28) BEN SALAMA, F; HSAIRI, M; BELAID, J; ACHOUR, N; ACHOUR, A; NACEF, T. (1993).**- Les dépenses et la consommation alimentaire chez les sportifs lycéens pendant et en dehors du mois de Ramadan effet du jeûne sur la performance. Département de Médecine Préventive et Sociale. Faculté de Médecine de Tunis
- 29) BENCHEKROUN, MT; ROKY, R; TOUFIQ, J; BENAJI, B; HAKKOU, F (1999).**-Epidemiological study: Chronotype and daytime sleepiness before and during Ramadan. *Thérapie* Sep-Oct, 54(5) 567-72
- 30) BERGSTROM J., HULTMAN E (1966).**- Muscle glycogen synthesis after exercise: an enhancing factor localized to the muscle cell in man. *Nature* 210: 309-310.
- 31) BERGSTROM J., HULTMAN E.(1967).**- A study of the glycogen metabolism exercise in man. *Scand J Clin Lab Invest* 19: 218-228.

- 32) BIGARD, AX; BOUSSIF, M; CHALABI, H; GUEZENNEC, CY. (1998).**- Alterations in muscular performance and orthostatic tolerance during Ramadan. *Aviat Space Environ Med*, Apr, 69:4, 341-6.
- 33) BILTO YY (1998).**- Effects of Ramadan fasting on body weight and the biochemical and haematological parameters of the blood. *Arab gulf journal of scientific research*, 16 (1): 1-13. Apr.
- 34) BJOERKMAN O, ERIKSSON LS.(1983).**- Splanchnic glucose metabolism during leg exercise in 60h-fasted human subjects. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 245 : 443–448.
- 35) BOGDAN, A., BOUCHAREB, B., TOUITOU, Y. (2001).**- Ramadan fasting alters endocrine and neuroendocrine circadian patterns. Meal-time as a synchronizer in humans?. *Life Sci*, Feb, 23, 1607-1615.
- 36) BONDY P.K.(1989).**- Trastornos de la corteza suprarrenal. En: *Endocrinología*. J.D. Wilson y D.W.Foster (eds.) Ed.Panamericana. 2 . 1171-1277.
- 37) BOUDOU P, FIET J, LAUREAUX C, PATRICOT MC, GOUZENNEC CY, FOOFIETTI MJ, VILLETTE JM, FRIEMEL F, HAGG JC (1987).**- Variations de quelques constituants plasmatiques et urinaires chez les marathoniens. *Ann Biol Clin*, 45: 37-45.

- 38) BOUHLEL E, SALHI Z, BOUHLEL H, MDELLA S, AMAMOU A, ZAOUALI M, MERCIER J, BIGARD X, TABKA Z, ZBIDI A, SHEPHARD RJ. (2006).**- Effect of Ramadan fasting on fuel oxidation during exercise in trained male rugby players. *Diabetes Metab. Dec*;32(6):617-24.
- 39) BOULTER PR, SPARK RF, ARKY RA. (1973).**- Effect of aldosterone blockade during fasting and refeeding. *Am J Clin Nutr. Apr*;26(4):397-402.
- 40) BOURET, S; DRAPER, S; SIMERLY, R (2004).**- Trophic Action of Leptin on Hypothalamic Neurons That Regulate Feeding. *Science 2 April 2004*:Vol. 304. no. 5667, pp. 108 – 110.
- 41) BRAY G. (1995).**- Obesity, fat intake, and chronic disease. En: Bloom F.E, Kipfer DJ. Editores. *Psychopharmacology: the fourth generation of progress*. Nueva York: Raven Press;;p.1591-608
- 42) BROBERGER C. (2005).**- Brain regulation of food intake and appetite: molecules and networks. *J Intern Med* ;258:301-27.
- 43) BRONDHEIM, D; BRONDHEIM, OY; BRONDHEIM SH (2001).**- The dietary composition of pre-fast meals and its effect on 24 hour food and water fasting. *IMAJ*; 3:657-662.
- 44) BRÜNING, J.C . ET AL.(2000).**- Role of Brain Insulin Receptor in Control of Body Weight and Reproduction. *Science* 289, 2122.

- 45) CABRÉ GELADA, E (2004).**- La fibra en la alimentación: Patología digestiva en adultos; Edikamed S.L, Barcelona
- 46) CASTENFORS J, MOSSEFELDT F, PISCATOR M (1967).**- Effect of prolonged heavy exercise on renal function and urinary protein excretion. Acta Pshysiol. Scand. 70:194-206.
- 47) CASTRO S, PEREZ JL (2007).**- “Patologia general” 6ªedición ed. Elsevier España
- 48) CHEAH S. H; CH'NG S. L; HUSAIN R; DUNCAN' M. T (1990).**- Effects of fasting during Ramadan on urinary excretion in Malaysian Muslims British Journal of Nutrition 63, 329-337
- 49) CHAOUACHI A, CHAMARI K, ROKY R, WONG P, MBAZAA A, BARTAGI Z, AMRI M. (2007).**- Lipid Profiles of Judo Athletes during Ramadan. Int J Sports Med. Sep 18
- 50) CHARLTON J. A.; BAYLIS P.H. (1988).**- Mechanisms responsible for mediating the antidiuretic action of vasopressin. J. Endocrinol 118;3.
- 51) CHROUSOS GP.; GOLD, PW. (1992)**- The concepts of stress and stress system disorders. JAMA. 267:1244.

- 52) CLAUSEN T, EVERST M.E (1989).**- Regulation of the Na,K-pump in skeletal muscle. *Kidney Int.* 1989 Jan;35(1):1-13.
- 53) COHEN, B; NOVICK, D; RUBINSTEIN, M. (1996).**- Modulation of insulin activities by leptin. *Science.* Nov 15;274(5290):1185-8
- 54) COHEN, H. Y ET AL. (2004).**- Survival by Inducing the SIRT1 Deacetylase Calorie Restriction Promotes Mammalian Cell. *Science* 305, 390.
- 55) CONE RD, COWLEY MA, BUTLER AA, ET AL (2001).**- The arcuate nucleus as a conduit for diverse signals relevant to energy homeostasis. *Int J Obes Relat Metab Disord*;25 Suppl 5:S63-7.
- 56) CONVERTINO VA (1993).**- Endurance exercise training: conditions of enhanced hemodynamic responses and tolerance to LBNP. *Med Sci Sports Exerc.*, 25: 6,. 705-12.
- 57) COSTILL D. L., GOLLNICK P. D., JANSSON E. C., SALTIN B. (1973).**- Glycogen depletion patterns in human muscle fibers during distance running. *Acta Physiol Scand*; 89: 374-383.
- 58) COSTILL DL, BRANAM G, FINCK W, NELSON R (1976).**- Exercise-induced sodium conservation: changes in plasma renin and aldosterone. *Med Sci Sports* 8: 209-213.

- 59) COSTILL, D.L., AND K.E. SPARKS. (1973).**- Rapid fluid replacement following thermal dehydration. *J. Appl. Physiol.* 34: 299-303
- 60) COSTILL, DL; SHERMANN, WM; FINK, W. (1981).**- The role of dietary carbohydrates in muscle glycogen resynthesis after strenuous running. *Am J Clin Nutr*, 34, 1831.
- 61) COYLE EF, HAMILTON M (1990).**- Fluid replacement during exercise: effects on physiological homeostasis and performance. *Fluid Homeostasis During Exercise. Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine.* Vol 3.
- 62) COYLE EF, JEUKENDRUP AE, OSETO MC, HODKINSON BJ, ZDERIC TW. (2001).**- Low-fat diet alters intramuscular substrates and reduces lipolysis and fat oxidation during exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 280: 391–398.
- 63) CRABBE J.(1989)**- Mechanism of action of aldosterone. In Degroot LJ. Ed: *Endocrinology*; Philadelphia, WB Saunders Co.
- 64) DE GARINE, I (2002).**- antropología de la alimentación y autenticidad cultural; Gracia, M (ed). *Somos lo que comemos. Estudios de alimentación y cultura en España.* Barcelona, Ariel antropología 9-14.

- 65) DELGADO, M; GUTIERREZ, A; CASTILLO, MJ. (1999).**- Entrenamiento Físico- Deportivo y Alimentación: De la infancia a la edad adulta. Barcelona, Paidotribo
- 66) DÍAZ D; JARAMILLO H (1999).**- Efecto de la deshidratación sobre la aldosterona durante una actividad física intensa y de larga duración Acta méd. colomb;24(5):195-201, sept.-oct.
- 67) DILL D. B Y. COSTILL D. L. (1974).**- Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration J Appl Physiol, Vol. 37, Issue 2, 247-248, August 1, 1974
- 68) DOHM GL, BEEKER RT, ISRAEL RG, TAPSCOTT EB (1986).**- Metabolic responses to exercise after fasting. J Appl Physiol; 61: 1363–1368
- 69) DUCAN, MT; HUSSAIN, R; RAMAN, A; CHEAH, SH; CH'NG, SL.(1990).** -Ventilatory function in Malay Muslims during normal activity and the Ramadan fast. Singapore Med J, Dec, 31(6), 543-7.
- 70) DURÁN, P. (2004).**- Alimentación e Inmigración. La cultura alimentaria de origen en el nuevo espacio social. 4º Congreso sobre la Inmigración en España. Gerona.
- 71) EL- MIGDADI, F; EI- AZAWI, Z; ABUDHEESE, R ; BASHIR, N (2002).** - Plasma levels of adrenocorticotrophic hormone and cortisol in people living in an
-

environment below sea level (Jordan Valley) during casting in month of Ramadan. *Horm Res*, 58 (6), 279-82

72) EL-ARNOATY, YM; JOHNSON, WA. (1991).- Nutritional and biochemical changes during Ramadan fasting. *FASEB Journal*, 5:(6), 1665.

73) EL CORAN EL LIBRO SAGRADO DEL ISLAM (1995).- M.E. Editores.

74) FAO (Food and Agriculture Organization) (1998).- Food Balance Sheets, Roma,

75) FAO/OMS/MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIA DE FINLANDIA (1988).- Valores de referencia de nutrientes recomendados para fines de etiquetado de alimentos. Helsinki (Finlandia), 12-16 septiembre.

76) FAROOQI, I.S. BULLMORE E, KEOGH, J; GILLARD, J; O'RAHILLY, S; FLETCHER, P (2007), Leptin regulates striatal regions and human eating behavior. *Science* 7, September 2007: Vol. 317. no. 5843, p. 1355

77) FATEHIFAR MR, SAMARIAN H, ZAREI M. (2000).- The effect of fasting in Ramadan on the values and interrelations between biochemical, coagulation and hematological factors; *Ann Saudi Med*. Sep-Nov;20(5-6):377-81.

- 78) FAYE J, FALL A, BADJI L, CISSE F, STEPHAN H, TINE P (2005).**- Effects of Ramadan fast on weight, performance and glycemia during training for resistance, *Dakar Med.*;50(3):146-51.
- 79) FEDAIL, SS; MURPHY, D; SALIH, SY; BOLTON, CH; HARVEY, RF. (1982).**- Changes in certain blood constituents during Ramadan. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 36, 350-353.
- 80) FINCH, GM; DAY, JE; RAZAK; WELCH, DA; ROGERS, PJ. (1998).** - Appetite changes under free-living conditions during Ramadan fasting. *Appetite*, Oct;31(2):159-70.
- 81) FRIEDMAN MI. (1999).**- Fatty acid oxidation affects food intake by altering hepatic energy status. *Am J Physiol* ;276:1046–53
- 82) FROST, G; PIRANI, S. (1987).**- Meal frequency and nutritional intake during Ramadan: a pilot study. *Hum Nutr Appl Nutr*, Feb 41(1) 47-50.
- 83) FUNDER, JW. (1993).**- Mineralocorticoids, glucocorticoids, receptors and response elements. *Science*, 19 February :Vol. 259. no. 5098, pp. 1132 - 1133
- 84) GALAGHER, T. F., YOSHIDA, K., ROFFWARG, H. D., FUKUSHIMA, D. K., WEITZMAN, E. D., AND HELLMAN, L. (1973).**- ACTH and cortisol secretory patterns in man. *J. Clin, Endocrinol Metab.*, 36:1058-1073.

- 85) GANONG WF. (1997).**- Review Medical Physiology. 18^a ed Stanford: Appleton & Lange;: 334-358
- 86) GHARBI M, AKROUT, M, ZOURAI B (2003).**- “Food intake during and outsider Ramadan” East Mediterr Health J. Jan-Mar; 9(1-2): 131-40
- 87) GONZÁLEZ, J (1992).**- Fisiología de la actividad física y del deporte. Madrid. MC Graw Hill-Interamerican.
- 88) GONZÁLEZ-ALONSO J (1998).**- Efectos fisiológicos de la deshidratación: ¿Por qué los deportistas deben ingerir líquidos durante el ejercicio en el calor? Apunts: Educación física y deportes, N° 54, 1998 , pags. 46-53
- 89) GONZALEZ-ALONSO, J; HEAPS, CL; COYLE, EF (1992).**- Rehydration after exercise with common beverages and water. Int. J. Sports Med. 13: 399-406
- 90) GORDON R D. WOLFE, L.K. ISLAND D. P. AND LILDDLE, G. W. (1996)** .-A diurnal rhythm in plasma renin activity in man. J. Clin, Invest 45:1587-1592
- 91) GOYTISOLO J, (1997).**- De la Ceca a la Meca: Aproximaciones al mundo islamico Editorial Alfabuara. Madrid

- 92) **GRACIA, M. (2002).**- Somos lo que comemos. Estudios de alimentación y cultura en España. Ariel. Barcelona
- 93) **GRANDJEAN, A.C.; REIMERS, K.J.; HAVEN, M.C.; CURTIS, G.L. (2003)** .-The Effect on Hydration of Two Diets, One with and One without Plain Water. J Am Coll Nutr, 22(2):165-173.
- 94) **GUEYE L; SECK D; SAMB A; CISSE F; CAMARA K; MARTINEAUD J.P.(2003).**- Physiological adaptations to exercise during a short-term casting; SCRIPTA MEDICA (BRNO) – 76 (5): 291–296, November.
- 95) **GUERRERO, R; SÁNCHEZ CARAVACA, MA; RAMÍREZ, J; PÉREZ J; JIMÉNEZ ,M (2002).**- Modificaciones en la composición corporal, la dieta y hábitos de vida, en alumnos musulmanes ceutíes que practican el ayuno del Ramadán. Inmigración, interculturalidad y convivencia, pags. 387-405
- 96) **GUMAA, KA; MUSTAFA, KY; MAHMOUD, NA; GADER, AM. (1978).**- The effect of fasting in Ramadan. 1. Serum uric acid and lipid concentration. The British Journal of Nutrition, 40:573-80.
- 97) **GUYTON, A; HALL, J (1996).**- Tratado de fisiología médica 9ª edición, Madrid, McGraw-Hill, Interamericana de España.
- 98) **GUYTON, A; HALL, J (2000).**- *Tratado de fisiología médica* 10ª edición Madrid, McGraw-Hill, Interamericana de España.

- 99) HABBAL, R; AZZOUZI, L; ADNAN, K; TAHIRI, A; CHARAIBI, N (1998).**- Variations of blood pressure during the month of Ramadan. Arch Mal Coeur Vaiss; Aug; 91(8): 995-8
- 100) HAFEEJEE, F. (2001).**- Some Health Guidelines for Ramadhaan, Durban, Islamic Medical Association of South Africa.
- 101) HALLAK, MH; NOMANI, MZ. (1988).**- Body weight loss and changes in blood lipid levels in normal men on hypocaloric diets during Ramadan fasting. Am J Clin Nutr, Nov 48(5), 1197-1210.
- 102) HELLIER, M.D., THIRUMALAI, C. AND HOLDSWORTH, C.D (1973).**- The effect of aminoacids and dipeptides on sodium and water absorption in man. Gut 14: 41-45.
- 103) HORROCKS PM. ET AL (1990).**-Patterns of ACTH and cortisol pulsatility over twenty-four hours in normal males and females. Clin Endocrinol 32.127.
- 104) HUSSAINI N.M. (1982).**- Dietary analysis of Muslim students. Journal of islamic Medical Association.October.

- 105) INE (2004).**- 16 de Octubre. Día Mundial de la Alimentación, Boletín Informativo del Instituto Nacional de Estadística, Instituto Nacional de Estadística, Madrid.
- 106) IRAKI, L; BOGDAN, A; HAKKOU, F; AMRANI, N; ABKARI, A., TOUITOU, Y. (1997).**- Ramadan diet restrictions modify the circadian time structure in humans. A study on plasma gastrin, insulin, glucose, and calcium and on gastric PH. J Clin Endocrinol Metab, Apr, 82(4), 1261-73.
- 107) IRVING RA, NOAJES TD, IRVING GA, VAN ZYL-SMIT R (1986).**- The immediate and delayed effects of marathon running on renal function. J. Urol. 136: 1176-1180.
- 108) JÁCOME, A (2005).**- Fisiología endocrina 3ª edición. Ed. academia nal. de medicina
- 109) JIMENEZ, M; RAMIREZ, J. (1999).**- Peso corporal y condición física en estudiantes musulmanes durante el ayuno del Ramadán. Alimentación y cultura : actas del congreso internacional, 1998, Museo Nacional de Antropología, España, pags. 644-655
- 110) JIMENEZ, M; RAMIREZ, J. (2001).**- Influencias del periodo del Ramadán en la aplicación de las didácticas específicas. Congreso Nacional de Didácticas Especificas.1: 705-710.

- 111) JIMENEZ, M; SÁNCHEZ CARAVACA, M.A, VILLAVERDE, C; RAMÍREZ J; RUIZ, G. (2004).**- Repercusión hemodinámica e hidroelectrolítica del ayuno de Ramadán en escolares adolescentes. *Nutrición clínica y dietética hospitalaria*. Vol. 24, Nº. 1, pags. 15-21
- 112) JIMENEZ, M; VILLAVERDE, C; RAMIREZ J (2002).**- Respuesta aguda y adaptativa como mecanismo de defensa ante la deshidratación en alumnos musulmanes que realizan el ayuno del ramadán. *Inmigración, interculturalidad y convivencia*, pag. 431-439
- 113) JULIUS S; COTTIER C; EGAN B; IBSEN H; KIOWSKY W (1983).**- Cardiopulmonary mechanoreceptors and renin release in humans. *Fed Proc.* 42. 766-774.
- 114) KADRI, N., TILANE, A., EL BATAL, M., TALTIT, Y., TAHIRI, SM., MOUSSAOUI, D. (2000).**- Irritability during the month of Ramadan. *Psychosom Med*, 62(2), 280-5.
- 115) KAPLAN A, CARRASCO S (2002)** .-Cambios y continuidades en torno a la cultura alimentaria en el proceso migratorio de Gambia a Cataluña. *Somos lo que comemos : estudios de alimentación y cultura en España*, pags. 97-122
- 116) KARAAGAOGLU, N., YUCETAN, S. (2000).**- Some behavioural changes observed among fasting subjects, their nutritional habits and energy expenditure in Ramadan. *Int J Food Sci Nutr*, 51(2), 125-134.

- 117) KARLI U, GUVENC A, ASLAN A, HAZIR T, ACIKADA T (2007).** - Influence of Ramadan fasting on anaerobic performance and recovery following short time high intensive exercise. *Journal of sports science and medicine*, 6 490-497
- 118) KASSAB S, ABDUL-GHAFFAR T, NAGALLA DS, SACHDEVA U, NAYAR U (2004).**- Interactions between leptin, neuropeptide-Y and insulina with chronic diurnal casting during Ramadan. *Ann Saudi Med. Sep-Oct; 24 (5):345-9*
- 119) KEITH LD; KENDALL, JW (1985).**- Regulation of ACTH secretion. In Imura H; *The Pituitary gland*. New York. Raven Press.
- 120) KRIEGER, D, T., ALLEN, W., RIZZO, F., AND KRIEGER, H. P. (1971).**- Characterization of the normal pattern of plasma corticosteroid levels. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 32:266-284.
- 121) KYMM, S. (1993).**- Obesity Prevention and Macronutrient Intakes of Children in the Unites States, *The New York academy of Sciences*. Vol 699, 70-80.

- 122) KOTCHEN TA, HARTLEY LH, RICE TW, MOUGEY EH, JONES LG, MASON JW. (1991).**- Renin, norepinephrine, and epinephrine responses to graded exercise. *J Appl Physiol.* Aug;31(2):178–184
- 123) LACOMBA, J. (2001).**- El Islam inmigrado: transformaciones y adaptaciones de las practicas culturales y religiosas. Madrid: Subdirección General de Información y Publicaciones
- 124) LAMB Y HELMY (2002).**- Beneficios y Limitaciones de la Prehidratación.: Benefits and Limitations to Prehydration. *Sports Science Exchange.* 2, Vol.1.
- 125) LAMINE F, BOUGUERRA R, JABRANE J, MARRAKCHI Z, BEN RAYANA MC, BEN SLAMA C, GAIGI S. (2006).**- Food intake and high density lipoprotein cholesterol levels changes during ramadan fasting in healthy young subjects, *Tunis Med.* Oct;84(10):647-50.
- 126) LARIJANI B, ZAHEDI F, SANJARI M, AMINI MR, JALILI RB, ADIBI H, VASSIGH AR. (2003).**- The effect of Ramadan fasting on fasting serum glucose in healthy adults. *Med J Malaysia.* Dec;58(5):678-80.
- 127) LARSEN, P; KRONENBERG, H; MELMED, S; POLONSKY K (2004).**- Williams tratado de endocrinologia. 10ª edición. Vol. I y II. Ed An El selvier imprint. Barcelona

- 128) LENTZ T.;WEIß M.;WERLE E.;WALZ U.;KÖHLER U.;PINTHER J.; WEICKER H. (1988).**- Influence of Exercise in Water on Hormonal, Metabolic and Adrenergic Receptor Changes in Man. *International Journal of Sports Medicine*. 9 . 125-131.
- 129) LEIPER JB, MOLLA AM, MOLLA AM. (2003).**- Effects on Electrolyte fluid restriction during fasting in Ramadan. *Eur J Clin Nutr*. Dec, 57 Suppl 2: S30-8
- 130) LEVY M., KOEPPEN B, STANTON B, BERNE R (2006).**- Fisiología. Elsevier. España
- 131) LIENHARD G.E, SLOT J.W, JAMES D.E, MUECKLER M.M, (1992)** Absorción celular de glucosa. *Investigación y Ciencia*, 186.
- 132) LIN S-H, CHEEMA-DHADLI S, GOWRISHANKAR M, MARLISS E, KAMEL K, HALPERIN M (1997).**- Control of excretion of potassium: lessons from studies during prolonged total fasting in human subjects. *Am J Physiol Renal Physiol*, 273:796-800.
- 133) LOPATEGUI, E. (2000).**- Termorregulación y Actividad Física. <http://www.saludmed.com/CsEjerci/FisioEje/Termoreg.html>
- 134) LOPEZ CHICHARRO, J; FERNANDEZ, A (1995).**- Fisiología del ejercicio. Madrid, Panaamericana.

- 135) LOPEZ MIÑARRO, PJ (2002).**- "Mitos y falsas creencias en la práctica deportiva". Editorial INDE. Madrid
- 136) MAHER J.T., JONES L.G., HARTLEY H., WILLIAMS G.H.; ROSE L.I. (1975).**- Aldosterone dynamics during graded exercise at sea level and high altitude. *J Appl Physiol.* 39. 18-22.
- 137) MAHOOB S, SATTARIVAND R, NOURI M, AREFHOSSEINI S (1999).**- Effect of Ramadan fasting on serum lipid profiles in normal and hyperlipidemic subjects. *Saudi Medical Journal*, 20 (12): 947-950 DEC.
- 138) MAILLET A., PAVY-LE TRAON A., ALLEVARD A.M., SIGAUDO D., HUGHSON R.L., GHARIB C., GAUQUELIN G. (1994).**- Hormones changes induced by 37.5-h head-down tilt (-6°) in humans. *European Journal of Applied Physiology.* 68 . 497-503.
- 139) MAISLOS, M; KHAMAYSI, N; ASSALI, A; ABOU-RABIAH, Y, ZVILI, I, SHANY, S. (1993).**- Marked increase in plasma high-density-lipoprotein cholesterol after prolonged fasting during Ramadan. *Am. J. Clin. Nutr*, May, 57(5), 640-642.
- 140) MAPA (2004).**- Hábitos alimentarios de los inmigrantes en España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y AC Nielsen. Madrid.

- 141) MARTINEAUD JP, CISSE F, SAMB A (2000).**- Circadian variability of temperature in fasting subjects. *Scripta Medica*; 73 : 15–24.
- 142) MAUGHAN, R., LEIPER J B., SHIRREFFS S M (1996).**- Rehidratación y Recuperación tras el Ejercicio. *Sports Science Exchange*, 62, Volume 9: (3).
- 143) MAUGHAN, R.J., AND J.P. LEIPER. (1995).**- Sodium intake and post-exercise rehydration in man. *Eur. J. Appl. Physiol.* 71: 311-319.
- 144) MECKEL Y, ISMAEEL A, ELIAKIM A. (2007).**- The effect of the Ramadan fast on physical performance and dietary habits in adolescent soccer players. *Eur J Appl Physiol.* 2008 Apr;102(6):651-7. Epub Dec 11.
- 145) MEDINA FX (2002).**- Alimentación, etnicidad y migración: Ser vasco y comer vasco en Cataluña. *Somos lo que comemos : estudios de alimentación y cultura en España*, pags. 123-148
- 146) MEGIAS-RANGIL I, SALAS-SALVADÓ J, MASANA-MARÍN L (2004).**- Abandono de la dieta mediterránea en una población de alto riesgo cardiovascular. *Nutr. Hosp.* v.19 supl.1 Madrid mayo
- 147) MERL, V., PETERS, A., OLTMANNS, K. M., KERN, W., HUBOLD, C., HALLSCHMID, M., BORN, J., FEHM, H. L., SCHULTES, B. (2004).**- Preserved circadian rhythm of serum insulin concentration at low plasma

glucose during fasting in lean and overweight humans. *Metabolism, Clinical and Experimental* (Vol. 53) (No. 11) 1449-1453.

- 148) MESA J L , RUIZ J, MULA F.J., GUTIÉRREZ A, CASTILLO M J(2002).**- Hidratación y rendimiento: pautas para una elusión efectiva de la deshidratación por ejercicio, *Apunts: Educación física y deportes*, , N° 70, 2002 , pags. 26-33.
- 149) MIHAIANU T.D., POPESCU O., BADIU G. (1991).**- A dynamic study of Vanilmandelic acid elimination in the urine of divers in a dive at 21 ATA in saturation with an Helium-Oxygen respiratory mixture. *Revue Roum. of Physiology*. 28 3-4. 117-122.
- 150) MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (2003).**- “la alimentación es España”. MAPA, Madrid.
- 151) MONGE V, CABALLERO W (2004).**- Efecto de la deshidratación sobre la capacidad de precisión de remate con pierna derecha en jugadores de fútbol. Universidad nacional, facultad de ciencias de la salud. Costa Rica
- 152) MONTAIN SJ, COYLE EF (1992).**- The influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *J. Appl. Physiol.* 73: 1340-1350.

- 153) MORGAN CR, LAZAROW A. (1963).**- Immunoassay of Insulin: two antibody system. Plasma insulin levels in normal, subdiabetic and diabetic rats. *Diabetes*; 12:115-126.
- 154) MUDAMBO, K.S., LEESE,G.P., RENNIEM.J (1997).**- Dehydration in soldiers during walking/running exercise in the heat and the effects of fluid ingestion during and after exercise. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v.76, n.6.
- 155) MULLER, A. F, MANNING, E. L, AND RIONDEL, A. M. (1958).**- Diurnal variation of aldosterone related to position and activity in normal subjects ad patients with pituitary insufficiency. In: *Aldosterone* edited by A. F Muller and C. M. O`Connor, p 111. Churchill, London.
- 156) MUÑOZ, A., LOPEZ, FJ (1998).**- Guía de alimentación para el deportista. Madrid, Ediciones Tutor.
- 157) MURRAY ; BARTOLI W, STOFAN J, HORN M, EDDY (1999).**- A comparison of the gastric emptying characteristics of selected sports drinks .*International Journal of Sport Nutrition*, 9, 263-274
- 158) MUSTAFA K.Y, MAHMOUD, N.A, GUMAA K.A, GADER A.M.A (1978).**- The effects of fasting in Ramadan. Fluid and electrolyte balance. *Br. J. Nutr.*, 40, 583

- 159) NACEF, T; SLAMA, B; ABID, M; BEN ROMDHANE, H. (1989).**- Ramadan et activité physique. A propos d'une étude au Lycée Sportif de Tunis. *Médecine du Sport*. 5, 230-231.
- 160) NACEF, T; SALAMA, B Y ROMDHANE, B (1988).**- Ramadhan et activité physique. A propos d'une étude au Lycée Sportif de Tunis. *Medicine du Sport*, 63, 230-231.
- 161) NEGRA, ST., RAHMAN, ZU., JAVARIA, M., MSHAN, JQ. (1998).** - Study of some biochemical Parameters in young women as effected by Ramadan Fasting. *International Journal of Ramadan fasting Research*. 2(1) 1-5.
- 162) NEUFER P. D., COSTILL D. L., FINK W. J., KIRWAN J. P., FIELDING R. A., FLYNN M. G. (1986).**- Effects of exercise and carbohydrate composition on gastric emptying. *Med Sci Sports Exerc*; 18, 658-662.
- 163) NILSSON L. H., HULTMAN E. (1973).**- Liver Glycogen in man: the effect of total starvation or a carbohydrate-poor diet followed by carbohydrate refeeding. *Scand J Clin Lab Invest*; 32: 325-330.
- 164) NOMANI, M. (1997).**- Dietary fat, blood cholesterol and uric acid levels during Ramadan fasting. *Internacional Journal Ramadan Fastinf Research*, 1(1), 1-6.

- 165) NOMANI, MZ. (1999).**- Diet during Ramadan. *Int. J. Ramadan Fasting Research*, 3, 1-6.
- 166) NOMANI, MZA; HALLAK, MH; SIDDIQUI, IP. (1990).**- Effect of Ramadan fasting on plasma uirc acid and body weight in healthy men. *The Journal of American Dietetic Association*, 90:2436-1436.
- 167) NORSK P, BONDE-PETERSEN F, CHRISTENSEN N.J. (1990).**- Catecholamines,circulation,and kidney during water inmersion in human. *Journal of Applied Physiology*. 69 2. 479-484.
- 168) NOSE, H., MACK, GW., SHI, X., NADEL, ER.,(1988).** Role of osmolality and plasma volume during rehydration in humans. *J. Appl. Physiol.* 65: 325-331.
- 169) O'BRIEN, RM; LUCAS, PC; FOREST, CD; MAGNUSON, MA; GRANNER, DK. (1990).**- Identification of a sequence in the PEPCK gene that mediates a negative effect of insulin on transcription. *Science* 3 August: Vol. 249. no. 4968, pp. 533 - 537
- 170) OLIVERAS LÓPEZ M.J., AGUDO APONTE E., NIETO GUINDO P., MARTÍNEZ MARTÍNEZ F., LÓPEZ GARCÍA DE LA SERRANA H., LÓPEZ MARTÍNEZ M.C (2006).**- Evaluación nutricional de una población universitaria marroquí en el tiempo de Ramadán. *Nutrición Hospitalaria*. 21(3) 304-307.

- 171) ORCI L.; VASSALLI J.D.; PERRELET A; (1988).** The insulin factory. Sci Am. Sep; 259(3):85-94.
- 172) ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. (1999).**- Promoción de la salud: Glosario. Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid p.517-24,
- 173) ORTH DN.; KOVACS WJ.; DEBOLD CR.(1992).**- The adrenal cortex. In Wilson JD, Foster DW, eds; Williams textbook of endocrinology. Philadelphia.
- 174) PAK, D, (2000).**- La fibra dietética en la alimentación humana, importancia en la salud. Anales de la Universidad de Chile Sexta Serie, N°11, agosto
- 175) PALACIOS, E; MIRÓ, MJ (2005).**- Integración del metabolismo I: ¿Cómo se adapta el organismo a las fluctuaciones en las disponibilidad de sus fuentes energéticas?; Encuentros en la biología, nº103.
- 176) PERETÓ J; SENDRÁ, R; PAMBLANCO, M; BAÑÓ, C (2007).**- fundamentos de bioquímica. universidad de valencia
- 177) PLUTO R., CRUZE S.A., WEIB M., MANDEL P., WEICKER H. (1988).**- Cardiocirculatory, Hormonal, and Metabolic Reactions to Various Forms of Ergometric Tests. International Journal of Sports Medicine. 9 . 79-88.

- 178) POWELL, D.W (1987).**- Intestinal water and electrolyte transport: Physiology of the gastrointestinal tract. Leonard R. Johnson (editor, 2nd ed.). (New York: Raven Press). 1267-1305.
- 179) PRENTICE, AM; LAMB, WH; PRENTICE, A; COWARD, WA. (1984).**- The effect of water abstention on milk synthesis in lactating women. Clin Sci, Mar, 66(3), 291-8.
- 180) PULSOMED(2003).**-
Deshidratación.<http://www.tuotromedico.com/temas/deshidratación.htm>
- 181) QUINN SJ., WILLIAMS GH.(1988).**- Regulation of aldosterone secretion. Annu Rev Physiol 50:409.
- 182) QUJEQ D, BIJANI K, KALAVI K, MOHITI J, ALIAKBARPOUR H. (2002).**- Effects of Ramadan casting on serum low-density and high-density lipoproteína-cholesterol concentrations. Annals of saudi medicine, 22 (5-6): 297-299 SEP-NOV.
- 183) RAMADAN J. (2002).**- Does Fasting during Ramadan Alter Body Composition, Blood Constituents and Physical Performance *Medical Principles and Practice*;11 (Suppl. 2):41-46

- 184) RAMADAN JM, BARAC-NIETO M. (2000).**- Cardio-respiratory responses to moderately heavy aerobic exercise during the Ramadan fasts. Saudi Med J. Mar;21(3):238-44.
- 185) RAMADAN, J., TELEHOUN, G., AL-ZAID, NS., BARAC-NIETO, M. (1999).**- Responses to exercise, fluid, and energy balances during Ramadan in sedentary and active males. Nuticion, Oct, 15(10), 735-739.
- 186) RAMÍREZ J., VILLAVERDE C., OLTRAS C.M., RUIZ-VILLAVERDE R., SÁNCHEZ-CARAVACA M.A., (2004).**- Levels of ACTH and β -endorphin in the response to stress from open sea scuba diving to 25 m (3.5ATA).A field study. International Journal of Sport Psychology. ; 35: 1-12.
- 187) RIZZATTI, A.C.; ROMERO, S.M. (2001).**- Heart rate and body weight alterations in juvenile specimens of the tropical land snail *Megalobulimus sanctipauli* during dormancy. Braz J Med Biol Res, 34(7): 959-967.
- 188) ROJO FERNANDEZ, C (2007).**- Ramadán en femenino, Revista de Actualidad y cultura de Ceuta, nº6, Octubre.
- 189) ROKY, R; IRAKI, L; HAJKHILIFA, R; LAKHDAR, N; HAKKOU, F. (2000).**- Daytime alertness, mood psychomotor performances, and oral temperature during Ramadan intermittent fasting. Ann Nutr Metab, 44(3), 101.

- 190) ROKY R, CHAPOTOT F, HAKKOU F, BENCHEKROUN MT, BUGUET A (2001).**- Sleep during Ramadan intermittent fasting. *J Sleep Res*, Dec, 10(4) 319-27
- 191) ROKY R, HOUTI I, MOUSSAMIH S, QOTBI S, AADIL N, (2004).**- Physiological and chronological changes during Ramadan intermittent fasting. *Ann Nutr Metab*, 48(4): 296-303.
- 192) ROSE B.D. (1994).**- *Clinical Physiology of Acid-Base and Electrolyte Disorders*. Ed.McGraw-Hill. Health Professions Division 4ªed. New York.
- 193) ROSEN, O.M. (1987).**- After Insulin Binds. *Science* 18 September :Vol. 237. n. 4821, pp. 1452 - 1458
- 194) ROSÉS, J M. Y PUJOL P, (2006).**- Hidratación y ejercicio físico. Instituto de Biometría Aplicada (BIOMET). apunts . medicina del ' esport .; 150 : 70 – 7 Abril - Junio Barcelona.
- 195) ROTH, RA. (1988).**- Structure of the receptor for insulin-like growth factor II: the puzzle amplified *Science* 11 March: Vol. 239. no. 4845, pp. 1269 – 1271.
- 196) SANTONI (1996).**- E. El Islam. Ed. Acento. Madrid.
- 197) SAIZ MENENDEZ, B (2005).**- Balande hidromineral, *Rev Cubana Cir* vol.44 no.4 Ciudad de la Habana Oct.-Dec.

- 198) SAJID, KM; AKHTAR, M; MALIK, GQ. (1991).**- Ramadan fasting and thyroid hormone profile. J Pak Med Assoc, Sep 41(9), 213-6.
- 199) SALOMON, F. (1989).**- The effects of treatment with recombinant human growth hormone on body composition and metabolism in adults with growth hormone deficiency. N. Engl. J.M 321:1797.
- 200) SANCHEZ-CARAVACA, MA; RAMIREZ, J; OLMEDO, M. (1998).** - Cambios en la composición corporal, cardiovascular y en el perfil lipídico tras entrenamiento aeróbico de cuatro semanas, en grupos de estudiante de enfermería. Actas de las I Jornadas Andaluzas sobre investigación en el equipo de enfermería.
- 201) SÁNCHEZ-GONZÁLEZ JM, RIVERA-CISNEROS AE, RAMÍREZ MJ, TOVAR-GARCÍA JL, PORTILLO-GALLO J, FRANCO-SANTILLÁN R(2005).**-Estado de hidratación y capacidad aeróbica: sus efectos sobre el volumen plasmático durante el ejercicio físico agudo Cir Cir; 73 (4)
- 202) SANTÁNGELO, G; COHEN, R (1999).**- Regulación del equilibrio hídrico. Revista Digital <http://www.efdeportes.com/> Año 4. Nº 14. Buenos Aires, Junio

- 203) SAPOISKY, R Y PULSINELLI WA (1985).**- Glucocorticoids potentiate ischemic injury to neurons: therapeutic implications *Science* 27 September: Vol. 229. no. 4720, pp. 1397 – 1400.
- 204) SAPOISKY, R. (1996).**- Why Stress Is Bad for Your Brain *Science* 9 August, Vol. 273. no. 5276, pp. 749 – 750.
- 205) SARRAF-ZADEGAN N, ATASHI M, NADERI GA, BAGHAI AM, ASGARY S, FATEHIFAR MR, SAMARIAN H, ZAREI M. (2000).**- The effect of fasting in Ramadan on the values and interrelations between biochemical, coagulation and hematological factors; *Ann Saudi Med.* Sep-Nov;20(5-6):377-81.
- 206) SAWKA, M.N., AND K.B. PANDOLF (1990).**- Effects of body water loss on physiological function and exercise performance *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine*, Vol. 3, Fluid Homeostasis During Exercise. Carmel, IN: Benchmark Press, pp. 1-30. . C.V. Gisolfi and D.R. Lamb (eds.)
- 207) SAZ, P; ORTIZ, M (2007).**- Fisiología y Bioquímica en el ayuno; *Medicina naturista*. Vol 1 n°1 10.12
- 208) SHELDAHL L.M.;TRISTANI F.E.;CONNELLY T.P.;LEVANDOSKY S.G.;SKELTON M.M.;COWLEY A.W.JR. (1992).**- Fluid-regulating hormones during exercise when central blood volumen is increased by water immersion *American Journal of Physiology*. 262 . R779-R785.
-

- 209) SICONOLFI S.F. (1982)** Estimation of percent change in total peripheral resistance during exercise and recovery. *J Cardiaca Rehab.* 2. 291-296.
- 210) SCHMAHL, FW., METZLER, B. (1991).** The health risks of occupational stress in islamic industrial workers during the Ramadan fasting period. *Pol J Occup Med*, 4(3), 219-228.
- 211) SHOUKRY, MI. (1986).** Effect of fasting in Ramadan on plasma lipo proteins and apoproteins. *The Saudi Medical Journal*, 6, 561-565.
- 212) SOLIMAN, N. (1987).** Effects of Fasting during Ramadan. *Journal of Islamic Medical association*, November.
- 213) SOUISSI N, SOUISSI H, SAHLI S, TABKA Z, DOGUI M, ATI J, DAVENNE D (2007)** Effect of Ramadan on the diurnal variation in short-term high power output. *Chronobiol Int.*;24(5):991-1007
- 214) STANNARD SR, THOMPSON MW. (2007).**- The effect of participation in Ramadan on substrate selection during submaximal cycling exercise. *J Sci Med Sport.* Aug 10
- 215) SWILEH, N., SCHNITZLER, A., HUNTER, GR., DAVIS, B. (1992).**- Body composition and energy metabolism in resting and exercising muslims during Ramadan fast. *J. Sports Med Phys Fitness*, Jun 32(2), 156-163.

- 216) TATAR, M., BARTKE, A., ANTEBI, A. (2003).**- The Endocrine Regulation of Aging by Insulin-like Signals. *Science* 299, 1346
- 217) TARRES CHAMORRO, S (1998).**- Ramadan, tiempo festivo y una luz en la hégira, *Demófilo: Andalucía, tierra de migración*, nº 29. Fundación Machado, Sevilla, pp.153-167
- 218) TARRES CHAMORRO, S (1999).**- Religiosidad musulmana en España: el Ramadán como tiempo festivo. *Zainak* 18, 267-282
- 219) TODA, M., MORIMOTO, K. (2000).**- Effects of Ramadan fasting on the health of Muslims. *Nippon Eiseigaku Zasshi*, Jan 54(4), 592-6.
- 220) VEVERBRANTS, E; ARKY, R. A. (1969).**- Effects of fasting and refeeding. I. Studies on sodium, potassium and water excretion on a constant electrolyte and fluid intake *J. clin. Endocr.* 29, 55.
- 221) WADE CE, DRESSENDORFER, RH, O`BRIEN JC, CLAYBAUGH JR (1981).**- Renal function, aldosterone vasopressine excretion following repeated long-distance running. *J. Appl. Physiol.* 50: 709-712.
- 222) WALSH, N.P, LAING, S.J. OLIVER, J.C. MONTAGUE, R. WALTERS AND J.L.J. BILZON (2004).**- Saliva parameters as potential

- indices of hydration status during acute dehydration. *Med. Sci. Sports Exerc.* 36:1535-1542.
- 223) WILLIAMS G, CAI XJ, ELLIOTT JC, HARROLD JA (2004).**- Anabolic neuropeptides. *Physiol Behav*;81(2):211
- 224) WILMORE Y COSTILL (1999).**-Fisiología del Esfuerzo y el Deporte. Segunda Edición. Barcelona, España. Editorial Paidotribo.
- 225) WILSON JD, FOSTER DW. (1998).**- en Tratado de endocrinología Williams 8th ed. Philadelphia: WB Saunders Company; 517-664
- 226) WOIFE, L. K, GORDON, R. D, ISLAND, D. P., AND LIDDLE, G. W. (1966).**- An analysis of factors determining the circadian pattern of aldosterone excretion. *J. Clin. Endocrinol, Metab*, 26:1261-1266.
- 227) YALOW RS, BERSON SA. (1960).**- Immunoassay of plasma insulin in a man. *J Clin Invest* 1960; 39:1401
- 228) YEHUDA, R. (1997).**- Sensitization of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis in posttraumatic Stress Disorder. *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 821, p. 57-75.
- 229) YUCEL A, DEGIRMENCI B, ACAR M, ALBAYRAK R, HAKTANIR A (2006).**- The effect of casting month of Ramada non the abdominal fat

- distribution: assessment by computed tomography. *Tohoku J Exp Med*. Nov; 204 (3):179-87
- 230) ZEINAB, E.M. (1997).**- Daily practices, study performance and health during the Ramadan fast. *International Journal of Ramadan Fasting Research*, Vol; 1 n°1, 1-6.
- 231) ZERGUINI Y, KIRKENDALL D, JUNGE A, DVORAK J (2007).**- Impact of Ramadan on physical performance in professional soccer players, *British Journal of Sports Medicine* 2007;41:398-400.
- 232) ZEZULAK K.M., GREEN H., 1986; ROTH R., (1988).**- The generation of insulin-like growth factor-1--sensitive cells by growth hormone action. *Science* 1 August 1986:Vol. 233. no. 4763, pp. 551 – 553.
- 233) ZLAEE V, RAZAEL M, AHMADINEJAB Z, SHAIKH H, YOUSEFI R, YARMOHAMMADI L, BOZORGI F, BEHJATI MJ (2006).**- The Changes of metabolic profile and weight during Ramadan casting. *Singapore Med J*; 47 (5): 409

INDICE DE TABLAS:	Pag.
INTRODUCCIÓN	
Tabla 1.- Niveles de glucemia y hormonas	20
Tabla 2.- Perdidas diarias de agua en mililitros	33
Tabla 3.- Tendencias de consumo en países mediterráneos	82
Tabla 4.- Tendencias de consumo en países mediterráneos 2.	82
Tabla 5.- Composición de la dieta en países mediterráneos	83
Tabla 6.- Preferencias de consumo de la población inmigrante magrebí, en España	89
Tabla 7.- Tablas normalizadas de la dieta	121
Tabla 8.- Coeficientes de C y M para la suma de cuatro pliegues recogidos en las tablas de Durin y Womersley	124
RESULTADOS;	
ANTROPOMETRIA	
Tabla 9.- Niveles de peso corporal	128
Tabla 10.- Niveles de porcentaje de grasa corporal	130
HEMODINÁMICA	
Tabla 11 .- Niveles de presión arterial media	133
Tabla 12.- Niveles de presión arterial sistólica	135
Tabla 13.- Niveles de presión arterial diastólica	137
Tabla 14.-% de variación de resistencia periférica	139
Tabla 15.- Niveles de frecuencia cardiaca	140
HIDROSALINO	
Tabla 16.- Niveles plasmáticos de aldosterona	143
Tabla 17.- Niveles plasmáticos de renina	145
Tabla 18.- Niveles plasmáticos de sodio	147
Tabla 19.- Niveles plasmáticos de potasio	149
Tabla 20.- Niveles plasmático de cloro	151
Tabla 21.- Niveles urinarios de sodio	153
Tabla 22.- Niveles urinarios de potasio	155
Tabla 23.- Niveles urinarios de cloro	157
Tabla 24.- Niveles plasmáticos de osmolalidad	159
Tabla 25.- Niveles urinarios de osmolalidad	161
Tabla 26.- Niveles de fracción de excreción de sodio	163
Tabla 27.- Niveles de fracción de excreción de potasio	165

Tabla 28.- Niveles de la fracción de excreción de cloro	167
Tabla 29.- Niveles de la osmolalidad de la fracción de excreción	169
Tabla 30.- Variación del volumen plasmático	171
Tabla 31.- Gradiente de transporte transtubular de potasio	173
ENERGÉTICO:	
Tabla 32.- Niveles plasmáticos de cortisol	176
Tabla 33.- Niveles plasmáticos de insulina	178
Tabla 34.- Niveles plasmáticos de glucosa	180
Tabla 35.- Niveles plasmáticos de colesterol	182
Tabla 36.- Niveles plasmáticos de urea	184
Tabla 37.- Niveles plasmáticos de triglicéridos	186
Tabla 38.- Niveles plasmáticos de HDL	188
Tabla 39.- Niveles plasmáticos de LDL	190
DIETA:	
Tabla 40.-Ingesta de calorías	193
Tabla 41.-Ingesta de Hidratos de carbono	195
Tabla 42.-Ingesta de proteínas	197
Tabla 43.-Ingesta de grasas	199
Tabla 44.-Ingesta de grasas saturadas	201
Tabla 45.-Ingesta de grasas insaturadas	203
Tabla 46.-Ingesta de colesterol	205
OTROS PARAMETROS DE INTERES	
Tabla 47.- Niveles plasmáticos creatinina	208
Tabla 48.- Niveles urinarios de creatinina	209
Tabla 49.- Niveles de Hematocrito	210
Tabla 50.- Niveles de Hemoglobina	211
Tabla 51.- Niveles de plasmáticos de proteínas totales	212

INDICE DE GRÁFICAS:

ANTROPOMETRIA

Gráfica 1.- Peso corporal **129**

Gráfica 2.- % Grasa corporal **131**

HEMODINÁMICA

Gráfica 3.- Presión arterial media **134**

Gráfica 4.- Presión arterial sistólica **136**

Gráfica 5.- Presión arterial diastólica **138**

Gráfica 6.- Frecuencia cardíaca **141**

HIDROSALINO

Gráfica 7.- aldosterona en sangre **144**

Gráfica 8.- renina en sangre **146**

Gráfica 9.- Sodio en sangre **148**

Gráfica 10.- Potasio en sangre **150**

Gráfica 11.- Cloro en sangre **152**

Gráfica 12.- Sodio en orina **154**

Gráfica 13.- Potasio en orina **156**

Gráfica 14.- Cloro urinario **158**

Gráfica 15.- Osmolalidad plasmática **160**

Gráfica 16.- Osmolalidad urinaria **162**

Gráfica 17.- Fracción de excreción de Sodio **164**

Gráfica 18.- Fracción de excreción de Potasio **166**

Gráfica 19.- Fracción de excreción de cloro **168**

Gráfica 20.- Fracción de excreción de osmolalidad **170**

Gráfica 21.- Volumen plasmático **172**

Gráfica 22.- Gradiente transtubular de potasio **174**

ENERGÉTICO

Gráfica 23.- Niveles plasmáticos de cortisol **177**

Gráfica 24.- Niveles plasmáticos de insulina **179**

Gráfica 25.- Niveles plasmáticos de glucosa **181**

Gráfica 26.- Niveles plasmáticos de colesterol **183**

Gráfica 27.- niveles plasmáticos de urea	185
Gráfica 28.- Niveles plasmáticos de triglicéridos	187
Gráfica 29.- Niveles plasmáticos de HDL	189
Gráfica 30.- Niveles plasmáticos de LDL	191
DIETA	
Gráfica 31.- Ingesta de calórica	194
Gráfica 32.- Ingesta de hidratos de carbono	196
Gráfica 33.- Ingesta de proteínas	198
Gráfica 34.- Ingesta de grasas	200
Gráfica 35.- Ingesta de grasas saturadas	202
Gráfica 36.- Ingesta de grasas insaturadas	204
Gráfica 37.- Ingesta de colesterol	206

INDICE DE FIGURAS:

Pag

INTRODUCCIÓN

Figura 1.- Fisiopatología de la deshidratación

52