

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS

**DESHIDRATACION DURANTE COMPETENCIA EN
TRIATLETAS GUATEMALTECOS**

Estudio realizado con deportistas participantes en una
competencia en la Base Naval del Pacifico, Puerto Quetzal
el 16 de agosto 1998

TESIS

*Presentada a la Honorable Junta Directiva
de la Facultad de Ciencias Medicas de la
Universidad de San Carlos de Guatemala*

FOR

JORGE RODOLFO MINERA ROBINSON

En el acto de investidura de:

MEDICO Y CIRUJANO

Guatemala, septiembre de 1998

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

05
(7997)

c.4

EL DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS
DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

H A C E C O N S T A R Q U E :


El (1a) BACHILLER : JORGE RODOLFO MINERA ROBINSON
Carnet Universitario No: 92-19195


Ha presentado para su Examen General Publico, previo a optar al
titulo de Médico y Cirujano, el trabajo de tesis titulado:
DESHIDRATACION DURANTE COMPETENCIA EN TRIATLETAS
GUATEMALTECOS

trabajo asesorado por:
Doctor: CALVIN TULESCAS
y revisado por:
Doctor: JESUS AMANDO CHAVARRIA

quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se ante,
firman y sellan la presente ORDEN DE IMPRESION.

Guatemala, 3 de septiembre de 1998.

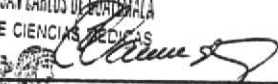

Dr. Jose Maria Gramajo G.
COORDINADOR UNIDAD DE TESTES


DIRECTOR
CENTRO DE INVESTIGACIONES
DE LAS CIENCIAS DE LA SALUD



I M P R I M A S E :

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS


DR. ROMEO ARNALDO VASQUEZ VASQUEZ
DECANO

DR. ROMEO ARNALDO VASQUEZ VASQUEZ
DECANO 1998 - 2002



FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS
GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Guatemala, 3 de septiembre 1998

Doctor:
José María Gramajo Garméndez
Coordinador Unidad de Tesis
Facultad de Ciencias Médicas

Se le informa que el (la) BACHILLER
JORGE RODOLFO MINERA ROBINSON

Nombres y apellidos completos

Carnet No. : 92-19195 ha presentado el Informe Final de su trabajo

de tesis titulado:

DESHIDRATACION DURANTE COMPETENCIA EN TRIATLETAS

GUATEMALTECOS

Del cual autor, asesor(es) y revisor nos hacemos responsables por el contenido, metodología, confiabilidad y validez de los datos y resultados obtenidos, así como de la pertinencia de las conclusiones y recomendaciones expuestas.

Jorge Minera Robinson
del estudiante

[Handwritten signature]



[Handwritten signature]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS
Colegiado No. 1088

F. Asesor
Nombre completo y sello
Cabán A. Illasca O.
Médico y Cirujano
Colegiado No. 4524

F. Revisor
Nombre completo y sello
Reg. Personal 7790

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS



APROBACION INFORME FINAL

FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamerica

OF. NO: 175-98

Guatemala, 0 de sept. 1998.

BACHILLER:
JORGE RODOLFO MINERA ROBINSON
CARNET No. 92-19195

Facultad de Ciencias Medicas
USAC

Por este medio hago de su conocimiento que su Informe Final de Tesis,
titulado: DESHIDRATACION DURANTE COMPETENCIA EN TRIATLETAS GUATE-
MALTECOS

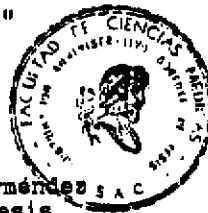
ha sido RECIBIDO, y luego de REVISADO se ha establecido que cumple con
los requisitos contemplados en el reglamento de trabajos de tesis; por
lo que es autorizado para completar los trámites previos a su
graduación.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Dr. José María Gramajo Garméndez S A C
Coordinador Unidad de Tesis



NOTA. La información y conceptos contenidos en el presente trabajo es
responsabilidad única del autor.

INDICE

I.	INTRODUCCION	1
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
III.	JUSTIFICACION	4
IV.	OBJETIVOS	5
V.	HIPOTESIS	6
VI.	REVISION DE LITERATURA	7
	HISTORIA	
	CONCEPTOS BASICOS	
	DISTRIBUCION DE LOS LIQUIDOS CORPORALES	
	COMPOSICION DE LOS LIQUIDOS CORPORALES	
	INTERCAMBIO DE LIQUIDO ENTRE EL ESPACIO	
	INTRACELULAR Y EXTRACELULAR	
	REGULACION TERMICA	
	COMPOSICION DEL SUDOR	
	EJERCICIO Y ENFERMEDADES POR CALOR	
	CONSIDERACIONES ESPECIALES	
	RECOMENDACIONES PARA UNA HIDRATACION	
	ADECUADA	
VII.	METODOLOGIA	33
VIII.	PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS..	40
IX.	CONSLUSIONES	51
X.	RECOMENDACIONES	52
XI.	RESUMEN	53
XII.	PROPUESTAS PARA UNA HIDRATACION	
	ADECUADA	54
XIII.	BIBLIOGRAFIA	60
XIV.	ANEXOS	63

I. INTRODUCCION

La deshidratación en atletas que practican deportes con disciplinas múltiples en climas cálidos ha sido un problema estudiado en países desarrollados y que ha demostrado ser un riesgo para la integridad física de aquellos que la experimentan. A pesar de la información que se tiene en la actualidad sobre formas de prevenir el desequilibrio hidroelectrolítico, la deshidratación continua siendo un problema durante competencias deportivas.

En la siguiente tesis se realizó un estudio de 60 atletas con diverso grado de experiencia en la práctica del deporte del triatlón y se calculó el porcentaje de peso perdido, cambio en temperatura corporal y alteraciones en la presión arterial durante una competencia realizada en la Base Naval del Pacífico, Puerto Quetzal para determinar el grado de deshidratación y los riesgos implicados al sufrir pérdidas de volumen elevadas.

Se encontró que de los 60 atletas evaluados 26 (43.3%), sufrieron pérdida igual o mayor al 2% de su peso corporal total, nivel al cual inicia a afectarse la capacidad para realizar trabajo. De estos 26 atletas 15 (25%) estaban arriba del 3% de pérdida de peso corporal total lo cual implica esfuerzo excesivo del sistema cardiovascular. De estos 15 atletas 5 (8.3%) tuvieron pérdidas mayores al 5% de su peso corporal, nivel al cual están en riesgo de sufrir aumento peligroso de la temperatura corporal central por mal funcionamiento de sus glándulas sudoríparas y de sufrir daños a órganos internos.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La deshidratación ha sido un problema común durante las competencias deportivas que tienen como característica, la larga duración y los climas cálidos. En la actualidad se han incrementado los deportes que incluyen varias disciplinas, las cuales se llevan a cabo, sin descanso entre un evento y otro requiriendo de una muy buena preparación física. Dentro de esta preparación, se incluyen las prácticas de hidratación como componente básico para mantener un funcionamiento adecuado del metabolismo general.

El triatlón es un deporte que tiene componentes que hacen que sus participantes puedan llegar a deshidratarse fácilmente, sino practican los conocimientos básicos de la hidratación. Primero, es un deporte que conlleva tres disciplinas de carácter aeróbico, en las cuales hay un esfuerzo físico marcado y un gasto metabólico elevado. Segundo, las disciplinas se realizan una seguida de otra, con un período de transición breve, el cual permite únicamente el tiempo suficiente para que los atletas puedan cambiarse de equipo para el próximo evento, tomándoles en promedio pocos minutos. Tercero, es un deporte que usualmente, se practica en áreas que tienen condiciones climatológicas extremas de calor. Por último, las distancias sobre las cuales se realiza tienden a ser lo suficientemente largas como para requerir de un esfuerzo físico por un período prolongado, durando como promedio entre dos a tres horas o más las competencias olímpicas o internacionales, las cuales son comunes en Guatemala.

Las condiciones y características anteriormente descritas han demostrado tener un impacto considerable sobre los atletas durante las competencias realizadas. En un gran número se ve una disminución de la capacidad de continuar con un esfuerzo físico óptimo y deshidratación que varía en grado de severidad, teniendo que recurrir en casos extremos a la reposición de líquidos por vía intravenosa.

El problema de la deshidratación en estos atletas es importante, ya que debido a falta de conocimientos o de prácticas inadecuadas durante las competencias, existen casos que podrían prevenirse. Estos problemas pueden tener repercusiones inmediatas en el estado de salud del atleta como la enfermedad por calor hasta llegar al colapso vascular, en el caso extremo y problemas de tipo renal y hepático a corto y a largo plazo.

III. JUSTIFICACION

La realización de este tipo de estudio permite tener una mejor idea de la realidad de las prácticas de hidratación de los atletas, permitiendo identificar problemas, con la intención de prevenir, a través de la educación, casos de deshidratación.

La incidencia de morbilidad y mortalidad en la población atlética es difícil de verificar pero en Estados Unidos, por ejemplo, se reportaron cinco casos de muerte entre jugadores de fútbol, secundarios a golpe de calor en el año de 1995 (24). Indudablemente los casos no mortales son muchos más. Existen, según lo reportado, entre 10 a 15 casos de golpe de calor, muchos mortales, cada año en Falmouth, Massachusetts, Estados Unidos, en una carrera pedestre famosa (30). En la Peachtree 10K realizada en Atlanta, Georgia, EUA, en 1979 de los aproximadamente 17,500 competidores, 29 de ellos sufrieron golpe de calor severo (24).

En la actualidad la sobrevivencia de golpe de calor es del 90 al 100%; una mejoría significativa comparada con los inicios de este siglo en donde la sobrevivencia era del 20%. Esto se atribuye en gran parte al manejo temprano y agresivo con métodos de enfriamiento corporal (24).

Con los resultados obtenidos se tendrá un mejor conocimiento de la realidad de las prácticas de hidratación en esta población y se harán propuestas para mejorar los conocimientos de los atletas y poner en práctica la prevención de la deshidratación. Se espera que con esto se mejore el rendimiento de los atletas y más importante aun, se puedan prevenir las repercusiones que puedan tener en la salud las prácticas de hidratación inadecuadas.

IV. OBJETIVOS

GENERAL:

1. Determinar la frecuencia de deshidratación en deportistas participantes en la triatlón de la Base Naval del Pacífico, Puerto Quetzal el 16 de agosto de 1998.

ESPECIFICOS:

1. Medir el porcentaje de peso corporal perdido durante competencia basado en peso corporal total antes y después del evento.
2. Medir el cambio en temperatura auricular (medida en el conducto auditivo externo) antes y después del evento.
3. Medir la presión arterial antes y después del evento.
4. Proponer conductas para evitar la deshidratación en los triatletas y así prevenir las repercusiones que pueda tener en la salud de esta población.

V. HIPOTESIS

Existe una deshidratación igual o mayor al 2% de pérdida de peso corporal total durante competencia, cuando el atleta se hidrata "ad libitum".

VI. REVISION DE LITERATURA

A. HISTORIA:

El deporte del triatlón surgió en el año de 1975 en San Diego, California E.U.A. cuando dos aficionados de maratón, Jack Johnstone y Don Shanahan decidieron añadir a un evento de biatlón, que consistía en la combinación de natación y carrera pedestre, una tercera disciplina; el ciclismo. Esta primera triatlón se conoció como el Mission Bay Triathlon, la cual fue promovida en los clubes de natación, atletismo y ciclismo del área. Inició con 2.8 millas de carrera pedestre seguido por 5.25 millas de ciclismo, seguido por 300 yardas de natación, después de la cual corrían un cuarto de milla para llegar a un canal en el cual nadaban unos últimos 50 metros para finalizar en donde habían iniciado. Ese día participaron 46 competidores, lo cual fue un número suficiente para poder organizar eventos de este tipo al año siguiente, en los cuales participó John Collins quien sería el pionero de la competencia más difícil en la historia del triatlón, la "Ironman" de Hawaii (13).

Hoy, la competencia continúa comprendida por las tres disciplinas anteriormente mencionadas, pero el orden de cada una se ha estandarizado. Inicia con natación, seguido por ciclismo y concluye con la carrera pedestre.

Al igual que el orden de la competencia, se han estandarizado las distancias de las mismas. Hay varias versiones, pero por lo general se tiene la distancia olímpica o internacional como la principal, llamada así debido a su participación como evento oficial en las Olimpiadas y porque es la distancia recorrida en el campeonato internacional de la International Triathlon Union

(ITU), organización oficial del triatlón internacional. Esta consiste de 1,500 mts de natación, 40 kms de ciclismo y concluye con 10 kms de carrera pedestre.

Existen, además, las competencias Sprint (750 mts natación, 20 kms ciclismo, 5 kms carrera), half-Ironman (2,000 mts natación, 90 kms ciclismo, 21 kms carrera) y la más difícil de todas, "Ironman" [hombres de acero (3.8 kms natación, 180 kms ciclismo, 42 kms carrera pedestre)].

La competencia del "Ironman" de Hawaii se ha convertido prácticamente en el "mundial de triatlón" siendo la más prestigiosa del mundo. Surgió de la mente de un comandante retirado de la marina de Estados Unidos, John Collins. Una tarde mientras hacía plática con unos amigos, también aficionados al deporte, hicieron una apuesta para ver quien era capaz de soportar una prueba en la cual se combinaban tres competencias famosas de la isla de Oahu. Una prueba de natación en la bahía de Waikiki que recorría 2.4 millas, una prueba de ciclismo alrededor de Oahu de 112 millas y una maratón que se realizaba en esa isla. El reto estaba en realizarlas todas en el mismo día y una tras otra. De esa apuesta surgió la prueba más famosa de todos los tiempos para la comunidad triatleta ya que pone a prueba toda la capacidad física del atleta, así como su concentración mental, sin la cual seguramente fracasaría en conquistar esta prueba. Continúa siendo la competencia más vista y conocida por todos, habiéndose trasladado ahora a Kona, Hawaii. Para poder optar a competir en esta carrera es necesario, primero, clasificar en el transcurso de otras competencias para ganarse uno de los puestos que permiten los organizadores de este evento. Posteriormente a haber clasificado estará ya en condiciones para poder competir sobre 3.8 kms de natación en el mar, 180 kms de ciclismo alrededor de la isla y terminar el día con 42 kms de carrera pedestre, una maratón. Todo esto en condiciones climatológicas

cálidas y a través de aproximadamente, entre 8 a 17 horas de esfuerzo aeróbico constante, para poder llamarse un verdadero "Ironman" u Hombre de Acero (26).

Lo que hace difícil este deporte es el hecho de tener que incorporar tres disciplinas completamente distintas y una tras otra sin descanso. Entre un evento y otro únicamente se descansa el tiempo necesario para cambiar de equipo para el próximo evento. Por ejemplo entre la natación y la bicicleta se tomaría el tiempo solo para secarse, ponerse su licra de ciclismo, una playera y su casco; iniciando cuanto antes su carrera en la bicicleta. Es parte de la competencia también, el poder hacer estas transiciones en el menor tiempo posible lo que hace de este deporte un reto para los que lo practican (26).

B. CONCEPTOS BASICOS

En el deporte es necesario manejar algunos conceptos básicos que corresponden a regulación hídrica, ya que muchas veces se utilizan términos sin tener claro el significado de los mismos.

La hidratación se define como el consumo de líquido, utilizado comúnmente cuando hay sensación de falta hídrica o un estado de deshidratación (29). Usualmente en un estado adecuado de hidratación, la persona no tiene sensación de tener que consumir líquidos y tiene una orina diluida.

En un estado de deshidratación hay un déficit de agua corporal, el cual provoca una disminución en la producción de orina y una sensación de sed (29). Durante estos estados el cuerpo tiene que adecuarse para seguir con los procesos metabólicos necesarios para

el funcionamiento adecuado del cuerpo y tiene repercusiones en la salud general del individuo.

La deshidratación voluntaria, ocurre cuando una persona deja a su cuerpo entrar en déficit hídrico por falta de consumo suficiente para reponer las pérdidas (18). Usualmente tiende a pasar mucho en atletas quienes no beben suficiente agua durante entrenamiento o competencia en las cuales la reposición de líquidos se da libremente o "ad libitum", a criterio del atleta, teniendo efectos múltiples sobre su capacidad de funcionar de una manera óptima y sobre su salud.

C. DISTRIBUCION DE LOS LIQUIDOS CORPORALES

El contenido líquido de un hombre promedio de 70 kilogramos de peso es de aproximadamente 40 litros, lo cual equivale a un 57% de su peso corporal total. Los rangos de contenido líquido para varones varían entre 55 a 60% del peso corporal total y para las mujeres entre 45 a 50% del peso total (22). En términos generales, ésta agua se encuentra distribuida así; 50% en el tejido muscular; 20% en la piel; 10% en la sangre y el resto esta distribuido en los órganos. El cerebro esta compuesto por un 70% de agua; la sangre contiene 82%; el tejido pulmonar esta formado por casi 90% de agua y el músculo esquelético contiene 75% (7). El contenido total de líquido varía según edad, sexo y proporción de tejido muscular vs tejido adiposo. Los niños contienen más líquido que un adulto (edad); los varones proporcionalmente contienen más agua que una mujer, debiéndose al más alto contenido de tejido adiposo en ellas comparado con un varón (sexo); y un cuerpo bien condicionado a través de ejercicio contiene más agua que un cuerpo de un individuo sedentario (proporción tejido muscular vs adiposo).

Aproximadamente 25 litros de los 40 litros totales del cuerpo

se encuentran dentro de las células y se conoce como el líquido intracelular. Todos los líquidos que se encuentran fuera de las células se conocen como líquido extracelular y consisten de aproximadamente 15 litros en un adulto promedio de 70 kilogramos (11).

El compartimento extracelular se subdivide en líquido intersticial y plasma. Adicionales a estos dos subcompartimentos se encuentran otros tres.

El primero es el líquido que se encuentra en el tejido conectivo denso tal como cartilago y tendones. El segundo consiste en el agua que está unida a la matriz ósea, la cual no tiende a variar bajo condiciones fisiológicas. El tercero es el llamado líquido transcelular que está compuesto por secreciones epiteliales, tales como líquido cefaloraquídeo, líquido intraocular, líquidos del tracto gastrointestinal, líquido pleural, líquido sinovial y sudor (22).

El líquido intersticial se encuentra distribuido entre las células y tiene un flujo limitado. Su consistencia se describe como la de un "gel", debido a esta falta de fluidez.

El plasma es la porción no celular de la sangre, consistiendo de 3 litros, aproximadamente del líquido total y forma parte del líquido extracelular, comunicándose constantemente con el líquido intersticial a través de los poros de los capilares. Estos poros permiten el paso de la mayoría de sustancias disueltas y moléculas de agua, lo cual permite que el plasma y el líquido intersticial se mezclen de forma continua.

D. COMPOSICION DE LOS LIQUIDOS CORPORALES

Los iones constituyen aproximadamente 95% de los solutos del

líquido corporal. Los cationes principales del cuerpo son el sodio y el potasio. Existen varias diferencias entre estos dos cationes principales. Primero, estos se encuentran distribuidos de diferente manera, siendo el sodio el principal catión en el líquido extracelular y el potasio casi exclusivamente intracelular. Segundo, casi todo el potasio corporal es de carácter intercambiable a través de los líquidos corporales, mientras que solo un 70% del sodio puede ser intercambiado, ya que el resto se encuentra adherido al tejido óseo. Esta diferencia no se limita únicamente al sodio, ya que la mayor parte del calcio (en hueso) y una gran parte del magnesio (intracelular y óseo) del cuerpo no son intercambiables. Esta distinción entre iones intercambiables y no intercambiables es importante fisiológicamente ya que únicamente los solutos de carácter intercambiable son osmóticamente activos (Tabla 1).

TABLA 1

DISTRIBUCION DE SODIO Y POTASIO EN EL CUERPO

Compartimento Corporal	Na meq/kg peso corporal	K meq/kg peso corporal
Corporal Total	58.0 meq/kg	53.8 meq/kg
Extracelular	52.8 meq/kg	2.5 meq/kg
Intracelular	5.2 meq /kg	51.3 meq/kg
Total Intercambiable	41.0 meq/kg	52.8 meq/kg

Rose, Burton. *Clinical Physiology of Acid-Base and Electrolyte Disorders*. McGraw-Hill, Inc. New York, 1977. Pp. 529.

1. LIQUIDO EXTRACELULAR:

En el líquido extracelular el sodio es cuantitativamente, el único catión de importancia, con cloruro y bicarbonato como los aniones principales. Además, las proteínas plasmáticas esencialmente limitadas al espacio vascular constituyen una fracción importante de los aniones plasmáticos. Existen también cantidades mínimas de potasio, calcio y magnesio como cationes y el fósforo como anion.

Las concentraciones de los cationes y aniones en el líquido extracelular son las siguientes (Tabla 2):

TABLA 2

COMPARTIMENTO PLASMATICO	
CATIONES	
Na	142.0 meq/lt
K	4.3 meq/lt
Ca	2.5 meq/lt
Mg	1.1 meq/lt
Total	149.9 meq/lt
ANIONES	
Cl	104.0 meq/lt
HCO ₃	24.0 meq/lt
HPO ₄ , H ₂ PO ₄	2.0 meq/lt
Proteínas	14.0 meq/lt
Otros	5.9 meq/lt
Total	149.9 meq/lt

COMPARTIMENTO INTERSTICIAL	
CATIONES	
Na	145.1 meq/lt
K	4.4 meq/lt
Ca	2.4 meq/lt
Mg	1.1 meq/lt
Total	153.0 meq/lt
ANIONES	
Cl	117.4 meq/lt
HCO ₃	27.1 meq/lt
HPO ₄ , H ₂ PO ₄	2.3 meq/lt
Proteínas	0.0 meq/lt
Otros	6.2 meq/lt
Total	153.0 meq/lt

Rose, Burton. Clinical Physiology of Acid-Base and Electrolyte Disorders. McGraw-Hill, Inc. New York, 1977. Pp. 529.

2. LIQUIDO INTRACELULAR:

Las células de diferentes órganos tienen composiciones distintas pero básicamente poseen el mismo patrón; siendo mínimas las diferencias.

El líquido intracelular posee como electrolitos principales al potasio, magnesio, fosfatos orgánicos y proteínas. El alto contenido de potasio y la baja concentración de sodio no son mantenidos por una impermeabilidad celular, sino por el mecanismo activo de la bomba Na-K de la membrana que transporta sodio hacia fuera de la célula y potasio hacia adentro.

Como ejemplo se ha tomado la célula muscular, para poder demostrar los contenidos iónicos, los cuales son los siguientes, expresados en meq/lt (Tabla 3):

TABLA 3

CONTENIDO IONICO DE UNA CELULA MUSCULAR

CATIONES	
Na	12.0 meq/lt
K	150.0 meq/lt
Ca	4.0 meq/lt
Mg	34.0 meq/lt
Total	200.0 meq/lt
ANIONES	
Cl	4.0 meq/lt
HCO ₃	12.0 meq/lt
HPO ₄ , H ₂ PO ₄	40.0 meq/lt
Proteínas	54.0 meq/lt
Otros	90.0 meq/lt
Total	200 meq/lt

Rose, Burton. Clinical Physiology of Acid-Base and Electrolyte Disorders. McGraw-Hill, Inc. New York, 1977. Pp.529.

No debe de asumirse que la distribución de estos iones es uniforme a través de la célula, ya que ésta es una estructura heterogénea que contiene diferentes unidades funcionales como, por ejemplo, mitocondrias y retículo endoplásmico, en que las composiciones varían de una a otra (22).

E. INTERCAMBIO DE LIQUIDOS ENTRE ESPACIO INTRACELULAR Y EXTRACELULAR

Las fuerzas osmóticas son las determinantes en la distribución hídrica en el cuerpo. Debido a que el agua puede moverse libremente a través de membranas celulares; los líquidos corporales están en equilibrio osmótico mientras la osmolalidad de los líquidos intracelular y extracelular sea el mismo. Consecuentemente, la distribución del líquido corporal total entre las células y el líquido extracelular esta determinado por el número de partículas osmóticamente activas en cada compartimento. Las sales de sodio son las principales partículas osmolales extracelulares activas y ayudan a la retención de agua en el compartimento extracelular. Igualmente las sales de potasio conforman casi todas las partículas osmolales intracelulares activas y ayudan a la retención de agua dentro de la célula. Aunque la membrana celular es permeable al sodio y al potasio; estos iones pueden actuar como partículas osmolales activas debido a que son restringidas a sus respectivos compartimentos por medio de la bomba de Na-K de la membrana celular. Como resultado, los volúmenes de los líquidos intracelular y extracelular son determinados por el volumen corporal total por la relación entre el sodio intercambiable y el potasio intercambiable.

Bajo condiciones normales el contenido hídrico y electrolítico del cuerpo se mantienen en límites restringidos conforme las variaciones en el consumo dietético diario son igualados por variaciones adecuadas en la excreta urinaria. Sin embargo, es importante conocer las variaciones que pueden darse por cambios fisiológicos durante diferentes situaciones de tipo clínico. Si la osmolalidad de un compartimento líquido es alterado, el agua tiende a moverse a través de la membrana celular para restablecer el equilibrio osmótico, siempre a expensas de otro compartimento (11).

F. REGULACION TERMICA

Aunque el agua no tiene valor calórico alguno, es un elemento esencial. El cuerpo es capaz de sobrevivir por periodos prolongados sin alimentación, pero no sobrevive mucho tiempo sin la ingestión de líquidos. Todas las funciones del cuerpo utilizan agua de una manera u otra, incluyéndose la producción de energía, el control de la temperatura interna, la eliminación de productos de deshecho metabólicos, la circulación y la reparación de células. Grandes cantidades de agua son perdidas diariamente a través de la respiración, sudación y por eliminación. Reponer estas pérdidas es esencial para el funcionamiento adecuado del cuerpo (7).

La temperatura corporal puede mantenerse a los 37 grados centígrados durante el reposo mediante tres mecanismos de termoregulación: convección del calor hacia la superficie cutánea y radiación del calor transferido hacia la atmósfera. Otro mecanismo de pérdida calórica es el aire expirado y su evaporación desde las vías aéreas. Conforme un individuo se ejercita, su metabolismo tiende a elevarse y el cuerpo redistribuye la sangre hacia la piel para poder disipar así más fácilmente el calor, aumentándose las pérdidas por evaporación secundaria a la sudación. Esto ocurre de la misma manera cuando las temperaturas están elevadas y tiende a multiplicarse cuando se ejercita en ambientes cálidos. Cuando la temperatura del ambiente es igual o mayor a la corporal, el principal mecanismo de pérdida de calor es la sudación.

En la regulación térmica corporal interactúan de forma compleja la piel, el sistema cardiovascular y el sistema nervioso central. Existen receptores de la piel llamados de Ruffini, que ascienden por las vías aferentes de la médula espinal y del tronco encefálico hasta el hipotálamo (6). El centro de la regulación

térmica del cerebro se encuentra en el hipotálamo anterior. Las neuronas termosensibles de la región preóptica del hipotálamo anterior son sensibles a temperaturas sanguíneas locales. Estas células, que son altamente especializadas y muy sensibles, se activan cuando la sangre que pasa sobre ellas posee una temperatura mayor a los 37 grados centígrados, iniciando los diversos mecanismos para mantener la temperatura a niveles óptimos. El hipotálamo, como respuesta al calentamiento de la sangre, dilata los vasos cutáneos y estimula la producción de sudor por parte de las glándulas apócrinas, conociéndose todo esto como el reflejo de Bezinger (6).

El hipotálamo establece una temperatura óptima como punto de referencia, recibe y regula las señales de receptores periféricos y activa la respuesta de termoregulación fisiológica, biomecánica y de comportamiento propio para poder reducir a un mínimo la diferencia entre la temperatura óptima establecida y la temperatura real del ambiente.

El calor corporal puede llegar a perderse o conservarse a través de los siguientes mecanismos. Por medio de la alteración del diámetro de los vasos sanguíneos cutáneos; por modificación de la emisión de las glándulas sudoríparas y por variación de pérdidas de calor a nivel pulmonar mediante los cambios en la frecuencia y la profundidad de la respiración. El calor puede transferirse al medio ambiente por medio de conducción, convección, radiación o evaporación.

En climas cálidos, la evaporación del sudor de la piel es el mecanismo predominante de enfriamiento en los humanos. La evaporación produce una pérdida aproximada de 0.58 kcal/ml de agua evaporada. Un adulto sano puede perder de uno a dos litros de agua por hora a través de la sudación y hasta el 5% de su peso corporal total, sin esfuerzo excesivo del mecanismo de enfriamiento

del cuerpo, pero a la pérdida del 2% del peso corporal, existe ya una disminución en la capacidad de realizar eficientemente un ejercicio y con una pérdida mayor al 3%, empieza a comprometerse el sistema cardiovascular (18, 21, 23). Se ha propuesto que una pérdida de hasta el 3% del peso corporal total durante el ejercicio es permisible aunque muchos debaten esto por el hecho de que la capacidad de ejercicio se ve disminuida ya a éste nivel, sin embargo, el debate continua (18). Una pérdida mayor al 5% del peso corporal a través de la sudación puede implicar problemas de mucho peligro para el individuo; las glándulas sudoríparas pueden llegar a no funcionar y esto provocaría un aumento peligroso y rápido de la temperatura corporal central (6). Para saber la pérdida de líquido que sufre un atleta es necesario pesarlo antes y después de la competencia. Por cada libra que pierde se calcula que equivale a una pérdida de 450 ml de agua. Así que si un atleta pierde dos libras durante la competencia, ha tenido una pérdida de 900 ml de agua corporal (23). Por cada 1000 ml de pérdida de agua aumenta la frecuencia cardiaca por 8 latidos por minuto, el gasto cardiaco disminuye por un litro por minuto y la temperatura corporal central aumenta 0.3 grados centígrados (18).

Durante períodos de alto calentamiento corporal el sistema cardiovascular tiende a sufrir cambios dramáticos. El gasto cardiaco aumenta, los vasos cutáneos tienden a dilatarse y se empieza a bombear grandes cantidades de sangre hacia la superficie lo cual da lugar a una redistribución importante. Conforme la frecuencia cardiaca va en aumento, se eleva la presión de latido, el volumen sistólico y la presión venosa sistémica (19).

G. COMPOSICION DEL SUDOR

El sudor contiene electrolitos y urea. Su volumen es

determinado, primordialmente por las demandas de la regulación térmica del cuerpo y pérdidas de ambos agua y electrolitos por esta vía pueden ser elevadas al incrementar los problemas de disipación de calor, tales como el ejercicio, fiebre o temperaturas ambientales elevadas. Volúmenes de sudor tan altos como 8 a 10 litros al día han sido registrados en trabajadores del campo durante los meses cálidos del verano. El volumen de líquido perdido a través del sudor no es fácilmente medible excepto en condiciones experimentales de alto control, pero los cambios agudos en peso corporal son indicadores convenientes y altamente efectivos para cálculos del balance líquido corporal.

El sudor, cualitativamente, se asemeja al líquido extracelular en su composición electrolítica, pero es invariablemente hipotónico comparado al plasma. La concentración de sodio en el sudor de una persona sana, bien hidratada es en promedio de 50 miliequivalentes por litro. Debido a que el sudor es hipotónico, la falta de reposición del sodio lleva a una hipertonicidad progresiva de los líquidos corporales y una disminución en los volúmenes de ambos líquidos extracelular e intracelular. Sin embargo el soluto excretado es derivado principalmente del líquido extracelular y este compartimento por esta razón, pierde desproporcionalmente el volumen. Si la pérdida de agua es corregida pero el déficit en el soluto extracelular no, la concentración total del soluto del líquido extracelular es disminuida y el agua se mueve osmóticamente del compartimento extracelular al intracelular, dejando a la persona con edema celular y contracción del volumen extracelular. La evidencia indica que el consumo de líquidos mejora la capacidad de trabajo durante ambos, ejercicio prolongado de baja intensidad y ejercicio de corta duración pero de alta intensidad. Sin embargo este efecto de mejoramiento se aumenta con bebidas que contienen carbohidratos en forma única o acompañado de sodio (18), (Tabla 4).

TABLA 4**CONTENIDO ELECTROLITICO DE LOS LIQUIDOS
TRANSCELULARES**

LIQUIDO	Na meq/l	K meq/l	Cl meq/l	HCO ₃ meq/l
Saliva	33	20	34	0
Jugo gástrico	60	9	84	0
Bilis	149	5	101	45
Jugo pancreático	141	5	77	92
Líquido ileal	129	11	116	29
Líquido cecal	80	21	48	22
LCR	141	3	127	23
Sudor	45	5	58	0

Rose, Burton. *Clinical Physiology of Acid-Base and Electrolyte Disorders*. McGraw-Hill, Inc. New York, 1977. P. 22.

H. EJERCICIO Y ENFERMEDADES POR CALOR

El espectro de enfermedades relacionadas al calor va desde una sensación de incomodidad hasta casos de muerte. Afortunadamente, los problemas de éste tipo son tratables y prevenibles y el conocimiento de estas condiciones es la base para un tratamiento efectivo y una mejor enseñanza para aquellos que se ejercitan.

Durante el ejercicio aeróbico prolongado el volumen sanguíneo disminuye debido a la pérdida de plasma a través de la sudación. Como consecuencia, la presión arterial tiende a caer y

el cuerpo lucha por suministrar oxígeno a los músculos activos (24). Si no se repone el líquido perdido durante el ejercicio, el nivel de energía del atleta baja proporcionalmente al volumen sanguíneo y afecta la capacidad física en forma directa (2,16).

En el transcurso de un día normal, aun sin ejercicio, el cuerpo pierde más de ocho tazas de agua a través de la excreta urinaria, la piel, los pulmones y el intestino delgado. Durante la actividad aeróbica prolongada, pueden perderse hasta 20 tazas de agua, a través del sudor y la respiración (7). En el transcurso del ejercicio, el músculo genera de ocho a doce veces más calor que durante el reposo. Un 80% de la energía utilizada en los músculos durante el ejercicio es transformado en calor. Si el cuerpo no tuviera los mecanismos diversos de regulación térmica, el ejercicio prolongado elevaría la temperatura corporal tres grados por hora. Esto significa que sin control térmico alguno por parte del cuerpo, tomar un paseo a pie en temperaturas cálidas, provocaría la muerte en el transcurso de dos horas (7,10).

1. ENFERMEDADES DEL CALOR:

Estas enfermedades o afecciones secundarias al calor incluyen el estrés, calambres, edema, síncope, agotamiento y el llamado golpe por calor. Existen diferentes grados de la enfermedad que van desde casos subclínicos hasta casos en que resulta la muerte. En países como Estados Unidos, se han reportado miles de muertes anuales secundarias a golpe de calor (19). Los problemas de agotamiento y "golpe de calor" son los cuadros clínicos de mayor importancia por las consecuencias de las mismas. El ejercicio intenso o prolongado puede producir problemas en la homeostasia del cuerpo, relacionado a incrementos en la temperatura corporal y osmolalidad plasmática,

a disminuciones de volumen plasmático y reservas de carbohidratos y desbalances iónicos en ambos compartimentos intracelular y extracelular. Solos o en combinación estos factores pueden llevar a un desempeño deportivo disminuido o hasta la muerte.

Al existir un aumento en la actividad física, consecuentemente hay un incremento en el metabolismo y la producción de calor por medio del organismo. Cuando el cuerpo genera un calor mayor al que el organismo puede disipar, se originan los trastornos por el calor. Los individuos que practican deporte regularmente y se encuentran en estado físico adecuado, son capaces de soportar una producción de energía de 800 a 1000 kcal/hr, durante períodos prolongados de esfuerzo. Esto provoca aumento de la temperatura corporal de un grado centígrado cada cinco a ocho minutos. Afortunadamente, esto no ocurre en un metabolismo adecuado, debido a que los mecanismos termoreguladores del cuerpo se encargan de mantener la temperatura constante, ayudando a disipar éste calor.

Durante las primeras fases de una actividad deportiva o física de cualquier naturaleza, la temperatura que se registra a nivel muscular es menor a la de la temperatura central corporal. Conforme aumenta de intensidad la actividad, aumenta también la temperatura de los músculos y el proceso tiende a invertirse, dando una mayor temperatura central. Cuando esto ocurre, el calor es transferido hacia la piel, en donde entra en juego el papel de la sudación, el cual se evapora y se convierte en el mecanismo principal de regulación a éste nivel. En clima cálido y húmedo en donde la temperatura del cuerpo es más alta o la evaporación disminuye, la transferencia calórica del cuerpo hacia el ambiente no es eficiente. También se han realizado estudios en los cuales se ha comprobado que el uso de colores oscuros de ropa deportiva, por ejemplo el negro, tienden a provocar una mayor absorción de energía solar y como consecuencia una mayor producción de calor

(28). Todos estos factores tienden a aumentar las temperaturas basales del cuerpo y aumentan la dificultad del cuerpo para transferir este calor hacia el medio ambiente. Esta falta de transferencia tiende a multiplicarse más aun cuando se realiza un ejercicio en un ambiente cálido ya que exige mayor esfuerzo fisiológico, como una consecuencia directa de la mayor vasodilatación y del incremento ergonómico cardíaco. La evaporación del sudor es resultado de la transformación del líquido, sudor, en vapor y su transferencia hacia el medio ambiente. El sudor no se evapora cuando el ambiente es demasiado cálido, resultando en una conservación del calor adentro del cuerpo. La temperatura corporal continúa aumentando y el cuerpo continúa con el proceso de sudación para tratar de contrarrestar éste aumento térmico. Ocurre entonces pérdida elevada de líquido corporal y una disminución del volumen sanguíneo total. Como consecuencia hay una caída en la presión arterial y nuestro cuerpo empieza a luchar para mantener perfundidos a los músculos que están trabajando. Conforme se acumula más el calor, el mecanismo de sudación del cuerpo tiende a desactivarse para prevenir la pérdida excesiva de líquidos y la temperatura central inicia a alcanzar niveles tan altos como para causar daños graves, hasta la muerte.

a. CUADRO CLINICO:

Las manifestaciones leves de la enfermedad por el calor se presentan como estrés y calambres. En el estrés térmico existe una aceleración de la frecuencia cardíaca, una alza de la presión arterial, mareo, inquietud, fatiga, labilidad emocional y cambios leves a nivel intelectual. Los calambres provocados por el calor tienden a ser consecuencia de la deficiencia de sodio en el cuerpo. Los síntomas de éstos incluyen los espasmos musculares, debilidad, fatiga, náusea y vómito (1,2,6,12,19,24,27,30).

Las enfermedades por el calor se definen por las reacciones del

organismo al exceso de calor corporal. El agotamiento térmico se diferencia del "golpe de calor" por no poseer manifestaciones de disfunción del sistema nervioso central.

En el agotamiento térmico las manifestaciones clínicas se expresan por náusea, vómitos, irritabilidad, cefalalgia, signos vitales ortostáticos, síncope, disnea, debilidad, piloerección, sudación profusa y una disminución leve de las funciones mentales. La temperatura corporal puede ser normal o estar levemente elevada, no pasando de los 39 grados centígrados. El agotamiento térmico es consecuencia de tres mecanismos fisiopatológicos, los cuales son deshidratación, pérdida de electrolitos y alcalosis respiratoria secundaria al ejercicio. Cada síndrome representa un desenlace diferente y diferentes procesos fisiopatológicos en respuesta al mismo estímulo, el calor. Los síntomas van acordes al proceso fisiopatológico que predomina en el momento de la afección. La depleción primaria de agua ocasiona una intensa sed en el paciente. Como puede deducirse de esto, la sed es una respuesta tardía al problema que está ya en proceso. En raras ocasiones hay calambres y comienzan horas después de iniciado el ejercicio. La sintomatología relacionada con la pérdida de sodio incluye la fatiga, calambres, vómitos, debilidad y sed. Estos problemas inician usualmente, después de tres a cinco días de un incremento en la actividad física. La sintomatología producida por problemas de alcalosis respiratoria secundaria al ejercicio se manifiesta como tetania, espasmos carpopedales, cólicos abdominales, síncope y es de carácter agudo. No obstante, las formas puras de agotamiento por calor son infrecuentes. Puede darse también, la combinación de estos tres tipos de cuadros sintomatológicos en cualquier orden. La reposición hidroelectrolítica debe llevarse a cabo una vez se hayan determinado los electrolitos séricos (5,10,16,17,25).

2. GOLPE DE CALOR

El golpe por calor o insolación es el resultado de una respuesta

insuficiente de los mecanismos de regulación térmica corporal y se considera una verdadera urgencia médica ya que a medida que el sistema termoregulador homeostático fracasa y la temperatura corporal central se eleva hasta grados extremos, puede tener lugar rápidamente una lesión irreversible del sistema nervioso central. Su causa no se ha determinado exactamente, pero se ha propuesto que se debe a una depleción volumétrica que lleva a una vasoconstricción periférica que disminuye la transferencia del calor al entorno y da como resultado una marcada hipertermia que puede producir daño celular si no es tratada inmediatamente (6,19,24).

La incidencia y mortalidad de la población atleta son difíciles de verificar, pero en Estados Unidos, por ejemplo se reportaron cinco casos de muerte entre jugadores de fútbol secundarios a golpe de calor en el año de 1995 (24).

En la actualidad la sobrevivencia de golpe de calor es de 90 al 100%; una mejoría significativa comparada con los inicios de éste siglo en donde la sobrevivencia era del 20%. Esto se atribuye en gran parte al manejo temprano y agresivo con métodos de enfriamiento corporal (24).

El golpe de calor ocurre en dos formas, la clásica y por esfuerzo o secundaria al ejercicio. Las manifestaciones clínicas principales en general son una temperatura de 39 grados centígrados o mayor, hipotensión, vómitos, diarrea, coma, convulsiones y cambios en el estado psíquico.

En el laboratorio pueden darse pruebas anormales que incluyen un incremento en las cifras de aminotransferasas de aspartato y alanina, deshidrogenasa láctica y creatinfosfocinasa; hay proteinúria, cilindros granulados en orina, hematuria y mioglobinúria (19).

La versión clásica se reconoce por la tríada de hiperpirexia,

anhidrosis y cambios en el estado mental. Esta ocurre generalmente durante ondas de calor climatológicas y afecta típicamente a los extremos de edad, muy pequeños y ancianos y aquellas personas que poseen alguna enfermedad crónica, debilitante. Esta forma es resultado de una carga de calor exógena que sobrecarga las habilidades del cuerpo para combatirla (6,19,24).

En contraste, el atleta está en riesgo elevado de padecer de golpe de calor por esfuerzo. La víctima no se encuentra en los extremos de edad y está libre de enfermedades crónicas o debilitantes y la ocurrencia de éstos casos tiende a ser esporádica. El calor exógeno determinado por aire, temperatura, humedad y radiación solar se combina con la carga de calor endógena determinado por el metabolismo y la acción muscular, y sobrepasan los mecanismos del cuerpo de disipación de calor, creando un estrés calórico no compensado. (Tabla 5).

TABLA 5

COMPARACION ENTRE GOLPE DE CALOR CLASICO Y POR EJERCICIO

VARIABLE	CLASICO	POR EJERCICIO
Edad	Ancianos	Hombre 15-45 años
Salud	Enfermo crónico	Sano
Actividad	Sedentario	Enérgico
Drogas	Anticolinérgicos	Ninguna
	Diuréticos	
	Antipsicóticos	
	Antihipertensivos	
	Antidepresivos	

(VARIABLE)	(CLASICO)	(POR EJERCICIO)
Sudoración	Generalmente ausente	Presente
Acidosis láctica	Ausente	Presente
Rabdomiolisis	Ausente	Presente
Hiperuricemia	Moderada	Severa
Fallo renal agudo	Menor al 5%	25-30%
Hipocalcemia	Infrecuente	Marcada
CID	Leve	Severa
CPK/aldolasa	Elevación leve	Muy elevado
Hipoglucemia	Infrecuente	Frecuente

Bracker, Mark. Lesiones Ambientales y Térmicas, Clínicas de Medicina Deportiva: Editorial Interamericana, McGraw-Hill, Madrid. Vol. 2, 1992. Pp. 427-433.

A diferencia de los pacientes con golpe de calor clásico, las víctimas de golpe por esfuerzo continúan aun con sudación. Por ésta razón el diagnóstico se basa en cambios de estado mental y una temperatura central mayor a los 40.5 grados centígrados o 41 grados por vía rectal. El tomar la temperatura rectal inmediatamente es crucial en la evaluación de un paciente con posible golpe de calor. Por razones de mayor comodidad puede utilizarse también la medida de la temperatura por vía oral, axilar o auricular, pero la vía rectal continua siendo la más confiable (20).

Los cambios en estado mental asociados con golpe de calor por esfuerzo incluyen coma, confusión y desorientación, así como comportamiento psicótico. Las convulsiones podrian no estar presentes al inicio del cuadro pero suelen ocurrir durante el periodo de enfriamiento. Pacientes comúnmente colapsan físicamente. Síntomas tales como debilidad y mareo son comunes pero usualmente pasan desapercibidos y el paciente los presenta de forma aguda. Otros síntomas físicos iniciales incluyen taquicardia sinusal, hipotensión y raramente el choque. Cambios de tipo

electrocardiográfico incluyen también un incremento de QT, defecto de conducción intraventricular, bloqueo de rama derecha del haz de His y bloqueo izquierdo del mismo haz, desviación del eje eléctrico a la izquierda, depresión de ST y anormalidades de la onda T, así como bloqueo arteriovenoso de primer grado. Las arritmias tienden a ser consecuencia de hipoxia y acidosis. El médico tratante debe de mantener en mente la posibilidad de otras enfermedades que pueden causar ésta sintomatología como lo son infarto cerebral medio, meningitis, efectos de drogas que inhiben la función autónoma, efectos de drogas que incrementan el calor endogeno, hipoglicemia, hiponatremia y paludismo (1,6,12,19,27).

Cuando no es tratado adecuadamente, el golpe de calor puede causar daño celular cardíaco; necrosis hepática, manifestada por el incremento en las cifras de los estudios de función hepática y se da a relucir de tres a cinco días después del daño inicial; rabdomiólisis; coagulación intravascular diseminada que aparece al inicio del golpe de calor y puede dar la aparición de equimosis y petequias ya que tienden a estar alterados los tiempos de protrombina, nivel de fibrinógeno y productos de degradación de fibrina; distrés respiratorio del adulto y fallo renal que es de tipo agudo y suele aparecer de tres a cinco días después del daño inicial. El tratamiento adecuado de casos en el campo, por ésta razón, puede salvar vidas.

La mortalidad temprana en estos pacientes tiende a ser a consecuencia del daño neurológico, pero la hipertermia puede llegar a afectar cualquier órgano o sistema. Los órganos más comúnmente dañados, ya que son más susceptibles al calor son riñón, hígado, músculos y el sistema de coagulación (6,19,24).

Entre los indicadores de mal pronóstico están la temperatura central que supera los 42.2 grados centígrados, un nivel de aminotransferasa de aspartato mayor de 1,000 unidades/ml en las primeras 24 horas y coma que dure más de dos horas. La mortalidad

tiende a estar en función de la duración de la hipertermia y de la intensidad de la misma. El coma que persiste por mucho tiempo y las alteraciones en el estado psíquico suelen acompañarse de cifras mayores de morbilidad y mortalidad. Tienen que tomarse todos estos criterios en consideración como pronóstico del paciente, ya que la temperatura sola, no es indicador del mismo. La mortalidad en general secundaria al golpe de calor va del 10 al 75% dependiendo de los factores discutidos (19).

I. CONSIDERACIONES ESPECIALES

1. TERMOREGULACION EN NIÑOS:

Debido a factores morfológicos y fisiológicos, los niños son termoreguladores menos efectivos que los adultos, durante el ejercicio en climas cálidos. Las diferencias mayores son una mayor relación área por masa en los niños, su nivel más bajo de sudación, una producción de calor metabólico más elevado por unidad de masa corporal, una menor capacidad de aclimatación al calor y una tolerancia reducida en relación a capacidad de esfuerzo en combinación con climas cálidos.

Cuando existe un grado de deshidratación y se le ofrece al niño agua "ad libitum", tiende a sufrir deshidratación comparable a la de un adulto, con la diferencia de que el niño tiende a aumentar más rápidamente su temperatura corporal central que un adulto.

Un elemento importante en cuanto a rehidratación en esta población es el uso de bebidas con sabores múltiples y de color atractivo, ya que se han realizado estudios en los cuales los niños tienden a beber más cuando les es agradable al paladar (3,4).

2. TERMOREGULACION EN ANCIANOS:

El envejecimiento se asocia usualmente con una disminución de la función fisiológica del cuerpo. Por esta razón existe dificultad en la regulación de la temperatura corporal, especialmente en climas cálidos. Existen estudios de laboratorio que comprueban que hay un aumento mayor de la temperatura corporal, niveles bajos de sudación y mayor pérdida de líquidos en los individuos de edad avanzada.

La mayor diferencia en atletas de edad avanzada, se atribuye al hecho que, la piel constituye uno de los mecanismos más importantes de termoregulación y al avanzar en edad, la piel pierde su capacidad de disipación de calor secundario a degeneración vascular subcutánea. El flujo sanguíneo hacia la piel para disipación del calor se ve disminuido y por esa razón el bajo funcionamiento de éste mecanismo.

A pesar de estas diferencias, el atleta de edad avanzada puede continuar compitiendo, media vez esté en un programa de entrenamiento adecuado y se aclimate para las competencias en áreas cálidas (14).

J. RECOMENDACIONES PARA HIDRATACION ADECUADA

Es necesario primero, hacer conciencia en los atletas de la necesidad de una hidratación adecuada y los peligros que corren al no cumplir con las necesidades líquidas del cuerpo. Se sugiere que el agua no es el mejor líquido para hidratación durante un evento deportivo ya que se absorbe menos eficientemente que soluciones diluidas de carbohidratos y electrolitos (8); además

el contenido de carbohidratos de la solución ayuda a reponer las pérdidas ocasionadas por el ejercicio, aumentando así la capacidad de trabajo del músculo. El contenido sódico de estas soluciones ayuda a la reposición de las pérdidas a través del sudor. El consumo de agua sola, durante competencias de larga duración, puede provocar una dilución plasmática que lleva a una hiponatremia. Se ha sugerido que ocurre en eventos que duran más allá de 4 horas, pero la reposición de sodio durante eventos más cortos tiene igual importancia, ya que una hiponatremia leve, puede llevar a la disminución del deseo de consumir líquidos por el hipotálamo, llevando al atleta a hipo-hidratarse.

La cantidad de líquidos adecuados para reponer no se puede medir, ya que las necesidades dependen del atleta como un individuo. Infiuye el nivel físico del atleta, así como su capacidad de sudar y de soportar temperaturas máximas. Se sugiere que se debe consumir, idealmente la cantidad equivalente a la pérdida por sudor.

Una forma de mejorar el consumo de líquidos es a través del uso de bebidas especialmente formuladas con un contenido de 4 a 8% de carbohidratos y de 10 a 20 mmol por litro de sodio, concentraciones que han demostrado un máximo de absorción a nivel intestinal. Usualmente vienen con sabores distintos, factor que también influye en la ingesta, ya que entre más agradable es para el paladar, más se consume (3,4,5,7, 8,16,18,25).

VII. METODOLOGIA

A. TIPO DE ESTUDIO:

DESCRIPTIVO-TRANSVERSAL

B. PROCEDIMIENTO:

Se tomó a los atletas de la Federación Nacional de Triatlón de Guatemala que realizaron la competencia en la Base Naval del Pacífico, Puerto Quetzal el 16 de agosto de 1998 y se evaluó la deshidratación sufrida a través de una competencia de triatlón que comprendió las distancias de 750 mts de natación, 20 kms de ciclismo y 5 kms de carrera pedestre, tomando como métodos de evaluación la temperatura auricular (medida en el conducto auditivo externo) y el peso corporal antes y después de la prueba. También se evaluó la presión arterial antes y después de la competencia. Para cada atleta se llenó una boleta de recolección de datos, anotando nombre y número de competencia. Posteriormente se registró el peso corporal en la boleta de recolección de datos de cada atleta pesándolos en una pesa médica balanceada antes de la prueba a realizar. Se tomó la temperatura auricular antes de la competencia por medio de un termómetro Thermoscan con una precisión de una décima de grado centígrado y se anotó en la boleta de datos. La presión arterial fue evaluada con esfigmomanómetro calibrado en el brazo derecho y se anotó en la boleta de recolección de datos. Durante la competencia se permitió a los atletas beber "ad libitum"; la cantidad de líquidos que deseaban. Los atletas que participaron en el estudio fueron tomados directamente del área de la meta al haber finalizado la competencia, sin haber consumido líquidos y se pesaron nuevamente y se anotó este peso en la boleta de recolección de datos. Igualmente se tomó una medición de la temperatura auricular después de la competencia y se anotó en la boleta de recolección de datos. Se repitió una toma de presión

arterial y se anotó en la boleta de recolección de datos. Posteriormente se hicieron los cálculos necesarios para evaluar el porcentaje de peso perdido durante la competencia, tomando el peso inicial como el 100% para dar la diferencia de porcentaje; porcentaje de peso perdido. Se calculó la diferencia en temperatura auricular, evaluando si existía alza en la misma. Se compararon las dos medidas de presión arterial.

C. LUGAR Y TIEMPO DE REALIZACION DEL ESTUDIO:

El estudio se llevó a cabo durante los meses de junio a agosto de 1998. Se recolectaron los datos generales de los atletas en la Federación Nacional de Triatlón de Guatemala localizado en el Palacio de los Deportes segundo nivel, oficina 18, en la zona 4 de la ciudad capital. La evaluación se realizó el 16 de agosto de 1998 a las 8:00 hrs a.m. en la Base Naval del Pacífico, Puerto Quetzal en el transcurso de una competencia de triatlón que comprendió las distancias de 750 mts de natación, 20 kms de ciclismo y 5 kms de carrera pedestre.

Las mediciones se realizaron debajo de un rancho localizado en la salida/meta de la competencia en donde se encontraban tres balanzas, tres esfigmomanómetros y un termómetro Thermoscan y siete personas capacitadas para la toma de mediciones.

D. POBLACION Y SUJETO DE ESTUDIO:

Se tomó el 100% de los participantes de la prueba descrita que deseaban participar en el estudio. El sujeto de estudio

fueron los atletas inscritos en la Federación Nacional de Triatlón de Guatemala y que compitieron en la triatlón de la Base Naval del Pacífico, Puerto Quetzal el día 16 de agosto de 1998.

E. CRITERIOS DE INCLUSION:

Atletas inscritos en la Federación Nacional de Triatlón de Guatemala.

Atletas que participan en la categoría Sprint (750 mt-20 km-5 km).

Participación en la triatlón de la Base Naval del Pacífico, Puerto Quetzal del 16 de agosto de 1998.

Atletas que quieren participar en el estudio.

F. CRITERIOS DE EXCLUSION:

Atletas inscritos en la Federación Nacional de Triatlón de Guatemala, participando en la competencia que no desean participar en el estudio.

G. VARIABLES

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Escala de Medición	Unidad de Medida
Deshidratación	Efecto de quitar el agua a un cuerpo.	Cualquier atleta que sufra pérdida de agua corporal.	Nominal	Porcentaje de pérdida de peso corporal.
Peso	Efecto de la gravedad sobre un cuerpo que es medible.	Efecto de la gravedad sobre los cuerpos de los atletas, medible con escala.	Numérica	Libras
Temperatura corporal	Grado de calor del cuerpo.	Grado de calor en los cuerpos de los atletas.	Numérica	Grados centígrados
Presión Arterial	Fuerza ejercida por la sangre circulante sobre las paredes de las arterias.	Fuerza ejercida por la sangre circulante sobre las paredes de las arterias de los atletas.	Numérica	Mm de mercurio

H. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCION DE INFORMACION:

Se solicitó autorización por parte de la Federación Nacional de Triatlón, para la realización del estudio.

Se solicitó autorización del Departamento de Medicina Aplicada al Deporte de la Confederación Deportiva Autónoma de Guatemala para la realización del estudio.

Se solicitó asesoría constante del programa de Actividad Física y Medicina del Deporte, Facultad de Ciencias Médicas USAC.

Se solicitó colaboración por parte de los organizadores del evento y los atletas participantes.

I. CONSIDERACIONES ETICAS:

Autorización por parte del departamento de Medicina Aplicada al Deporte de la Confederación Deportiva Autónoma de Guatemala y por parte de la Federación Nacional de Triatlón para la realización del estudio.

Autorización por parte de los triatletas para su participación en el estudio.

Autorización por parte de los organizadores del evento para la realización del estudio.

Autorización por parte del Programa de Actividad Física y Medicina del Deporte, Facultad de Ciencias Médicas USAC para asesoría constante.

J. RECURSOS:

1. Materiales:

- Boleta de recolección de datos
- Pesas médicas balanceadas para cuantificación de peso.
- Termómetro Thermoscan para medición de temperatura auricular.
- Esfigmomanómetros calibrados para toma de presión arterial.

2. Físicos:

- Departamento de Medicina Aplicada al Deporte de la Confederación Deportiva Autónoma de Guatemala
- Federación Nacional de Triatlón
- Programa de Actividad Física y Medicina del Deporte, Facultad de Ciencias Médicas USAC
- Biblioteca de la Facultad de Ciencias Médicas USAC
- Biblioteca del Hospital de Traumatología del I.G.S.S.
- Biblioteca del I.N.C.A.P.
- Biblioteca del Hospital Roosevelt
- Biblioteca de la U.F.M.
- Archivo de la Federación Nacional de Triatlón
- Instalaciones de la Base Naval del Pacífico, Puerto Quetzal

3. Humanos:

- Colaboración del personal de la Federación Nacional de Triatlón
- Colaboración del personal calificado para la realización de las mediciones.
- Colaboración del personal de bibliotecas
- Colaboración de los atletas inscritos en la federación de triatlón.
- Colaboración por los organizadores del evento

4. Económicos:

- Impresión y reproducción de boletas de información y encuestas.
- Gastos de materiales de oficina
- Impresión y reproducción del informe de tesis
- Información recabada en Internet
- Transporte y viáticos para el viaje al evento

**VIII. PRESENTACION Y ANALISIS DE
RESULTADOS**

VIII. PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS

Se realizó la evaluación del porcentaje de pérdida de peso, variación de temperatura auricular y presión arterial en los atletas que participaron en la triatlón de la Base Naval del Pacífico, Puerto Quetzal realizada el 16 de agosto de 1998 en condiciones climatológicas de 30 grados centígrados al inicio de la competencia y 39 grados centígrados al finalizar la última medición y humedad ambiental del 68%. Los datos fueron trasladados a boletas para recolección de datos y posteriormente analizados.

CUADRO NO. 1

PORCENTAJE DE PESO CORPORAL PERDIDO POR ATLETAS BASADO EN DIFERENCIA DE PESO PRE Y POST COMPETENCIA

% DE PESO PERDIDO	NO.	PORCENTAJE
<1	19	31.7%
1-2	17	28.3%
2.1-3	9	15%
3.1-4	6	10%
4.1-5.	4	6.6%
>5	5	8.4%
TOTAL	60	100%

FUENTE: Boleta de recolección de datos.

Observamos que 17 (28.3%) de los 60 atletas sufrieron una pérdida de peso del 1 al 2% de su peso corporal total y 19 (31.7%) menor al 1% de su peso corporal total. Existe un grado leve de

deshidratación en la mayoría de estos atletas, ya que hubo pérdida de peso. Pocos atletas mantuvieron su peso. Idealmente no debería haber pérdida de peso, sin embargo las condiciones climatológicas eran extremas y la actividad consiste de una prueba que requiere de un gasto metabólico elevado. Los 17 atletas con pérdida del 1 al 2% de su peso corporal están expuestos a un rendimiento atlético disminuido por el esfuerzo mayor que debe de realizar el metabolismo para funcionamiento óptimo y más importante aun, es el riesgo que corren de sufrir un grado de deshidratación más severo.

De los 60 casos, 15 (25%) tuvieron pérdidas de peso corporal de 3 hasta mas de 5% de su peso total. Estos pacientes están en alto riesgo de sufrir enfermedades por calor durante competencia debido al compromiso cardiovascular que experimentan. Además, están en riesgo de sufrir problemas tardíos relacionados con funciones hepáticas y renales.

CUADRO NO. 2

ALZA EN TEMPERATURA CORPORAL EN ATLETAS POST COMPETENCIA EN GRADOS CENTIGRADOS

ALZA EN TEMPERATURA	NO.	PORCENTAJE
<0.5	15	25%
0.5-1	16	27%
1.1-1.5	15	25%
1.6-2.0	9	15%
>2	5	8%
TOTAL	60	100%

FUENTE: Boleta de recolección de datos.

De los 60 atletas observamos que 15 (25%) no alteraron su temperatura en más de 0.5 grados centígrados y 16 (26.6%) variaron de 0.5 a 1 grado centígrado. De todos los atletas 5 (8.3%) tuvieron alza mayor de 2 grados centígrados. Ninguno de los atletas tuvo una temperatura medida mayor a los 39 grados centígrados después de la competencia.

A pesar de las variaciones en peso corporal y la obvia pérdida de líquidos a través de la sudación, los mecanismos termoreguladores de los 60 atletas evaluados pudieron mantener en límites aceptables las temperaturas corporales, para evitar así daños al organismo, aunque se registraron 8 (13.3%) temperaturas por arriba de los 38 grados centígrados, 5 de los cuales tuvieron pérdidas mayores al 2% de su peso corporal total. Ninguno de estos atletas padecía hipertermia antes de la competencia por lo que puede deducirse que se debe al esfuerzo físico realizado y el grado de deshidratación sufrido.

CUADRO NO. 3

VARIACION DE PRESION ARTERIAL PRE Y POST COMPETENCIA

PRESION ARTERIAL	NO.	PORCENTAJE
NO VARJO	30	50%
SE ELEVO	18	30%
BAJO	12	20%
TOTAL	60	100%

FUENTE: Boleta de recolección de datos.

Para determinación de variaciones en la presión arterial se toma la media entre la presión sistólica y la presión diastólica.

De los 60 atletas evaluados, 30 de ellos (50%) no varió su presión arterial al finalizar la competencia; 18 (30%) tuvieron un alza en la misma y 12 (20%) casos tuvieron disminución.

Al iniciar un cuadro clínico leve de enfermedad por calor, denominado estrés térmico, dentro de los primeros signos medibles esta el alza de la presión arterial. Se puede asumir que los 18 casos de alza de presión arterial se deben a atletas que estuvieron sufriendo de estrés térmico.

Cuando existe un grado de enfermedad por calor el atleta puede entrar en un cuadro de agotamiento térmico, en el cual, dentro los signos medibles, está la disminución de la presión arterial secundaria a pérdida de volumen sanguíneo por sudación aumentada. Puede asumirse que los 12 atletas con disminución en la presión arterial estaban padeciendo agotamiento térmico. Cabe mencionar que todos estos atletas presentaron una pérdida mayor al 2% del peso corporal total.

CUADRO NO. 4

ATLETAS QUE SUFRIERON PERDIDA DE PESO CORPORAL TOTAL IGUAL O MAYOR AL 2%

% DE PESO PERDIDO	NO.	PORCENTAJE
<2	34	56.7%
≥ 2	26	43.3%
TOTAL	60	100%

FUENTE: Boleta de recolección de datos.

Podemos observar que 34 (56.7%) de los 60 atletas evaluados tuvieron una pérdida de peso menor al 2% de su peso corporal total y 26 (43.3%) de ellos tuvieron pérdida de peso igual o mayor al 2% de su peso corporal total.

Esto demuestra que un número elevado de los atletas evaluados experimentó pérdidas líquidas significativas en cuanto a su habilidad para continuar con una actividad aeróbica de forma eficiente. Para un atleta en competencia implica un nivel disminuido de competitividad. Más importante aun es el hecho de que dentro de este grupo existen 15 (25%) que exceden el 3% de pérdida de peso corporal, corriendo el riesgo de sobrecargar los sistemas termoreguladores del cuerpo comprometiendo su integridad física a corto y a largo plazo.

CUADRO NO. 5

VOLUMEN DE LIQUIDO CORPORAL PERDIDO EN BASE A PESO PERDIDO EXPRESADO EN LITROS

LITROS PERDIDOS	NO.	PORCENTAJE
<1	31	52%
1-2	17	28%
2-3	7	11.6%
>3	5	8.4%
TOTAL	60	100%

FUENTE: Boleta de recolección de datos.

Observamos que, en base a la cantidad de peso perdido, 31 (52%) de los atletas presentaron una pérdida de líquido menor a 1 litro; 17 (28%) de los atletas sufrieron pérdidas de 1 a 2 litros; 7 (11.6%) de los atletas sufrieron pérdidas de 2 a 3 litros y 5 (8.4%) de ellos tuvieron pérdidas que superaron los 3 litros de líquido.

La cantidad de líquido perdido es proporcional a la pérdida de peso. Los 31 atletas que sufrieron pérdidas menores a 1 litro, puede asumirse que ingirieron líquidos suficientes para contrarrestar las pérdidas, dadas las condiciones climatológicas en las cuales competían. En el resto del grupo la ingesta de líquidos no fue suficiente para contrarrestar las pérdidas.

Dentro de esto entran en juego varias condiciones que fueron discutidas anteriormente, como lo son, la preparación física de cada atleta, contenido líquido inicial, prácticas de hidratación antes de la competencia y la condición de climatización de cada individuo así como el metabolismo individual de cada atleta el cual determina si tiene tendencia mayor hacia la sudación comparado con otros atletas.

CUADRO NO.6

PORCENTAJE DE PESO PERDIDO COMPARADO CON EL TIEMPO DE PRACTICAR EL DEPORTE DE TRIATLON

% PESO PERDIDO	PRACTICA DEL TRIATLON				TOTAL
	<1 año	1-2 años	3-4 años	>4 años	
<2	13	17	1	3	34
>2	5	11	6	4	26
TOTAL	18	28	7	7	60

FUENTE: Boleta de recolección de datos.

Observamos que dentro del grupo de 60 atletas evaluados 46 (76.6%) de ellos llevan 2 años o menos de practicar el deporte del triatlón y 14 (23.4%) de ellos llevan 3 años o más. Dentro del primer grupo se observa que 16 (26.6%) de ellos sufrieron pérdida de peso mayor o igual al 2% y 30 (50%) tuvieron una pérdida menor al 2%. El grupo de atletas más experimentado en el deporte del triatlón tuvo 10 (16.7%) de los atletas que sufrieron pérdida de peso mayor o igual al 2% y 4 (6.7%) de los atletas que tuvieron pérdida menor al 2%.

En base a esto el grupo con menor experiencia demostró menor porcentaje de pérdida de peso que el grupo con mayor experiencia en el deporte de triatlón, en el grupo que se estudió.

En un gran número de ocasiones, los atletas que practican este deporte vienen de practicar una de las tres disciplinas que contiene el triatlón, así que el tiempo de practicar el triatlón no refleja la experiencia deportiva que tiene cada atleta ni su capacidad para termoregulación.

CUADRO NO. 7

PORCENTAJE DE PESO PERDIDO EN RELACION AL PUESTO OBTENIDO

% PESO PERDIDO	PUESTO OBTENIDO			TOTAL
	1-10	11-20	RESTO	
< 2%	4	4	26	34
≥ 2%	6	6	14	26
TOTAL	10	10	40	60

FUENTE: Boleta de recolección de datos.

En este cuadro observamos que de los primeros diez lugares, 6 (10%) sufrieron pérdida de peso igual o mayor al 2%. De los lugares 11 al 20 también 6 (10%), sufrieron pérdida igual o mayor al 2%.

Se observa que 26 atletas sufrieron pérdida de peso igual o mayor al 2%. De estos, 12 se encuentran entre los primeros veinte lugares. Se observa que existe una tendencia para mayor grado de pérdida de porcentaje de peso en los atletas que terminan en los primeros lugares, debiéndose, probablemente a que la mayor competitividad de estos atletas hace que ellos sufran más las consecuencias de una deshidratación secundaria a un esfuerzo mayor realizado con un gasto metabólico elevado y producción de calor endógeno mayor al de los atletas menos competitivos. Otro factor que puede influir es que los atletas de alta competitividad están menos dispuestos a "perder tiempo" hidratándose.

CUADRO NO. 8

PORCENTAJE DE PERDIDA DE PESO EN RELACION CON ALZA EN TEMPERATURA CORPORAL

% PESO PERDIDO	CAMBIO TEMPERATURA					TOTAL
	<0.5	0.5-1	1.1-1.5	1.6-2	>2	
<2%	9	8	9	4	4	34
>2%	6	8	6	5	1	26
TOTAL	15	16	15	9	5	60

FUENTE: Boleta de recolección de datos.

Observamos una variabilidad en cuanto a alzas de temperatura relacionadas con el porcentaje de pérdida de peso. Se observa que de los 60 atletas evaluados 15 (25%) de ellos aumentaron en menos de 0.5 grados su temperatura, de los cuales 6 (10 %) tuvieron pérdida de peso mayor al 2%. Se tuvo a 5 (11.7%) atletas que aumentaron mas de 2 grados su temperatura, 4 (6.7%) perdieron menos del 2% de peso y 1 (1.6%) perdió igual o mayor al 2% de su peso corporal total.

En base a esto se puede decir que no existió una relación directa entre el porcentaje de peso perdido y el alza en temperatura corporal en la muestra estudiada. Esto se debe a que el aumento en temperatura se basa más en el volumen de líquido perdido y no en el porcentaje de peso perdido, habiendo una alza de aproximadamente 0.3 grados centígrados por cada litro que se pierde. Los mecanismos de termoregulación corporal son diversos y pueden lograr efectividades diversas en cada atleta. Ninguno de los atletas tuvo alzas mayores a los 39 grados centígrados.

CUADRO NO. 9

PORCENTAJE DE PERDIDA DE PESO EN RELACION CON CAMBIOS EN LA PRESION ARTERIAL

% PESO PERDIDO	CAMBIO P/A			TOTAL
	IGUAL	MAYOR	MENOR	
<2%	20	14	0	34
≥2%	10	4	12	26
TOTAL	30	18	12	60

FUENTE: Boleta de recolección de datos.

Observamos que 30 (50%) de los casos no presentaron alteración en la medida de presión arterial, de los cuales 10 (16.6%) tuvieron pérdida de peso corporal igual o mayor al 2% y 20 (33.3%) casos tuvieron pérdida de peso corporal menor al 2%. En 18 (30%) casos hubo alza en la presión arterial final, 4 (6.6%) de los cuales tuvieron pérdidas igual o mayores al 2% y 14 (23.3%) tuvieron pérdidas menores al 2%. En 12 (20%) casos se observa una disminución en la presión arterial, de los cuales todos presentaron pérdida igual o mayor al 2%.

De los 30 casos que no variaron 10 tuvieron pérdidas mayores o igual al 2% y 20 menor al 2%.

En los 18 casos de alza de presión hay 4 casos que se explican por la pérdida de volumen. Los 14 casos que tuvieron pérdida menor al 2% pueden explicarse debido a que muchos atletas no practican conductas de hidratación adecuada antes de competencia y se encuentran en cierto grado de deshidratación antes de iniciar.

Los 12 casos de disminución de presión arterial se explican por pérdida volumétrica ya que todos experimentaron pérdidas significativas de porcentaje de peso corporal total.

La tendencia hacia cambios en presión arterial se describió anteriormente en el análisis del cuadro 3.

Esta interpretación se realiza en base a la tendencia clínica del atleta al experimentar problemas relacionados al calor, pero existen múltiples factores que pueden influir en cada caso. La historia personal de cada atleta y su tendencia a padecer de problemas de presión arterial juegan un papel importante en los resultados finales que presenta cada uno como individuo.

IX. CONCLUSIONES

1. Existe pérdida igual o mayor al 2% del peso corporal total en 43.3% de la población triatleta estudiada.
2. Los mecanismos de termoregulación actuaron en forma eficiente para mantener la temperatura corporal a niveles aceptables en esta población, a pesar del volumen líquido perdido por atletas durante competencia.
3. La presión arterial varió en esta población, como respuesta a las pérdidas de volumen a través de la sudación.
4. No existe relación entre el tiempo de practicar el deporte de triatlón y el riesgo de padecer deshidratación.
5. El grado de deshidratación en 43.3% de la población evaluada alcanza niveles suficientes para sobrecargar los mecanismos termoreguladores y poner en riesgo la integridad física de los atletas.

X. RECOMENDACIONES

- 1. Educar a los atletas en técnicas de hidratación antes, durante y después de competencia para prevenir casos de deshidratación.**
- 2. Incluir como complemento del entrenamiento la medición del peso corporal antes y después de cualquier actividad física para reposición adecuada de líquidos y así prevenir la deshidratación que puede manifestarse durante competencia.**
- 3. Capacitar al personal responsable de la organización de eventos para reconocer posibles casos de deshidratación y el manejo inmediato de los mismos.**
- 4. Educar al atleta para reconocer los síntomas de una deshidratación para prevenir su progreso a un grado más severo.**

XI. RESUMEN

Se evaluó el porcentaje de pérdida de peso, variación de temperatura y presión arterial en atletas en la triatlón de la Base Naval del Pacífico, Puerto Quetzal el 16 de agosto de 1998 en condiciones climatológicas de 30 grados centígrados al inicio y 39 grados al finalizar y humedad ambiental del 68%.

Se encontró que de los 60 atletas evaluados 26 (43.3%) sufrieron pérdidas iguales o mayores al 2% de su peso corporal, nivel al cual inicia a afectarse la capacidad para realizar trabajo. De estos 26 atletas 15 (25%) estaban arriba del 3% de pérdida de peso corporal implicando compromiso de los sistemas termorreguladores del cuerpo. De estos 15 atletas 5 (8.3%) tuvieron pérdidas mayores al 5% de su peso corporal, corriendo riesgo de que sus glándulas sudoríparas pierdan su función, el cuerpo sufra aumento peligroso de la temperatura y haya daño a órganos internos. Varios atletas manifestaron calambres y desorientación. Esta sintomatología concuerda con el inicio de una enfermedad inducida por el calor.

Todos los atletas mantuvieron su temperatura dentro del límite aceptable ya que no excedieron de los 39 grados centígrados al final de la competencia. Los mecanismos termorreguladores funcionaron de una manera eficiente.

La presión arterial varió según la pérdida de volumen. Cuando inicia un cuadro de enfermedad por calor la presión arterial tiende a subir, lo cual ocurrió en 18 (30%) de los casos. Posteriormente la presión arterial tiende a bajar por pérdida volumétrica, caso que ocurrió en 12 (20%) atletas. De los 60 atletas evaluados 30 (50%) mantuvieron constante su presión arterial dentro de los cuales hubo atletas con pérdida de peso mayor al 2%, situación que se explica posiblemente por una deshidratación previa a la competencia por falta de prácticas de hidratación adecuada.

XII. PROPUESTAS PARA UNA HIDRATACION ADECUADA

A. PREVENCIÓN DE DESHIDRATACION

1. Ropa: Utilice ropa de color claro ya que ésta ayuda a reflejar la luz y el calor. Los colores oscuros tienden a absorber más el calor, especialmente en días cálidos. escoja ropa liviana y no ajustada, ya que permite mejor disipación del calor. En las transiciones si es posible, póngase ropa levemente húmeda, ya que la humedad ayuda a enfriar el cuerpo.

2. Adaptación al calor: Climatización al calor es un proceso en el cual el cuerpo hace los ajustes necesarios para un enfriamiento más efectivo en climas cálidos. El sudor se torna mas diluido, incrementa la cantidad de sudor y el umbral al cual el cuerpo inicia a sudar disminuye. Esto toma aproximadamente 10 días en llevarse a cabo y funciona únicamente con una hidratación adecuada durante el periodo de climatización. Acostumbre a entrenar en condiciones a las que estará expuesto durante la competencia.

3. Medicamentos: Algunos medicamentos de tipo antihistamínico y cardíacos disminuyen la capacidad para sudar. Si utiliza algún medicamento consulte con su medico antes de iniciar un programa de ejercicio. Evite el uso de alcohol y cafeína días previos a la competencia ya que actúan como diurético y pueden provocar pérdidas de líquido significativas.

4. Beba agua antes, durante y después de competencia: Durante periodos de entrenamiento es aconsejable medir su peso en libras todos los días, antes de ejercicio y después del mismo, ya que podrá reponer el líquido perdido adecuadamente y no dejar a su cuerpo entrar en deshidratación. Lleve un control constante de su

peso para comparar día a día. Se sugiere tomar de 340 a 450 ml (1 ½ - 2 tazas) de agua por cada libra que se pierde durante ejercicio. La ingesta de líquido frío permite mayor absorción a nivel gastrointestinal y mayor enfriamiento. Una buena señal de que se está hidratando adecuadamente es una excreta urinaria abundante y muy diluida (clara).

a. Hiperhidratoses: Se sugiere que puede beber de 400 a 600 ml de agua fría o solución electrolítica justo antes de una competencia para disminuir los efectos de deshidratación.

b. Durante competencia: Es de suma importancia la ingesta de líquidos durante competencia, pero aun así muchos atletas no lo hacen de manera adecuada, ya que no están conscientes de la magnitud de pérdida líquida que está ocurriendo, especialmente cuando se ejercitan en climas cálidos. La capacidad máxima de absorción de líquido por el sistema gastrointestinal durante el ejercicio equivale aproximadamente a 800 ml por hora. Desafortunadamente la pérdida líquida a través del sudor puede llegar hasta 1.5 a 2 litros por hora. A pesar de una ingesta líquida adecuada, muchas veces es difícil no sufrir aunque sea un grado leve de deshidratación. La mejor forma que un atleta puede intentar mantenerse hidratado es bebiendo de 150 a 250 ml de líquido cada 15 minutos. El consumir líquidos en intervalos cortos de tiempo y cantidades tolerables disminuye la sensación de pesadez que podría experimentar el atleta si ingiere una cantidad grande de líquido cada media hora. Además permite una mejor hidratación. Siempre experimente durante el entrenamiento para ver que es mejor para usted individualmente y no espere hasta el día de la competencia.

5. Conozca su cuerpo: Existe una gran variabilidad entre un individuo y otro (edad, sexo, grasa corporal, etc.), razón por la cual no existe una cantidad líquida adecuada para todos durante el ejercicio. La mejor manera de determinar la cantidad de

líquido que necesita cada individuo es a través del examen de balance líquido el cual debería de realizar cada atleta para determinar sus necesidades.

El propósito de esto es para ver cuanto tiende a deshidratarse durante la actividad física. Asegúrese de estar en condiciones físicas adecuadas antes de realizar este examen. Cualquier duda consulte con su médico.

1. Vacíe su vejiga urinaria (vaya al baño) y mida su peso al desnudo o en calzoneta.

Peso pre-ejercicio = _____ lbs. (A)

2. Realice su entrenamiento normal y beba líquidos como normalmente lo haría
3. Apunte el volumen aproximado que consumió durante el ejercicio.

Líquido consumido = _____ ml

4. Séquese con toalla, vacíe nuevamente su vejiga y mida su peso otra vez, al desnudo o en calzoneta.

Peso pos-ejercicio = _____ lbs. (B)

5. Reste el peso pos-ejercicio del peso pre-ejercicio para calcular el número de libras que perdió durante ejercicio.

$A - B = C$ (libras perdidas durante ejercicio)

6. Para calcular pérdida de líquido multiplique 450 ml por el número de libras perdidas.

$$450 \text{ ml} \times C = \text{mililitros de líquido perdidos}$$

7. Para calcular el porcentaje de pérdida de peso:

$$(C \times 100) / A = \text{ ______ \% peso perdido}$$

Determine si bebió suficiente líquido para reponer su pérdida, sino aprenda a hacerlo.

Relacionando porcentaje de pérdida de peso con efectos sobre el organismo.

A pérdida de:

- 0% -- Regulación térmica y capacidad de ejercicio normal.
- 1% -- Se estimula la sed, regulación térmica se altera inicia a disminuir la capacidad de ejercicio.
- 2% -- Disminuye más la regulación térmica, incrementa la sed, disminuye más la capacidad para ejercicio.
- 3% -- Continúa aumentando el problema.
- 4% -- Capacidad de ejercicio disminuye en 20 a 30%
- 5% -- Dolor de cabeza, irritabilidad, fatiga, desorientado.
- 6% -- Debilidad, pérdida severa de termoregulación
- 7% -- Colapso al menos que pare el ejercicio

6. Tipo de Bebida: Se ha sugerido que para eventos que duran menos de una hora el agua es adecuada para reposición de

líquido perdido. Desafortunadamente el triatlón es un deporte que puede llegar a durar más que eso dependiendo de las distancias. Para escoger una bebida primero es importante el sabor. Si no le gusta obviamente no se la va a tomar, así que encuentre algo que le favorezca. Segundo escoja una bebida con contenido de carbohidratos del 4 al 8% ya que concentraciones más altas tienden a sobrecargar el sistema gastrointestinal provocando diarrea y pérdida de líquido, lo cual intentamos evitar. El contenido de sodio de la mayoría de bebidas comerciales oscila entre 10 a 20 mmol/lit. El sudor contiene 2.25 a 3.4 gramos de cloruro de sodio por litro. Un grado de sudación de un litro por hora puede provocar pérdida de cloruro de sodio de 27 a 40 gramos para una carrera que dura 12 horas. El no reponer ésta pérdida durante la competencia resulta en hiponatremia (baja concentración de sodio en la sangre). De la experiencia adquirida en el Ironman de Hawaii se ha sugerido la ingesta de aproximadamente 1 gramo de sodio por hora de competencia en competencias realizadas en climas cálidos que duran mas de 4 horas. Es recomendable además, incrementar la ingesta de cloruro de sodio unos días previos a la competencia. Otros electrolitos no parecen ser importantes para reponer en bebidas (potasio, magnesio) ya que la dieta suele ser suficiente para reponerlos.

7. Intensidad y duración del ejercicio: Entre más intensa se realiza una competencia, más alta la producción de calor a nivel muscular. El sobre calentamiento produce mayor nivel de sudación. La pérdida neta de líquido por hora tiende a ser mayor para una triatlón de distancia Olímpica que para una triatlón de mayor distancia. Sin embargo, entre más tiempo continua expuesto al ejercicio en distancias largas, más problemas pueden haber con la deshidratación.

Nunca olvide que la intensidad con la que compite esta bajo control suyo. Puede competir duro, deshidratarse, "fundir" y

lastimarse o puede bajar la intensidad, terminar la carrera y sobrevivir. Cuando tenga duda sea conservador y tome sus precauciones.

8. Reconozca los síntomas de deshidratación: Inicialmente habrá una sed intensa, puede haber mareo, inquietud, fatiga y desorientación. Pueden existir calambres de distintas partes del cuerpo, más en abdomen y en extremidades. Los síntomas pueden continuar con náusea, vómito, irritabilidad, desmayo y piloerección (la piel se pone eriza) y continua sudando profusamente. Si estos síntomas continúan y no hay alivio puede parar completamente de sudar y la temperatura corporal se eleva hasta grados peligrosos que pueden provocar daños a órganos vitales incluyendo hígado, riñón y cerebro.

9. Qué hacer cuando existen síntomas: Si sospecha que alguien sufre de enfermedad por calor o síntomas de deshidratación contacte a un médico, saque del sol y el calor al atleta. Retírele la ropa y moje todo su cuerpo, mueva el aire alrededor del atleta para enfriar más el cuerpo. Pase bolsas de hielo sobre el cuerpo para aumentar el enfriamiento. Si el paciente puede beber, de la cantidad de líquido que pida y si hay alguna comida salada y la tolera que la coma para reponer sodio. En casos más severos cuando hay pérdida de conciencia y no puede reponerse el líquido por la boca, es necesario suministrarlos por vía intravenosa con asistencia médica. En casos extremos el traslado inmediato a un hospital es necesario y aun así, puede ocurrir la muerte.

Lo anterior es únicamente una guía para intentar mejorar las practicas de hidratación y deberán ser adecuadas a cada atleta individualmente. Siempre consulte con su médico.

Referencias: (7, 8, 12)

XIII. BIBLIOGRAFIA

1. Armstrong, L.E. Signs and symptoms of heat exhaustion during strenuous exercise. Annals of Sports Medicine, Vol. 3, No. 3, pp. 182-189, 1987.
2. Barnett, A. Response of unacclimated males to repeated weekly bouts of exercise in the heat. The British Journal of Sports Medicine, Vol. 27, No. 1, pp. 39-43, 1993.
3. Bar-Or, O. The young athlete: some physiological considerations. Journal of Sports Sciences, Vol. 13, pp s31-s33, 1995.
4. Bar-Or, O. Water and electrolyte replenishment in the exercising child. International Journal of Sports Nutrition, Vol. 6, pp. 93-99, 1996.
5. Barr, S. I. Fluid replacement during prolonged exercise: effects of water, saline or no fluid. Medicine and Science in Sports and Exercise, Vol. 23, No. 7, pp. 811-817, 1991.
6. Bracker, M. Lesiones ambientales y térmicas. Clínicas de Medicina Deportiva. Editoriales Interamericana Mc-Graw Hill, Madrid, Vol. 2, pp. 427-433, 1992.
7. Camelbak. Exercise and dehydration. The Timestore, artículo original, pp. 1-5, 1998.
8. Coyle, Edward. Fluid and carbohydrate replacement during exercise: how much and why? Gatorade Sports and Science Institute. Vol. 7, No. 3, pp. 1-10, 1994.
9. Earley, Laurence. Strauss and Welt's Diseases of the Kidney. 3rd Ed., Little Brown and Company, Boston, pp. 1524, 1979.
10. Greenleaf, J. Problem: thirst, drinking behavior and involuntary dehydration. Medicine in Science and Sports Exercise, Vol. 26, pp. 645-656, 1992.
11. Guyton, A. Textbook of Medical Physiology. 7th Ed., W. B. Saunders Company, Philadelphia, pp. 1057, 1986.
12. Jenky, A. Dehydration and Heat Injury. Publicación de la Universidad de Rice. E.U.A. 1992, pp. 1-6

13. Johnstone, J. Triathlon: the early history of the sport. The Counter, Artículo original , pp. 1-7, 1998.
14. Kenney, W. The older athlete: exercise in hot environments. Gatorade Sports Science Institute, Vol. 6, No.3, pp. 1-7, 1993.
15. Kerr, C.G. Hyperthermia during Olympic triathlon: influence of body heat storage during the swimming stage. Medicine and Science in Sports and Exercise, Vol. 30, No. 1, pp. 99-104, 1998.
16. Maughan, R.J. Fluid replacement in sports and exercise- a consensus statement. The British Journal of Sports Medicine, Vol. 27, No.1, pp. 34-35, 1993.
17. Mitchell, J.B. The effect of volume ingested on rehydration and gastric emptying following exercise-induced dehydration. Medicine and Science in Sports and Exercise, Vol. 26, No. 9, pp. 1135-1143, 1994.
18. Noakes, T. Fluid replacement during exercise. Artículo original, 1998.
19. Prentice, T. Urgencias deportivas que dependen del entorno. Clínicas Médicas de Norteamérica: Medicina del Deporte. Editorial Interamericana, México, Vol. 2, pp. 324-329, 1994.
20. Roberts, W.O. Assessing core temperature in collapsed athletes: what's the best method? The Physician and Sportsmedicine, Vol. 22, No. 8, pp. 49-55, 1994.
21. Rogers, G. Water budget during ultra-endurance exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise, Vol.29, No. 11, pp. 1477-1481, 1997.
22. Rose, D.B. Clinical Physiology of Acid-Base and Electrolyte Disorders. Mc-Graw Hill Book Company, New York, pp. 548. 1977.
23. Runnersworld. Dehydration. Runner's World Magazine, Artículo original, 1998.
24. Sandor, R.P. Heat illness: on-site diagnosis and cooling. The Physician and Sportsmedicine, Vol. 25, No. 6, June 1997.

25. Schedl, H.P., Intestinal absorption during rest and exercise: implications for formulating an oral rehydration solution (ORS). *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 26, No. 3, pp. 267-280 1994.
26. Scott, D. Triathlon Training. Fireside, New York, pp. 253, 1986.
27. Shapiro, Y. Field and clinical observations of exertional heat stroke patients. *Medicine in Science and Sports Exercise*, Vol. 22, No. 1, pp. 6-14, 1990.
28. Shephard. Environmental and psychological factors. *Yearbook of Sports Medicine*. Mosby, St. Louis, pp. 185-199. 1991.
29. Stedman. *Medical Dictionary*. 25th Ed., Williams and Wilkins, Baltimore, pp. 1784, 1990.
30. Stewart , C. Acute hyperthermia: the spectrum of heat emergencies. *Emergency Medicine Reports*, Vol. 14, No.16, pp. 133-144, 1993.
31. Yoshida, T. Relationship between aerobic power, blood volume and thermoregulatory responses to exercise-heat stress. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol. 29, No. 7, pp. 867-873, 1997.

XIV. ANEXO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS

DEPARTAMENTO DE
MEDICINA APLICADA
AL DEPORTE C.D.A.G.

BOLETA #: _____

BOLETA DE RECOLECCION DE DATOS

NOMBRE: _____ EDAD: _____

NUMERO DE COMPETENCIA: _____

TIEMPO DE PRACTICAR TRIATLON: _____

PESO INICIAL (PRE-COMPETENCIA): _____ LBS.

TEMPERATURA AURICULAR INICIAL: _____

PRESION ARTERIAL INICIAL: _____

PESO FINAL (POST-COMPETENCIA): _____ LBS.

TEMPERATURA AURICULAR FINAL: _____

PRESION ARTERIAL FINAL: _____

DIFERENCIAL DE PESO: _____

DIFERENCIAL DE TEMPERATURA: _____

% DE PERDIDA DE PESO: _____

VOLUMEN LIQUIDO PERDIDO SEGÚN DIFERENCIAL DE PESO: _____

PUESTO OBTENIDO EN COMPETENCIA: _____ TIEMPO TOTAL: _____

COMENTARIOS: _____

GRACIAS POR SU COLABORACION