

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE ORGANIZACION DEPORTIVA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



TESIS

"EL RENDIMIENTO DE LOS CORREDORES DE RESISTENCIA  
CON HIDRATACION AD LIBITUM DURANTE UNA PRUEBA  
EN BANDA SIN FIN, EN CONDICIONES DE CALOR  
Y HUMEDAD"

POR

DORILA ESTELA OLA CASTRO

Como requisito parcial para obtener el grado académico  
de MAESTRIA EN CIENCIAS DEL EJERCICIO  
con Especialidad en Alto Rendimiento.

CIUDAD UNIVERSITARIA, 4 DE FEBRERO DEL 2000

TM  
Z7511  
.A2  
FOD  
2000  
04



1020129164

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE ORGANIZACION DEPORTIVA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



## TESIS

EL RENDIMIENTO DE LOS CORREDORES DE RESISTENCIA  
CON HIDRATACION AD LIBITUM DURANTE UNA PRUEBA  
EN BANDA SIN FIN, EN CONDICIONES DE CALOR  
Y HUMEDAD\*

POR

DORILA ESTELA OLA CASTRO

Como requisito parcial para obtener el grado académico  
de MAESTRIA EN CIENCIAS DEL EJERCICIO  
con Especialidad en Alto Rendimiento.



CIUDAD UNIVERSITARIA, 4 DE FEBRERO DEL 2000

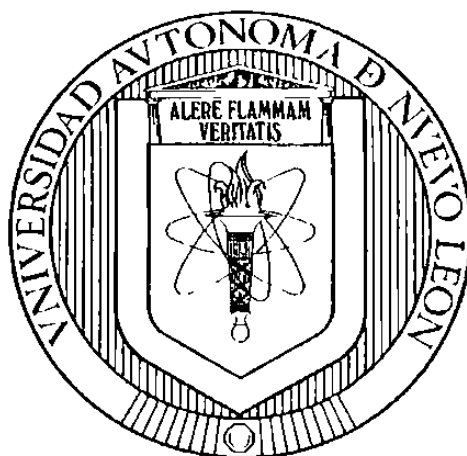
0133-63260

Tm  
Z7511  
.A2  
F00  
2000  
04



FONDO  
TESIS

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**T E S I S**

**“ EL RENDIMIENTO DE LOS CORREDORES DE RESISTENCIA CON  
HIDRATACIÓN AD LIBITUM DURANTE UNA PRUEBA EN BANDA  
SIN FIN, EN CONDICIONES DE CALOR Y HUMEDAD”**

**Por**

**DORILA ESTELA OLA CASTRO**

**Como requisito parcial para obtener el grado académico de  
MAESTRIA EN CIENCIAS DEL EJERCICIO con  
Especialidad en Alto Rendimiento.**

**Ciudad Universitaria, 4 de Febrero del 2000**

TM  
27511  
.A2  
FOD  
2000  
04



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

Los miembros del Comité de Tesis de la División de Estudios de Postgrado de la Facultad de Organización Deportiva, recomendamos que la tesis "EL RENDIMIENTO DE LOS CORREDORES DE RESISTENCIA CON HIDRATACIÓN AD LIBITUM DURANTE UNA PRUEBA EN BANDA SIN FIN, EN CONDICIONES DE CALOR Y HUMEDAD" realizada por la Licenciada Dorila Estela Ola Castro sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestra en Ciencias con Especialidad en Deporte de Alto Rendimiento.

COMITÉ DE TESIS:

Dr. Ph. D. Jorge Valenzuela Rendón  
Asesor Director

Dr. Med. Eloy Cárdenas Estrada  
Coasesor

M.C. Norma Esthela Flores Moreno  
Coasesor

M.C. Arturo Torres Bugdud  
Subdirector de Investigación Científica y Postgrado

San Nicolás de los Garza, N.L. 4 de Febrero del 2000



Dedico esta Tesis, con cariño:

A Dios,  
a quien agradezco  
su bondad infinita,

A mis padres,  
quienes con su ejemplo  
me enseñan a enfrentar los desafíos,

A mis hermanos,  
quienes con su apoyo,  
supieron facilitarme el camino,

A mis sobrinos,  
en quienes veo la esperanza de un gran futuro,

A mis maestros,  
quienes con su labor y experiencia  
iluminaron mis conocimientos en las Ciencias del Deporte,

A mis compañeros y amigos,  
quienes contribuyeron desinteresadamente al logro de mis objetivos.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis asesores y coasesores Dr. Ph D Jorge Valenzuela Rendón, Dr. Med. Eloy Cárdenas Estrada y M. C. Norma Esthela Flores Moreno; por su valiosa participación en la elaboración de esta Tesis.

Hago extensivo mi agradecimiento a las autoridades de la Facultad de Organización Deportiva, al Señor Director Lic. Erasmo Maldonado M., Lic. Javier Quintero Floid y al Subdirector de Postgrado e Investigación Científica M.C. Arturo Torres Bugdud.

Quiero además expresar mi gratitud al Lic Eduardo Menéndez, Dr. Ph D Roberto Mercado Hernández, Dr. Hugo Aguirre Zuazua y al entrenador Antonio Gutiérrez como así también a todas las personas que colaboraron en el experimento: Lic. Mario Ayllón Salas, Dra. Imelda Almaguer Pecina, Lic. Enrique Vera Luna, Dra. Mónica García, Lic. Georgino Almanza Medellín y Lic. Víctor Manuel Nava Quiñones.

Mis reconocimientos, por la participación y el interés manifiesto durante las pruebas. a los corredores: Edgar Saldaña Garza, Juan Barrón Martínez. Luis Alberto Briones, Lucio Camarillo, Tadeo Espinosa, Hasef Espinosa, Antonio López Rodríguez, Ismael Camacho y Angel Rodríguez Ríos.

Agradezco de manera especial por el apoyo brindado a CONACYT y PAICYT.

De igual manera a las siguientes instituciones: Facultad de Organización Deportiva, Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ciencias de la Salud y Programa FOMEC “Fondo para Mejoramiento de la Calidad Universitaria”, de la República Argentina.

Además. deseo expresar mi gratitud y cariño a mis maestros por su excelente labor docente.

## ÍNDICE

	Pág
DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	v
LISTA DE TABLAS	vi
LISTA DE GRÁFICAS	vii
NOMENCLATURA	viii
INTRODUCCIÓN	ix

### CAPÍTULO I

#### DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. ANTECEDENTES	1
1.3. JUSTIFICACIÓN	2
1.4. OBJETIVO GENERAL	3
1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.6. HIPÓTESIS	3

### CAPÍTULO 2

#### MARCO TEÓRICO

A) LA RESISTENCIA AERÓBICA	4
B) INTERCAMBIOS DE CALOR DURANTE EL EJERCICIO	5
C) EL AGUA EN EL ORGANISMO	6
D) EL RENDIMIENTO DEPORTIVO	10

## **CAPITULO 3**

### **MATERIAL Y MÉTODO**

1. TIPO DE MÉTODO	13
2. DEFINICIÓN DEL UNIVERSO	13
3. TAMAÑO DE LA MUESTRA	13
4. UNIDADES DE OBSERVACIÓN	14
5. CRITERIOS DE INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN, ELIMINACIÓN	14
6. DEFINICIÓN DE VARIABLES Y UNIDADES DE MEDIDA	15
7. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	15
8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	21
9. MATERIALES	21
10. PRECEPTOS ÉTICOS	23

## **CAPÍTULO 4**

### **RESULTADOS**

1. CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN	24
2. PESO CORPORAL	26
3. LÍQUIDOS INGERIDOS DURANTE LA PRUEBA	27
4. PÉRDIDA DE LÍQUIDOS DURANTE LA PRUEBA	29
5. EJECUCIÓN DE LAS PRUEBAS	31
6. FRECUENCIA CARDÍACA	32
7. PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN	34
8. LACTATO EN SANGRE	35
9. TEMPERATURA EN OÍDO	37

## **CAPÍTULO 5**

<b>DISCUSIÓN</b>	40
<b>CONCLUSIONES</b>	46
<b>RECOMENDACIONES</b>	48
<b>CITAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	49
<b>APÉNDICES</b>	52
<b>RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO</b>	56

## RESUMEN

Dorila Estela Ola Castro

Fecha de Graduación: Febrero del 2000.

Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Organización Deportiva  
División de Estudios de Postgrado

Título del estudio:

### **“EL RENDIMIENTO DE LOS CORREDORES DE RESISTENCIA CON HIDRATACIÓN AD LIBITUM EN UNA PRUEBA EN BANDA SIN FIN EN CONDICIONES CALOR Y HUMEDAD”**

No. de páginas: 55

Candidata para el grado de Maestría en  
Ciencias del Ejercicio con especialidad  
en Alto Rendimiento.

Area de estudio: Ciencias del Ejercicio

Se comparó el rendimiento de 7 corredores de resistencia sometidos a 2 pruebas de laboratorio, durante las cuales se aplicó una carga que consistió en correr en una banda sin fin durante una hora a una velocidad equivalente al 75 % de su máxima, y seguidamente 10 minutos al 90 %. Las condiciones ambientales fueron de 32 °C y 68 % de humedad. En la primera prueba se administró una bebida deportiva en cantidades ad libitum (HAL) y en la prueba control, la hidratación se realizó cubriendo el 80 % o más de las pérdidas por sudor ( HAD ). Se midió: el peso corporal al inicio y al final; se determinó la frecuencia cardíaca, lactato en sangre y temperatura en oído, al inicio, cada 15 minutos, al final y durante la recuperación al 1°, 3° y 5° minuto; se calculó: tiempo de duración, distancia recorrida, calorías consumidas, % de recuperación y % de deshidratación. No se encontraron diferencias significativas en duración, distancia recorrida ni en calorías consumidas. Los promedios de frecuencia cardíaca y temperatura en oído, a los 30, 45 y 60 minutos de carrera fueron significativamente más elevadas en la prueba HAL y el % de deshidratación fue en promedio del 3 %. Los valores de recuperación fueron significativamente más elevados para HAD: tanto en frecuencia cardíaca al 5° minuto, como en temperatura de oído al 1° minuto post ejercicio. La temperatura en oído, promedio, se elevó 2.1 °C durante la carga de trabajo, en HAL. Se concluye que el rendimiento de los corredores de resistencia con hidratación ad libitum, es significativamente más bajo que con la hidratación adecuada.

## LISTA DE TABLAS

Pág

Tabla 1. Valores promedio, desviación estándar y rango de las características físicas y capacidad de trabajo de los corredores de resistencia estudiados, según prueba de esfuerzo. Monterrey, N. L. México 1999. ....	25
Tabla 2. Número de corredores de resistencia evaluados, valores medios, desviación estándar, rango de peso corporal antes y después de la carrera y promedio de peso durante la misma, en dos pruebas en banda sin fin : con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, a 32 ° y 68 % de humedad. Monterrey, N.L. México 1999. ....	26
Tabla 3. Cantidad promedio, desviación estándar, rango de líquidos ingeridos y número de corredores de resistencia evaluados en las distintas etapas y períodos de carrera, en dos pruebas en banda sin fin : con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, a 32 ° C y 68 % de humedad. Monterrey, N.L. México 1999.....	27
Tabla 4. Cantidad de corredores evaluados, valores promedio, desviación estándar, rango de las pérdidas totales y relativas de líquidos por sudor y del porcentaje de deshidratación en corredores de resistencia, en dos pruebas en banda sin fin con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada a 32 ° C y 68 % de humedad. Monterrey, N.L. México 1999.....	29
Tabla 5. Número de corredores de resistencia evaluados, valores promedio, desviación estándar y rango de las variables duración del ejercicio, % de ejecución, distancia recorrida y calorías consumidas durante dos pruebas en banda sin fin : con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, a 32 ° C y 68 % de humedad. Monterrey, N.L. México 1999.....	31
Tabla 6. Valores Promedio, desviación estándar, rango de las frecuencias cardíacas registradas y cantidad de corredores estudiados en las fases de ejercicio y de recuperación, durante las distintas etapas y períodos de carrera en dos pruebas en banda sin fin : con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, a 32 ° C y 68 % de humedad. Monterrey, N.L. México 1999.....	33
Tabla 7. Valores Promedio, desviación estándar y rango de los porcentajes de recuperación al primer, tercer y quinto minuto después del ejercicio, de los corredores de resistencia, en dos pruebas : con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, a 32 ° C y 68 % de humedad. Monterrey, N.L. México 1999 .....	34
Tabla 8. Promedio, desviación estándar, rango de los valores de lactato en sangre registradas y cantidad de corredores de resistencia estudiados en las fases de ejercicio y recuperación, durante las distintas etapas y períodos de carrera , en dos pruebas : con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, a 32 ° C de temperatura y 68 % de humedad. Monterrey, N.L. México 1999 .....	36
Tabla 9. Promedio, desviación estándar, rango de los valores de temperatura de oído registradas y cantidad de corredores de resistencia estudiados en las fases de ejercicio y recuperación durante las distintas etapas y períodos de carrera en dos pruebas : con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, a 32 ° C y 68 % de humedad. Monterrey, N.L. México 1999. ....	37
Tabla 10. Promedio y desviación estándar, de los valores de temperatura en oído registradas, en corredores de resistencia, antes, después y su incremento durante la carrera, en dos pruebas : con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada a 32 ° C de temperatura y 68 % de humedad. Monterrey, N. L. México. 1999 .....	38

## LISTA DE GRÁFICAS

	Pag.
Grafica 1. Capacidad de trabajo esperada y real en corredores de resistencia, Monterrey, N.L. Mexico. 1999 .....	26
Grafica 2. Comparacion de a) Pesos Antes y Después de la prueba HAL y HAD, b) Pesos Después de las mismas pruebas c) Pesos Promedios durante dos pruebas en banda sin fin: con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, en corredores de resistencia a 32 ° C y 68 % de humedad relativa. Monterrey, N.L. Mexico 1999. ....	27
Gráfica 3. Cantidad de líquidos ingeridos cada 15 minutos de carrera y cantidad promedio total, en dos pruebas en banda sin fin. con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, en corredores de resistencia a 32°C de temperatura y 68 % de humedad relativa. Monterrey, N.L. México 1999. ....	28
Grafica 4. Cantidad promedio de líquidos ingeridos por corredores de resistencia, cada 15 minutos de carrera, en dos pruebas en banda sin fin: con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, a 32 ° C y 68 % de humedad relativa. Monterrey, N.L. México 1999.....	29
Grafica 5. Promedio del porcentaje de deshidratación durante dos pruebas en banda sin fin: con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada en corredores de resistencia, a 32 ° C y 68 % de humedad relativa Monterrey, N.L. México, 1999 .....	30
Grafica 6. Porcentaje de ejecución promedio, de dos pruebas en banda sin fin: con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada en corredores de resistencia, a 32 ° C y 68 % de humedad. Monterrey, N. L. Mexico 1999. ....	32
Grafica 7. Promedio de las frecuencias cardíacas de los corredores de resistencia, registradas durante la fase de ejecución y recuperación y en los distintos periodos de carrera: pre ejercicio, cada 15 minutos y al finalizar la misma, en dos pruebas en banda sin fin: con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, a 32 ° C de temperatura y 68 % de humedad Monterrey N. L. Mexico 1999. ....	34
Gráfica 8. Porcentaje de recuperación de la frecuencia cardíaca en dos pruebas en banda sin fin: con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, en corredores de resistencia, a 32 ° C de temperatura y 68 % de humedad. Monterrey, N.L. México, 1999. ....	35
Gráfica 9. Valores promedio de lactato en sangre de los corredores de resistencia en las fases de ejercicio y recuperación durante los distintos periodos de carrera y a los 5 minutos de recuperación, en dos pruebas en banda sin fin. con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, a 32 ° C de temperatura y 68 % de humedad. Monterrey, N.L. México, 1999. ....	36
Gráfica 10. Valores promedio de temperatura de oído de los corredores de resistencia en las fases de ejercicio y recuperación durante las distintas etapas y periodos de carrera, en dos pruebas en banda sin fin: con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, en corredores de resistencia, a 32°C y de temperatura 68 % de humedad. Monterrey, N.L. México, 1999. ....	38
Gráfica 11. Temperatura de oído promedio de los corredores de resistencia registradas pre ejercicio y al finalizar la carrera, en dos pruebas en banda sin fin: con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, en corredores de resistencia, a 32°C de temperatura y 68 % de humedad. Monterrey N. L. México, 1999. ....	39

## NOMENCLATURA

ACSM	American College of Sports Medicine
NL	Nuevo León
HAL	Hidratación Ad Libitum
HAD	Hidratación Adecuada
° C	Grados Centígrados o Grados Celsius
Cal.	Calorias
Km.	Kilómetros
km h.	Kilómetros por hora
ml	Mililitros
ml h	Mililitros por hora
Kg.	Kilogramos
ml/kg/min	Mililitros por Kilogramo de peso por minuto
gr.	Gramos
mg	Miligramos
%	Porcentaje
Na	Sodio
Cl	Cloro
K	Potasio
lat . min <sup>-1</sup>	Latidos por minuto
mmol/L	Milimoles por litro
VO <sub>2</sub> máx	Consumo máximo de oxígeno
PW170	Capacidad de trabajo a 170 latidos por minuto
n	número de deportistas evaluados
P < 0.05	Probabilidad menor del 5 %
DS	Desviación estándar



# INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se pretende estudiar algunos aspectos relacionados al campo de la hidratación y rendimiento deportivo, en corredores de resistencia.

Durante los entrenamientos y competencias, los corredores están expuestos a las condiciones climáticas del medio ambiente. En los meses de verano y en algunos lugares, como es el caso de la ciudad de Monterrey, esta población puede ser considerada vulnerable a padecer las consecuencias de soportar las cargas de trabajo, en condiciones de calor y humedad.

En estas circunstancias, uno de los efectos negativos que el atleta debe contrarrestar durante la ejecución deportiva es la acumulación de calor en el organismo y el principal mecanismo de eliminación, es la evaporación del sudor producido.

La sudoración implica una pérdida de agua corporal o deshidratación. Se ha demostrado que, con cierto grado de deshidratación la capacidad de trabajo de un individuo disminuye.

Algunos autores han observado que tanto corredores como ciclistas de resistencia no reponen adecuadamente las pérdidas de líquidos por sudor. Muchos de ellos, consideran que beber durante la competencia es una pérdida de tiempo, ya que deben disminuir la velocidad de carrera, a la vez que se les dificulta la respiración. En otros casos simplemente, beben cuando sienten sed; siendo esta última un deficiente indicador del requerimientos de líquidos, en deportistas.

La presente investigación tuvo como objetivo demostrar que la hidratación ad libitum puede ocasionar una disminución significativa del rendimiento deportivo durante la carrera, en las condiciones de calor establecidas.

Se estudiaron 7 sujetos, a los cuales se les aplicó dos pruebas, una con hidratación en cantidades libres, ad libitum, y la prueba control, administrando el 80 % o más de los requerimientos hídricos durante la carrera. La carga de trabajo consistió en una carrera

en banda sin fin al 75 % de su velocidad máxima (entre 12 y 13,5 km/h) durante una hora e inmediatamente después 10 minutos al 90 % (entre 14,4 y 16,2 Km h).

El experimento se realizó en el laboratorio, a fin de mantener las condiciones ambientales estables, a una temperatura de 32 ° C y 68 % de humedad.

Se analizaron y compararon los indicadores fisiológicos indirectos del rendimiento, frecuencia cardíaca, temperatura en oído, y lactato en sangre, como así también indicadores físicos distancia recorrida y tiempo. Se calcularon, el grado de deshidratación y las calorías consumidas durante las pruebas.

Los resultados obtenidos se refieren a carreras de resistencia de algo mas de una hora de duración., en las condiciones de calor y humedad estudiadas; puesto que si esas condiciones se modifican, la situación podría llegar a ser mas grave o de lo contrario no afectar el rendimiento.

# CAPÍTULO I

## DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Observaciones anteriores indican que los corredores de resistencia de larga duración ingieren cantidades de líquidos ad libitum durante la competencia o en los entrenamientos, bajo condiciones de calor y humedad elevados. Dichas cantidades, en ocasiones no alcanzan a cubrir con los requerimientos de líquidos para prevenir la deshidratación. Esto puede ser causa de una significativa disminución del rendimiento deportivo durante la carrera.

### 1.2. ANTECEDENTES

Numerosas publicaciones han demostrado el impacto negativo de la deshidratación en la fisiología, el rendimiento deportivo y la salud.

Gerstein (1990) encontró que durante el Maratón de Toronto en 1988, un elevado porcentaje de corredores, sufrieron agotamiento por calor posiblemente por deshidratación, y que existe un mayor riesgo cuando el paso promedio de carrera aumenta a más de 14 km/h.

Murray (1992) observó que durante las carreras de resistencia como el maratón las ingestas de líquidos ad libitum son insuficientes para prevenir la deshidratación.

Coyle, en 1994 menciona que la mayoría de los atletas de resistencia, entre ellos corredores y ciclistas, reemplazan solamente el 30 al 50 % de las pérdidas de líquidos durante la carrera

Below et al (1995) demostraron que el rendimiento durante la carrera y en el sprint final, de 8 atletas entrenados en resistencia es mayor, cuando los atletas ingieren una cantidad de líquidos equivalente al 80 % de sus requerimientos, con temperaturas de  $31,2 \pm 0.1$  ° C y  $54 \pm 0.1$  % de humedad.

Mc Conell (1999) efectuó un estudio sobre la influencia de la ingestión de líquidos en el rendimiento de 8 ciclistas/triatletas entrenados, durante una hora de ejercicio en bicicleta a una temperatura templada ( 21 ° C) y a intensidad moderada sin encontrar diferencias significativas entre a) los que no ingirieron líquidos, b) los que consumieron el 50 % de sus requerimientos y c) los que cubrieron totalmente las pérdidas por sudor.

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

La pérdida de líquidos por sudor sin una adecuada reposición puede llevar a la deshidratación e hipertermia en condiciones de calor ambiental. Esta situación puede ocasionar una disminución del rendimiento deportivo durante una carrera de mas de una hora de duración cuando la restricción de líquidos es elevada.

Mediante el presente trabajo se pretende demostrar que existe un deterioro del rendimiento de los corredores de resistencia cuando ingieren cantidades de líquidos ad libitum, que por lo general se encuentran muy abajo de los requerimientos.

El conocimiento generado podrá ser utilizado para fomentar entre los corredores el hábito del consumo de líquidos en cantidades adecuadas para prevenir la deshidratación durante la carrera, sobre todo en condiciones de calor y humedad. De esta manera se podrán obtener beneficios fisiológicos que serán determinantes para la victoria.

#### **1.4. OBJETIVO GENERAL**

Demostrar que el rendimiento de los corredores de resistencia con hidratación ad libitum disminuye en relación al rendimiento con hidratación adecuada durante una prueba en banda sin fin en determinadas condiciones de calor y humedad.

#### **1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Determinar las pérdidas de líquidos por sudor en corredores de resistencia durante una prueba en banda sin fin, de una hora de duración al 75 % y 10 minutos al 90 % de su velocidad máxima, a una temperatura de 32 ° C y 68 % de humedad relativa.
- b) Comparar los rendimientos de los corredores de resistencia con ingestas de líquidos ad libitum y con ingestas adecuadas a las pérdidas, durante la prueba en banda sin fin de una hora al 75 % y 10 minutos al 90 % de sus capacidad máxima, a una temperatura ambiente de 32 ° C y 68 % de humedad.

#### **1.6. HIPOTESIS**

Hi: El rendimiento de los corredores de resistencia con hidratación ad libitum durante la carrera en condiciones de calor y humedad determinados, es significativamente menor que el rendimiento de los mismos, cuando se hidratan adecuadamente, cubriendo por lo menos el 80 % de las pérdidas por sudor.

# CAPITULO 2

## MARCO TEÓRICO

### A) LA RESISTENCIA AERÓBICA

Se define resistencia como la capacidad de resistir psíquica y físicamente a una carga durante largo tiempo y/o de recuperarse rápidamente después del esfuerzo. Hollman/Hettinger dividen la resistencia aeróbica en a) resistencia aeróbica de duración corta (3-10 minutos), b) duración mediana (10-30 minutos) y c) larga duración ( más de 30 minutos). (Zintl, 1993)

El metabolismo aeróbico se refiere a una serie de reacciones químicas que conducen a una degradación completa de hidratos de carbono y grasas en dióxido de carbono, agua y energía, en presencia de oxígeno. (Bowers, 1995)

La eficiencia mecánica del organismo para transformar la energía de los nutrientes en trabajo muscular es alrededor del 25 %, el resto de la energía se convierte en calor en el curso de las reacciones intracelulares. (Guyton, 1998; Shephard, 1996 )

Durante el ejercicio el consumo de oxígeno por el organismo puede aumentar 10 a 20 veces en un deportista bien entrenado y la cantidad de calor liberado es proporcional al consumo de oxígeno, por lo tanto en deportes de resistencia se

liberan grandes cantidades de calor en el interior de los tejidos el cual debe ser eliminado por el organismo. ( Shephard, 1996; Lamb 1990 Astrand, 1991)

## **B) INTERCAMBIOS DE CALOR DURANTE EL EJERCICIO.**

### **1) Transferencia de calor en el organismo.**

Antes de iniciar la carrera el metabolismo muscular y el flujo de sangre son bajos. Es así que la transferencia de calor se efectúa desde la sangre arterial cuya temperatura es de  $37^{\circ}\text{C}$  hacia el músculo con  $33\text{-}35^{\circ}\text{C}$ . Al iniciar la carrera la temperatura muscular comienza a aumentar hasta superar la temperatura de la sangre y se invierte el gradiente de temperatura. El calor pasa entonces desde los músculos a la sangre por los capilares y se transfiere hacia el centro del organismo a través del retorno venoso aumentando la temperatura central. A continuación se activan reflejos que estimulan el pasaje del calor desde el centro hacia la piel y el medio ambiente. La conductancia global de calor hacia la piel está dada por la transferencia de calor pasiva desde el centro hacia la piel a través de los tejidos inactivos y grasa subcutánea y la transferencia por convección en la sangre cuando fluye desde el centro hacia la piel. No obstante una elevada capacidad de vasodilatación puede ser insuficiente cuando la temperatura de la piel se eleva demasiado debido a su incapacidad para evaporar el sudor. ( Shephard, 1996 )

### **2) Mecanismos de eliminación del calor.**

El calor puede ser eliminado del organismo, mediante los mecanismos de convección, radiación y evaporación. La transferencia de calor desde la piel por convección y radiación son funciones de los coeficientes de transferencia de calor ( $h_c$  y  $h_r$  respectivamente) y las diferencias de temperatura entre la piel y el ambiente. Tanto  $h_c$  como  $h_r$  dependen del área disponible de la superficie del cuerpo para el intercambio con el ambiente. El valor  $h_r$  es constante y el  $h_c$  varía con la velocidad

del aire La evaporación es el medio más importante para eliminar el calor. A mayor producción de sudor mayor será la pérdida de calor por evaporación. Por cada litro de sudor cada litro de sudor evaporado se eliminan 2.5 KJ equivalentes a 580 calorías de energía calorífica. (Shephard, 1996 ; Lamb, 1990) . El sudor que cae desde la piel en estado líquido como goteo no tiene efecto refrigerador para el organismo. ( Zintl, 1993) La evaporación del sudor es de vital importancia para la regulación de la temperatura corporal, sobre todo en un ambiente cálido, donde se gana calor por radiación, convección y conducción. (Lamb, 1990)

## **C) EL AGUA EN EL ORGANISMO.**

### **1) Funciones .**

El agua representa el 60 % y 50 % del peso corporal en varones y mujeres jóvenes respectivamente (Cogan, 1991) El total de agua es más elevado en los atletas que en los no atletas y disminuye significativamente con la edad debido a una disminución de la masa muscular . (Mahan, 1998)

El agua es importante para el organismo porque es el medio en el cual los solutos orgánicos e inorgánicos se encuentran disueltos y tienen lugar las reacciones metabólicas. (Kaplan Pesce, 1988) Es esencial en los procesos fisiológicos de la digestión, absorción y excreción. Constituye un componente estructural proporcionando forma a la célula. En el sistema circulatorio actúa como medio de transporte para los nutrientes y todas las sustancias del organismo. Tiene un papel importante en la regulación de la temperatura corporal. ( Mahan, 1998)

### **2) Distribución**

El agua total del organismo se divide en dos compartimentos: el espacio intracelular y el extracelular. Se encuentran en una relación de aproximadamente 55:45. ( Cogan 1991)



El líquido intracelular es rico en potasio y fósforo e incluye el líquido del interior de las membranas celulares, además representa el medio en el cual se producen las reacciones químicas del metabolismo celular. Mientras que el líquido extracelular está constituido por todo lo que está situado en el exterior de las membranas celulares, contiene gran cantidad de sodio y cloro y es el medio a través del cual se producen los intercambios metabólicos. El volumen extracelular también se divide en líquidos intersticial y plasmático (o intravascular) y en líquidos transcelulares. Ambos compartimentos, el intracelular y extracelular, se encuentran separados por una membrana semipermeable, la membrana celular. (Cogan, 1991)

### **3) Ingesta**

El agua que ingresa al organismo proviene principalmente de 2 fuentes: 1) la que se ingiere como líquidos y/o que forma parte de los alimentos constituyendo un total de 2100 ml ; 2) la que se forma en el organismo como resultado de los procesos metabólicos y representa 200 ml .De esta manera se obtiene un total de 2300 ml, no obstante los ingresos varían enormemente conforme al clima, costumbres y ejercicio físico. (Guyton, 1998)

La ingesta de agua en individuos sanos se regula principalmente por la sensación de sed, a excepción de los infantes, atletas durante el ejercicio , enfermos o personas de la tercera edad, en los que se ve disminuída. La sed se estimula cuando aumenta la osmolalidad o disminuye el volumen extracelular (Mahan, 1998)

Durante la realización de ejercicios, sobre todo en climas cálidos, la sed no es un buen indicador para la ingesta de líquidos debido a que se manifiesta cuando ya existe un deterioro de su rendimiento y un impacto negativo en el control térmico. ( Mahan, 1998, Greenleaf, 1992 )

El agua se absorbe principalmente en intestino y en muy poca cantidad en estómago. Por tal motivo es importante que el vaciamiento se realice con rapidez. La velocidad de vaciamiento gástrico está influenciado por diversos factores: la cantidad, calidad y temperatura de la bebida, la intensidad del ejercicio. (Wotton, 1990) y durante la práctica deportiva el grado de deshidratación como así también la tolerancia individual ( Rehrer, 1990)

Para un atleta que pesa cerca de 68 Kg los requerimientos de líquidos durante el ejercicio prolongado pueden variar de 624 a 1250 ml/h (Coyle, 1994. No obstante las ingestas durante el ejercicio deben estar de acuerdo con las pérdidas (Reverté, 1988, ACMS, 1996).

A intensidades de ejercicio moderadas como el 75 % de  $VO_2$  máx, no se ve afectada la absorción de líquidos, superado este valor declina rápidamente la capacidad de absorción. (Wootton, 1996)

#### **4) Eliminación**

El agua se elimina del organismo a través de cuatro vías: 1) Por los riñones: mediante la producción de orina, siendo el mecanismo más importante mantener el equilibrio entre los ingresos y egresos de líquidos y electrolitos. La excreción urinaria varía entre 0.5 l por día en las personas deshidratadas hasta 20 litros en los que beben grandes cantidades de líquidos; 2) Por heces: normalmente se pierde poca cantidad, 100 ml/ por día pero puede aumentar hasta varios litros en casos de diarrea; 3) Pérdidas insensibles: a través de la respiración y a través de la piel, representando 700 ml en total; y 4) Por sudor: en condiciones normales es de 100 ml por día, pero puede variar grandemente dependiendo del clima y la intensidad del ejercicio (Guyton, 1998)

## 5) La producción de sudor

La sudoración está regulada por el sistema nervioso autónomo y provocado por la estimulación del área preóptica-hipotálamo anterior. Los impulsos procedentes de esta área se transmiten a las vías autónomas de la médula y a través del flujo simpático a la piel de todo el cuerpo. Durante el ejercicio es posible también estimular la producción de sudor por la adrenalina o noradrenalina circulante. (Guyton, 1998)

El volumen de sudor producido en condiciones normales de 0.1 l por día (Guyton, 1998) no obstante las pérdidas por sudoración durante el ejercicio reportados por diversos autores varían de 0.5 a 2.5 litros por hora dependiendo de la temperatura y humedad del ambiente e intensidad del ejercicio.. (Reverté, 1988 )

Serra Grima (1998) menciona que los atletas que entrenan intensamente con temperaturas elevadas, en situaciones extremas pueden llegar a perder hasta 18 litros de sudor por día. La deshidratación, constituye un riesgo de presentación de arritmias potencialmente malignas en personas predispuestas.

El sudor se produce en las glándulas sudoríparas en la porción enrollada, subdérmica profunda. Cuando es secretado tiene una concentración similar a la del plasma. A medida que pasa por los túbulos hacia el exterior su composición se modifica mediante la reabsorción de los iones Na y Cl, que disminuyen la osmolaridad del líquido y conducen a la reabsorción de agua. Cuando la estimulación de las glándulas sudoríparas es leve el líquido secretado pasa lentamente por los túbulos y hay una mayor reabsorción de Na, Cl y agua. El producto de la sudoración es entonces de menor volumen y con una concentración mas baja de esos iones, pero elevada en ácido láctico, urea y potasio. Ocurre lo contrario cuando la estimulación es intensa, el sudor es de

mayor volumen y de concentración elevada en Na y Cl. Los demás solutos urea, ácido láctico y K se encuentran moderados. (Guyton, 1998)

Uno de los mecanismos compensatorios ante una gran pérdida de líquidos corporales es la sensación de sed, mediante la estimulación de los centros de control cuando el volumen extracelular disminuye o aumenta la osmolalidad. (Mahan, 1998). No obstante se debe tener en cuenta que la sed aparece cuando ya existe algún grado de deshidratación. Por ese motivo la sed no es un buen indicador para estimular la ingesta de líquidos durante el entrenamiento o en una competencia. (Greenleaf, 1991)

#### **D) EL RENDIMIENTO DEPORTIVO.**

El rendimiento deportivo también denominado economía de trabajo (Platonov, 1997) puede ser estudiado desde distintos puntos de vista: pedagógico, psicológico, físico y fisiológico (Grosser, 1990). Se puede definir rendimiento como la aptitud para ejecutar un determinado trabajo al precio de gastos funcionales y metabólicos mínimos (Platonov, 1997)

El rendimiento puede ser afectado por factores internos y externos (Mishchenko, 1995) entre otros la condición ambiental (Grosser, 1990) que pueden llevar a la hipertermia y deshidratación (Mishchenko, 1995; Serra Grima (1998)

La medida del gasto energético es el método mas preciso para la evaluación del rendimiento. Sin embargo es todavía de difícil aplicación por lo que se prefiere utilizar pruebas indirectas como los niveles de ritmo cardíaco, lactato en sangre para una carga estándar durante e inmediatamente después además de la restauración de los indicadores a su nivel de salida. (Platonov, 1997).

El déficit de agua corporal puede alterar la respuesta cardiovascular en el ejercicio, incrementándose en proporción al déficit (Latzka, 1999; Serra Grima

1998) , como así también puede provocar una modificación en la curva de lactato. (Mishchenko, 1995)

### **1) Hidratación y rendimiento deportivo.**

Según lo expuesto anteriormente la pérdida de agua por sudoración durante la ejecución de ejercicios sobre todo en climas cálidos es beneficioso para el organismo, pero hay que tener en cuenta que se requiere una reposición adecuada y oportuna para evitar el déficit de agua en el organismo.

Diversos investigadores demostraron el efecto negativo el efecto de la deshidratación en el rendimiento de los deportistas durante el ejercicio. (ACMS, 1996, Latzka, 1999)

En muchos deportes como lucha, boxeo, levantamiento de pesas se utiliza la deshidratación antes de la competencia para ser incluidos en una categoría menor. En otros casos como en los deportes de resistencia, los atletas inician el ejercicio o competencia bien hidratados y terminan con un déficit de peso al finalizar el mismo. (Latzka, 1999) En ambos casos el rendimiento se deteriora cuando la deshidratación excede el 2 % (Zintl, 1993, Latzka, 1999) Aunque Greenleaf (1991) afirma que ya existe una disminución de la capacidad de trabajo con un valor del 1 % de pérdida de peso corporal por pérdida de agua.

### **2) Ingestión de líquidos durante el ejercicio en el calor.**

En ejercicio en el calor produce una significativa pérdida de líquidos por sudoración. Cuando el calor y la humedad son elevados las pérdidas en sujetos sedentarios son de 4 a 6 litros, mientras que en atletas que entrenan 2 a 3 horas por día estas pérdidas aumentan a 5-10 litros por hora con requerimientos tan

elevados como 15-18 litros por día.; ésta es una situación extrema (Maughan, 1996; Serra Grima, 1998)

Se recomienda que cada atleta realice habitualmente, durante los entrenamientos, un monitoreo de los cambios relacionados con el peso corporal, sin ropa, antes y después del ejercicio a fin de conocer y reponer las pérdidas. (Coyle, 1996) Sin embargo la reposición durante el ejercicio será beneficiosa, siempre y cuando exista suficiente tiempo para que se produzca la absorción de los líquidos ingeridos; probablemente no se obtengan beneficios en eventos de 30-40 minutos de duración. (Lamb, 1990)

Maughan y cols. (1996) afirman que la rehidratación es una de las medidas mas importantes para la recuperación después del ejercicio, ya que existe un elevado riesgo de enfermedades por calor en atletas que entrenan en un estado de deshidratación.

La deshidratación constituye un grave problema como factor de riesgo en la salud y disminución del rendimiento de los atletas de resistencia (Sawka, 1992) , especialmente en corredores de maratón y ultramaratón (Noakes, 1995) puesto que se observó que las ingestas ad libitum son insuficientes para prevenir la deshidratación (Murray, 1992) a la vez que la absorción de líquidos esta disminuída en sujetos deshidratados. (Rehrer, 1990)

El ACMS (1996) estableció las recomendaciones en cuanto a cantidad y calidad de las bebidas a ingerir, para una adecuada reposición de líquidos, antes, durante y después del ejercicio, con el objetivo de asegurar la hidratación, promover la salud y el óptimo rendimiento en individuos que participan regularmente en actividades físicas.

# **CAPÍTULO 3**

## **MATERIAL Y MÉTODO**

### **1. TIPO DE MÉTODO**

En la presente investigación se aplicó el método experimental.

### **2. DEFINICIÓN DEL UNIVERSO**

El universo estuvo constituido por 7 corredores de resistencia de media y larga duración, de 18 a 20 años de edad de sexo masculino que radican en la ciudad de Monterrey, Estado de Nuevo León.

### **3. TAMAÑO DE LA MUESTRA**

Se realizó un muestreo no probabilístico, por conveniencia de 7 deportistas residentes en la ciudad de Monterrey, Estado de Nuevo León.

#### **4. UNIDADES DE OBSERVACIÓN**

Las unidades de observación estuvieron constituidas por corredores de resistencia, de sexo masculino clínicamente sanos, adaptados al calor.

#### **5. CRITERIOS DE INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN Y ELIMINACIÓN.**

##### **a) Criterios de inclusión.**

Se incluyeron aquellos corredores que cumplieron con los siguientes criterios :

- Ser corredores de resistencia de media y larga duración.
- Tener entre 18 y 20 años de edad.
- Sexo masculino.
- Radicar en la ciudad de Monterrey Nuevo León, México.
- Haber realizado entrenamiento regular durante los últimos años.
- Haber entrenado en calor por lo menos durante los últimos 10 días, con temperatura aproximadas a 32 ° C o más y 68 % de humedad relativa.
- Estar en buenas condiciones de salud en el período de las pruebas.

##### **b) Criterios de exclusión.**

Se excluyeron aquellos que no cumplieron con los requisitos establecidos en cuanto a tipo de deporte, edad, sexo, lugar de residencia, entrenamiento en calor y estado de salud.



### **c) Criterios de eliminación.**

Se eliminó un deportista que presentó intolerancia gástrica al volumen de líquido calculado para cubrir las pérdidas por sudor durante la carrera. Fue reemplazado por otro corredor que cumplía con los criterios de inclusión.

## **6. DEFINICIÓN DE VARIABLES Y UNIDADES DE MEDIDA**

- Peso corporal ( Kg )
- Frecuencia cardíaca ( lat . min<sup>-1</sup> )
- Lactato en sangre ( mmol/L )
- Temperatura en oído ( ° C )
- Líquidos ingeridos durante la carrera ( ml )
- Cantidad de sudor ( ml )
- Porcentaje de recuperación ( % )
- Distancia recorrida (km)
- Energía consumida (calorías)
- Porcentaje de deshidratación (%)

## **7. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Primeramente se realizó el diagnóstico inicial de la capacidad de trabajo de los 7 corredores mediante la prueba de esfuerzo en banda sin fin, según el protocolo de Hollman ( 1 % de inclinación), con medición de lactato.

Se utilizó una banda sin fin marca Trotter 585, de 1.73 mts de largo por 0.70 mts de ancho, con una capacidad de 0 a 10 millas por hora ( 16 Km/h), 0 a 25 % de inclinación y motor de 1.5 HP.

### **a) Preparación antes de la prueba**

Los atletas fueron informados sobre las características y objetivos de las pruebas y dieron su consentimiento por escrito. Se indicó que el día anterior a las mismas limitaran su entrenamiento a un trote suave de muy baja intensidad, que consumieran una dieta equilibrada y durante el día abundante cantidad de líquidos. De igual manera dos horas antes del ejercicio los atletas ingirieron 3.5 ml de agua por cada kg de peso corporal para prevenir la deshidratación.

### **b) Descripción del experimento**

El experimento se realizó en el laboratorio de la Facultad de Organización Deportiva en la ciudad de Monterrey N.L. México. Consistió en dos pruebas en banda sin fin, ejecutadas ambas en condiciones ambientales similares y con la misma intensidad de trabajo. La duración total fue de 70 minutos, y se realizó en dos etapas : la primera de 60 minutos y la segunda de 10 minutos duración.

El cálculo de la velocidad de carrera se efectuó en base a los criterios previamente establecidos para las dos etapas : es decir aplicando el 75 % y el 90 % de la velocidad máxima, para las etapas de una hora y 10 minutos de duración, respectivamente.

Las pruebas se realizaron en un ambiente de 32 ° C y 68 % de humedad relativa. Apéndice 1.

La primera prueba se efectuó con la modalidad de hidratación ad libitum (HAL) durante la carrera, es decir la cantidad de líquidos ingeridos fue determinada según la voluntad, en forma individual.

Los mismos atletas fueron sometidos a la prueba control con hidratación adecuada (HAD) ingiriendo cantidades de líquidos equivalentes al 80 % o más, de las pérdidas por sudor. Estas fueron calculadas en base a la primera prueba.

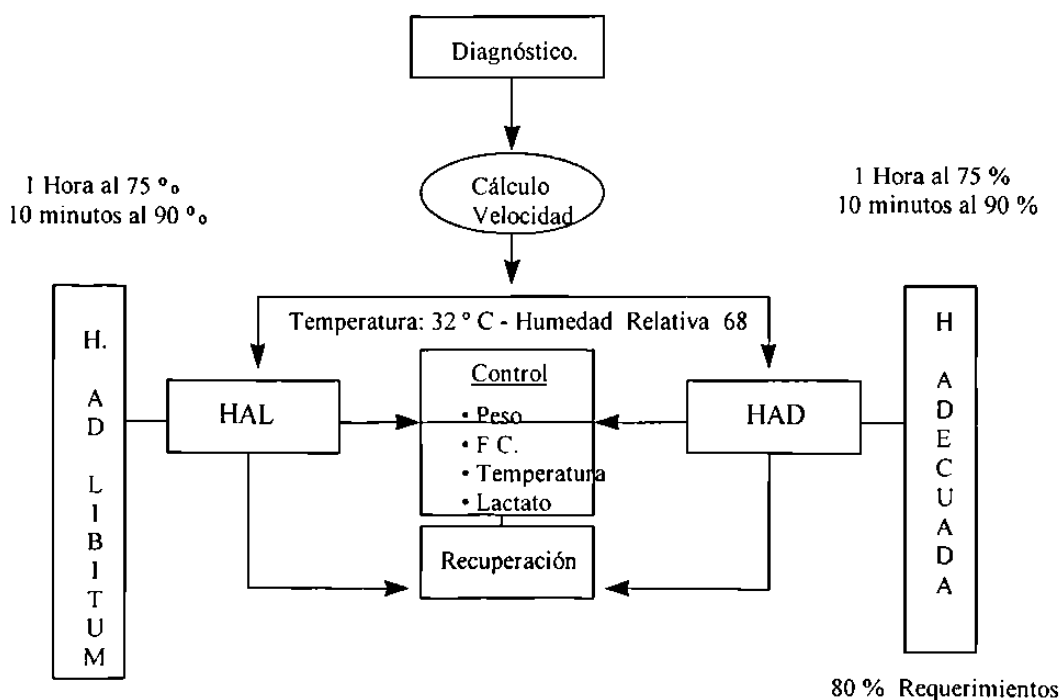
Las mediciones efectuadas en las 2 pruebas fueron : líquidos ingeridos, peso corporal, frecuencia cardíaca, lactato en sangre, temperatura de oído, tiempo de carrera.

Los controles de peso se realizaron, sin ropa, antes y después de la carrera. La frecuencia cardíaca, la temperatura en oído y el lactato en sangre se midieron cada 15 minutos de carrera, al finalizar la misma y durante la recuperación. En este último caso la frecuencia cardíaca y la temperatura en oído se midió al primer, tercer y quinto minuto, mientras que el lactato a los 5 minutos de recuperación.

Cabe señalar que en un principio se midió la presión arterial durante las pruebas, cada 6 minutos, utilizando un monitor ambulatorio de presión arterial, marca Space Labs, pero dichos valores fueron desestimados debido a que se midió a un solo deportista por fallas del aparato a causa de la cantidad de sudor eliminado durante la prueba, lo que afectó el funcionamiento del mismo.

### ESQUEMA 1

#### METODO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS



**c) Acondicionamiento de la temperatura ambiente.**

Para el acondicionamiento de la temperatura en laboratorio se utilizó un aparato de aire acondicionado y un calefactor eléctrico. El aumento de humedad se efectuó provocando la evaporación de agua.

El control de las condiciones de temperatura y humedad se realizó mediante un psicrómetro de honda estándar, modelo 5211, que cumple con las recomendaciones del Servicio Meteorológico de los Estados Unidos, con un rango de  $-30^{\circ}\text{C}$  a  $+50^{\circ}\text{C}$ , con graduaciones de  $0.5^{\circ}\text{C}$ . Consistente en dos termómetros de mercurio : uno de bulbo seco y otro de bulbo húmedo. Además, una tabla para el cálculo de la humedad relativa del ambiente : Psychrometric Tables Celsius (Centigrade) Temperature. Esta última se determinó siguiendo el procedimiento que se detalla a continuación :

- a) Se midió la temperatura mediante los termómetros de bulbo seco ( $32^{\circ}\text{C}$ ) y de bulbo húmedo ( $27^{\circ}\text{C}$ ).
- b) Se calculó la diferencia existente entre ambas, cuyo resultado fue de 5.
- c) Se buscó este valor : 5 en la línea superior de la tabla.
- d) Se ubicó la temperatura del termómetro de bulbo seco  $32^{\circ}\text{C}$  en la columna de "air temperature", a la izquierda de la tabla.
- e) Se determinó el porcentaje de humedad relativa, donde se cruzan ambas columnas, es decir : 68 %.

**d) Medición del peso corporal**

La medición del peso corporal se realizó, sin ropa, utilizando una balanza mecánica de palanca, calibrada y controlada antes de cada medición, con una

precisión de 100 gr. Se utilizó la técnica propuesta por el Grupo Internacional de trabajo de Kineantropometría Mc Dougall, 1992. (CONADE/SEP, 1997)

#### **e) Determinación de las pérdidas por sudor**

La cantidad de líquidos perdidos por sudor durante la prueba, se determinó en base a la diferencia de peso corporal, según las recomendaciones del ACMS (1996) utilizando la siguiente fórmula :

$$S = (PA - PD) + Li$$

Donde :

S = Pérdidas por sudor ( ml )

Li = Líquidos ingeridos ( ml )

PA = Peso antes de la prueba ( gr )

PD = Peso después de la prueba ( gr )

#### **f) Medición de la frecuencia cardíaca**

El control de la frecuencia cardíaca se realizó mediante la utilización de un pulsómetro marca Polar Pacer patente N° 61319467. Las mediciones se registraron en pre ejercicio, cada 15 minutos, al finalizar la misma y durante la recuperación : al primer, tercer y quinto minuto.

**g) Determinación del lactato en sangre**

Se llevó a cabo mediante el medidor de Lactato portátil marca Accustmer, tomando muestra de sangre arterializada proveniente de la yema de los dedos. La muestra de sangre se analizó en pre ejercicio, cada 15 minutos durante la prueba, al finalizar la misma y a los cinco minutos de recuperación.

**h) Control de la temperatura corporal : temperatura en oído**

La temperatura del oído se registró utilizando un termómetro timpánico tipo Gentle marca OMRON modelo MC 505, el cual utiliza un proceso de medición en dos etapas: mide la temperatura del calor infrarrojo emitido por el tímpano y los tejidos circundantes. A continuación convierte dicha medición en una temperatura rectal u oral. En el presente estudio se utilizó la conversión a temperatura rectal. Las mediciones se realizaron en pre ejercicio cada 15 minutos de prueba y durante la recuperación al primero, tercero y quinto minuto.

**i) Hidratación durante las pruebas**

La hidratación se efectuó con una bebida deportiva saborizada tipo Gatorade, que contenía aproximadamente 6 gr % de Carbohidratos totales, 46 mg % de Sodio y 12,5 mg % de Potasio. La bebida fue administrada inmediatamente antes del ejercicio, cada 15 minutos hasta finalizar la primera etapa, es decir la carrera de una hora al 75 % de la velocidad máxima alcanzada.

Durante la prueba con hidratación ad libitum (HAL) la cantidad de bebida fue libre, dependiendo de la voluntad de cada deportista y en la prueba con

hidratación adecuada (HAD) los atletas consumieron el 80 % de los requerimientos calculados, distribuidos en 5 tomas de igual volumen.

## **8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se realizó la Prueba t de student para muestras relacionadas para determinar la diferencia entre las medias de ambas pruebas, utilizando el Programa de Computación Statistical Package for the Social Science (S.P.S.S.) Versión 8.0. También se calcularon las medidas de tendencia central : promedio y desviación standar, se estableció el rango y se efectuaron porcentajes y diferencias.

## **9. EQUIPO Y MATERIALES**

- Balanza mecánica de palanca, marca Nuevo León, de 140 Kg de capacidad. Precisión 100 gr.
- Cinta métrica flexible metálica. 2 mts. Precisión 1mm
- Escuadra metálica
  
- Pulsómetro marca Polar patente N° 62329467
- Medidor de lactato en sangre portátil marca Accustmer
- Reactivos medidor de lactato BM lactate. Boehringer Mannheim
- Monitor ambulatorio de presión arterial marca Space Labs
- Termómetro de oído marca OMRON modelo MC 505
  
- Aire acondicionado frío - calor. Marca Carrier de 1 tonelada de capacidad.
- Ventilador de mesa modelo MY 132, de 6 pulgadas, de 18 w de potencia, de 2 velocidades.

- Psicrómetro de honda estándar modelo 5211. Rango  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$  con graduaciones de  $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Psychrometric Tables Celsius (Centigrade) Temperature
- Calefactor eléctrico marca Lakewood Mod 205
  
- Vaso de precipitación graduado de 150 ml de capacidad marca Pyrex, precisión 5 ml.
- Bebida deportiva líquida tipo Gatorade Thirst Quencher.
- Vasos descartables.
  
- Guantes quirúrgicos.
- Algodón.
- Alcohol.
- Lancetas
- Agua destilada
  
- Planillas de registro de datos.
- Computadora Pentium I. Marca A C E R .
- Impresora color Lexmark 2030.
- Hojas y útiles de escritorio.

Software:

- Programa S.P.S.S. para Windows Versión 8.0
- Programa Excel 97 para Windows 95
- Programa elaborado por el Dr. Eloy Cárdenas Estrada para la Evaluación de la condición física en deportistas.



## 10. PRECEPTOS ÉTICOS

El experimento se llevó a cabo teniendo en cuenta las recomendaciones de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Adoptada por la 18ª Asamblea Médica Mundial en Helsinki, Junio de 1964; modificada por la 29ª Asamblea Médica Mundial en Tokio Japón, Octubre de 1975; 35ª Asamblea Médica Mundial en Venecia, Italia, Octubre de 1983; y 41ª Asamblea Médica Mundial en Hong Kong, Septiembre de 1989. (Asociación Médica Mundial, 1989)

# CAPÍTULO 4

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos fueron los siguientes.

### 1. CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN

Se estudiaron 7 corredores de resistencia de media y larga duración, cuyas características se describen en la Tabla 1. La edad de los mismos estuvo comprendida entre 18 y 20 años con una media y desviación estándar de  $19 \pm 0.8$  años.

Los valores de peso y estatura fueron de  $57.0 \pm 5.1$  Kg y  $168 \pm 4.7$  cm respectivamente.

El consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$ máx), según la prueba de esfuerzo al inicio del estudio arrojó una media de  $58.9 \pm 3.6$  ml/kg/min, siendo la velocidad máxima alcanzada de  $17.4 \pm 3$  km/h con valores extremos de 16 y 18 km/h.

A partir de los valores máximos se calcularon las velocidades de carrera para ambas pruebas, es decir el 75% para la etapa de 60 minutos y el 90 % para los 10 minutos de la segunda etapa. De acuerdo a este criterio, los que llegaron a 16 km/h corrieron 60 minutos a 12 km/h y 10 minutos a 14.4 km/h y los que su velocidad máxima fue de 18 km/h, lo hicieron a 13.5 y 16.2 km/h, respectivamente.

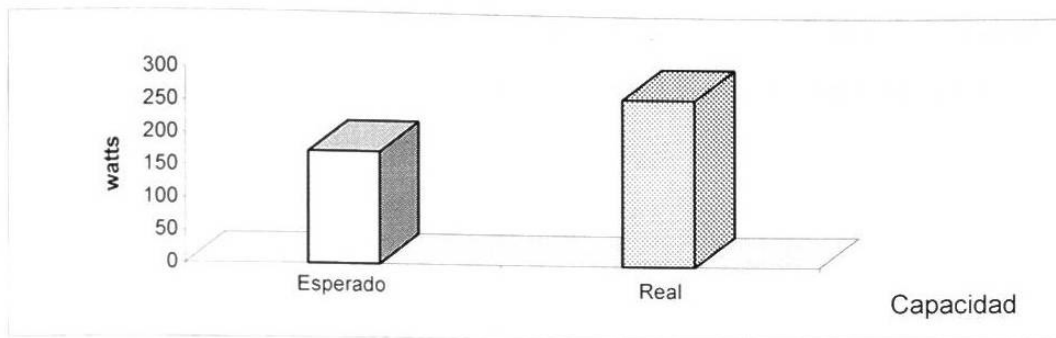
Las características corresponden a atletas medianamente entrenados, observándose gran heterogeneidad en cuanto a su capacidad, puesto que los valores de Capacidad

Física de Trabajo a 170 latidos por minuto (PW170) estuvieron comprendidos entre 9.9 a 13.6 km h. (Tabla 1)

CARACTERÍSTICAS Y CAPACIDAD	PROMEDIO	DESVIACIÓN STANDAR	RANGO	
			V. MÁXIMO	V. MÍNIMO
Edad (años)	19	0.8	20	18
Peso (Kg)	57.0	5.1	65	49.3
Estatura (cm)	168	4.7	174	160
Años de entrenamiento	5.0	1.4	7	3
VO max (ml k min)	58.9	3.8	61.8	54.5
Velocidad máxima (km h)	17.4	1.0	18	16
PW 170 lat min (km h)	13.6	2.2	16.9	9.9
Capacidad de Trabajo : Esperado				
Absoluto (watts)	172.0	15.2	194.4	159.3
Esperado Relativo (watts/kg)	3	0	-	-
Real Absoluto (watts)	258.9	32.7	310	223
Real Relativo (watts/kg)	4.5	0.3	4.9	4.1
% Por arriba de lo esperado	150.1	10.7	163	136

Tabla 1. Valores promedio, desviación standar y rango de las características físicas y capacidad de trabajo de los corredores de resistencia estudiados, según prueba de esfuerzo. Monterrey, N. L. México 1999.

La capacidad de trabajo real estuvo ubicada en un 150 % por arriba de lo esperado para una persona sedentaria, con valores de  $172 \pm 15.2$  watts y  $258.9 \pm 32.7$  watts respectivamente. (Gráfica 1)



Grafica 1 Capacidad de trabajo esperada y real en corredores de resistencia, Monterrey, N.L. México. 1999

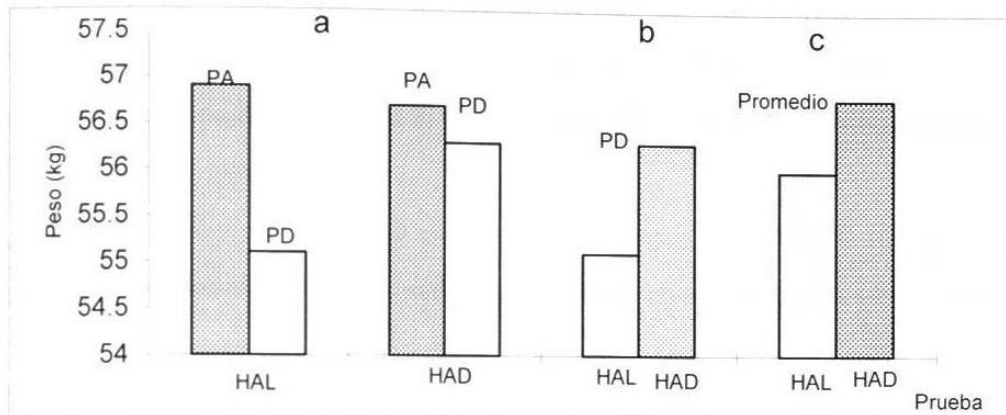
## 2. PESO CORPORAL

El peso corporal de los deportistas antes de la prueba con hidratación ad libitum (HAL) fue de  $56.9 \pm 5.2$  Kg, significativamente mayor que el peso después de la prueba ( $55.1 \pm 4.9$  Kg ( $P < 0.05$ )). Apéndice 2. Sin embargo no se observó variación significativa en la prueba con hidratación adecuada (HAD), cuyos valores oscilaron entre  $56.07 \pm 5.1$  Kg y  $56.1 \pm 4.8$  Kg ( $P < 0.05$ ). Tabla 2 y Gráfica 2

VARIABLES	PROMEDIO (Kg)		DESVIACIÓN STANDAR (Kg)		n		RANGO ( Kg)			
	HAL	HAD	HAL	HAD	HAL	HAD	V. MÁXIMO		V. MÍNIMO	
Peso Antes de la Prueba	56.9	56.7	5.2	5.1	7	7	65.4	64.9	49.3	49.4
Peso Después de la Prueba	55.1	56.3	4.9	4.8	7	7	63	63.3	47.4	49.3
Peso Promedio Durante la Prueba	56.0	56.8	5.1	5.5	7	7	64.2	66.3	48.4	49.4

Tabla 2 Numero de corredores de resistencia evaluados, valores medios, desviación estándar, rango de peso corporal antes y después de la carrera y promedio de peso durante la misma, en dos pruebas en banda sin fin con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, a 32 ° y 68 ° de humedad Monterrey, N.L. México 1999.

Del mismo modo el peso promedio fue significativamente más bajo cuando los sujetos tuvieron una hidratación ad libitum ( $56.0 \pm 5.1$  Kg y  $56.8$  Kg) ( $P < 0.05$ ).



Gráfica 2 Comparación de a) Pesos Antes y Después de la prueba HAL y HAD, b) Pesos Después de las mismas pruebas c) Pesos Promedios durante dos pruebas en banda sin fin: con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, en corredores de resistencia a  $32^{\circ}\text{C}$  y  $68\%$  de humedad relativa Monterrey, N.L. Mexico 1999.

### 3. LÍQUIDOS INGERIDOS DURANTE LA PRUEBA

A continuación se muestra la cantidad de líquidos ingeridos en los distintos períodos de carrera en las pruebas HAL y HAD. Tabla 3 y Gráfica 3

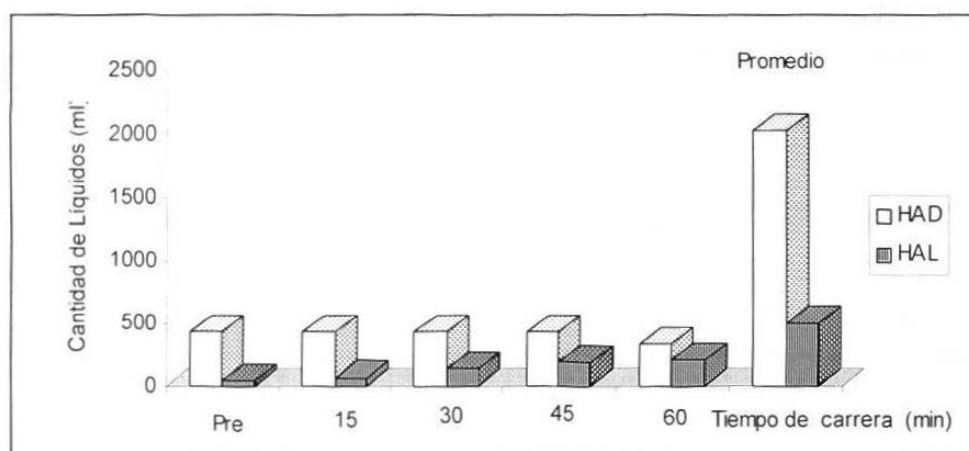
ETAPA Y PERIODO	PROMEDIO (n l)		DESVIACION STANDAR (ml)		n		RANGO (ml)			
	HAL	HAD	HAL	HAD	HAL	HAD	V. MÁXIMO		V. MÍNIMO	
1 Etapa							HAL	HAD	HAL	HAD
Pre	40	424	58	121	7	7	140	660	0	270
15'	64	424	54	121	7	7	140	660	0	270
30'	134	424	59	121	7	7	220	660	20	270
45'	184	424	101	121	6	7	280	660	40	270
60'	200	330	105	158	5	7	280	450	60	0
TOTAL	499	2029	349	409	7	7	1060	2640	120	1360

Tabla 3 Cantidad promedio, desviación estándar, rango de líquidos ingeridos y número de corredores de resistencia evaluados en las distintas etapas y períodos de carrera, en dos pruebas en banda sin fin con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, a  $32^{\circ}\text{C}$  y  $68\%$  de humedad. Monterrey, N.L. Mexico 1999

Mientras en la prueba HAD las cantidades tienden a permanecer constantes a lo largo de los diferentes periodos (  $424 \pm 121$  ml por toma), en la prueba HAL las cantidades de líquidos ingeridos van aumentando a medida que transcurre el tiempo de carrera, de 40 ml hasta 200 ml por toma.

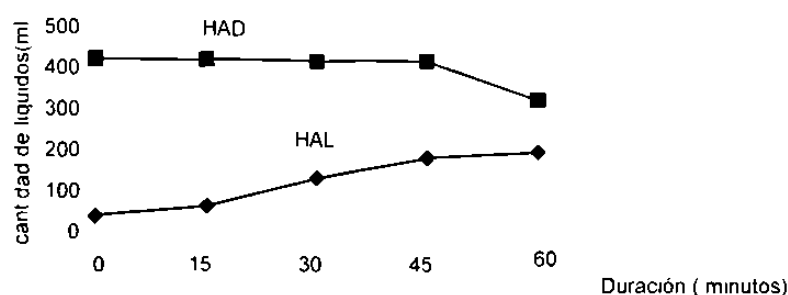
Los promedios de ingestas ad libitum (HAL) fueron significativamente más bajas ( $P < 0.05$ ) que los promedios de ingestas adecuadas (HAD). No ocurrió lo mismo a los 60 minutos, es decir al finalizar la primera etapa de carrera, con volúmenes de 200 ml y 330 ml respectivamente ( $n = 5$ ).

El valor máximo de HAD para todas las etapas fue de 660 ml mientras que el mínimo a los 60 minutos fue igual a cero debido a que uno de los corredores no ingirió líquidos en este periodo.



Grafica 3 Cantidad de líquidos ingeridos por los corredores de resistencia, cada 15 minutos de carrera y cantidad promedio total, en dos pruebas en banda sin fin: con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, a  $32^{\circ}\text{C}$  de temperatura y  $68\%$  de humedad. Monterrey, NL. México 1999

La cantidad total de líquidos ingeridos en promedio, en la prueba HAL, fue significativamente menor que en HAD,  $499 \pm 349$  ml y  $2029 \pm 409$  ml, observándose una gran dispersión en estos resultados. (Tabla 3)



Grafica 4 Cantidad promedio de líquidos ingeridos por corredores de resistencia, cada 15 minutos de carrera, en dos pruebas en banda sin fin con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, a 32 °C y 68 % de humedad Monterrey, N.L. México 1999.

#### 4. PÉRDIDAS DE LÍQUIDOS DURANTE LA PRUEBA

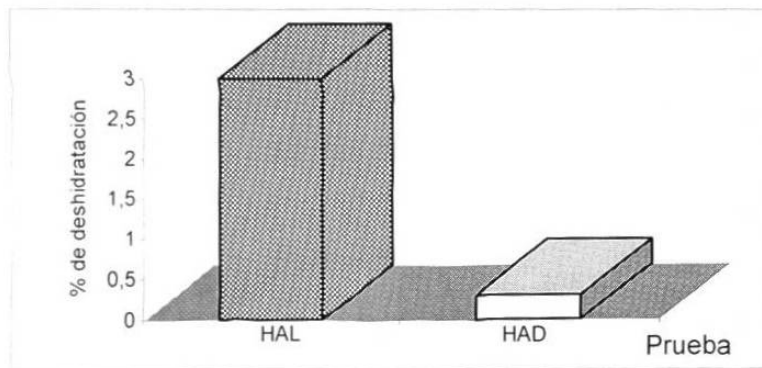
La pérdida relativa de líquidos por sudor fue similar en ambas pruebas tomando en cuenta los valores relativos en cuanto a la unidad de peso corporal, con valores de 40 ml/kg en HAL y 39 ml/kg en HAD. Tabla 4

PERDIDAS LIQUIDOS	PROMEDIO		DESVIACIÓN STANDAR		n		RANGO			
	HAL	HAD	HAI	HAD	HAI	HAD	HAL	HAD	HAL	HAD
ml/kg	40	39	5.4	2.2	7	7	47	41	31	35
ml/kg/min	0.68	0.56	0.2	0.04	7	7	0.96	0.61	0.45	0.50
ml/h	2311	1920	743	270	7	7	3717	2263	1423	1586
Total ( ml)	2213	2552	330	366	7	7	2540	2963	1660	1937
% Deshidratación	3.0	0.3	0.9	0.3	7	7	3.9	0.9	1.1	0

Tabla 4. Cantidad de corredores evaluados, valores promedio, desviación estándar, rango de las pérdidas totales y relativas de líquidos por sudor y del porcentaje de deshidratación en corredores de resistencia, en dos pruebas en banda sin fin: con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada a 32 °C y 68 % de humedad. Monterrey, N.L. México 1999.

Pero si se consideran los valores relativos referidos a la unidad de tiempo las cifras son mayores para HAL con  $0.68 \pm 0.2$  ml Kg min y  $0.56 \pm 0.04$  ml Kg min para HAD. Así también los correspondientes a las pérdidas durante una hora de carrera ( $2311 \pm 743$  ml h y  $1920 \pm 270$  ml h).

El promedio de las pérdidas totales durante la prueba fueron mayores en HAD, con 2552 ml y 2213 ml debido a que algunos corredores abandonaron la carrera durante la prueba HAL, antes de finalizar la misma, es decir la duración no fue la misma en ambas pruebas.



Grafica 5 Promedio del porcentaje de deshidratación durante dos pruebas en banda sin fin : con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada en corredores de resistencia, a 32 ° C y 68 % de humedad Monterrey, N L. México, 1999

El porcentaje de deshidratación promedio, teniendo en cuenta el peso corporal sin ropa, antes de la prueba y al finalizar la misma, fue de 0.3 % para HAD y 3.0 % cuando el consumo fue ad libitum (HAL). Gráfica 5. Los mayores porcentajes de deshidratación se presentaron en esta última los cuales oscilaron entre 1.1% como mínimo y hasta un máximo de 3.9 % (Tabla 4)



## 5. EJECUCIÓN DE LAS PRUEBAS

El tiempo de duración para ambas pruebas fue previamente establecido en 70 minutos, durante los cuales los corredores debían correr 60 minutos al 75 % de su velocidad máxima y 10 minutos al 90 %. Sin embargo 4 de los corredores, es decir el 57 % no pudieron completar la prueba HAL y el 14 % ( uno de ellos) la prueba HAD.

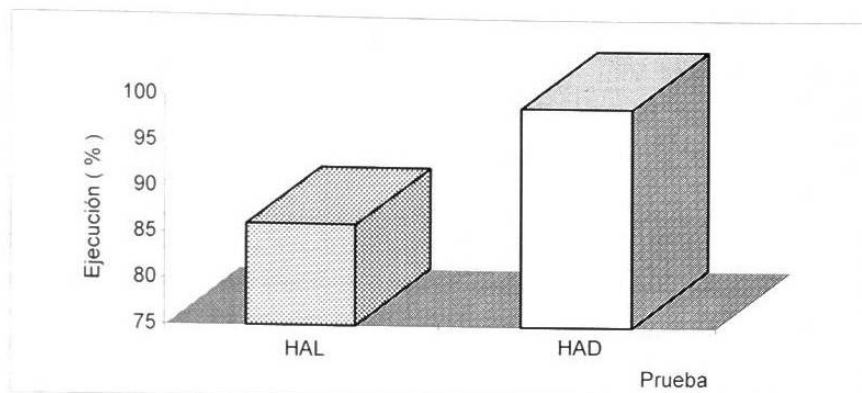
Por tal motivo se presenta el grado de ejecución alcanzado, en promedio, de los 7 corredores estudiados. Tabla 5.

VARIABLES	PROMEDIO		DESVIACIÓN STANDAR		n	RANGO			
	HAL	HAD	HAL	HAD		HAL	HAD	HAL	HAD
Duración (min)	61	69	12	2	7	70	70	41	65
% Ejecución	86	99	18	3	7	100	100	64	93
Distancia (km)	13.2	15.5	2.8	0.9	7	16.2	16.2	10.1	14.4
Calorías consumidas	714	912	131	124	7	885	1149	575	767

Tabla 5 Numero de corredores de resistencia evaluados, valores promedio, desviación estándar y rango de las variables duración del ejercicio, % de ejecución, distancia recorrida y calorías consumidas durante dos pruebas en banda sin fin : con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, a 32 °C y 68 % de humedad Monterrey, N.L. Mexico 1999.

La duración promedio de la prueba del grupo, fue de 61 minutos para la prueba HAL, y de 69 minutos para HAD. Por lo que el porcentaje de ejecución de la carrera fue del 86 % para la primera y de 99 % para la segunda (70 minutos = 100%). En consecuencia la distancia recorrida en HAD fue 15.5 Km , 2.2 Km más que en HAL en la cual recorrieron 13.3 Km.

La energía consumida durante el trabajo ejecutado se calculó en 714 calorías para la primera y en 912 calorías para la segunda, es decir 198 calorías más, puesto que en HAD la duración fue mayor. No se encontraron diferencias significativas entre ambas pruebas.



Gráfica 6. Porcentaje de ejecución promedio, de dos pruebas en banda sin fin: con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada en corredores de resistencia, a 32 ° C y 68 % de humedad. Monterrey, N L Mexico 1999

## 6. FRECUENCIA CARDÍACA

En la Tabla 6 se presentan los valores promedio y desviación estándar de las frecuencias cardíacas durante las dos pruebas: con Hidratación Ad Libitum (HAL) y con Hidratación Adecuada (HAD), registradas a intervalos de 15 minutos, hasta finalizar las mismas y durante la recuperación.

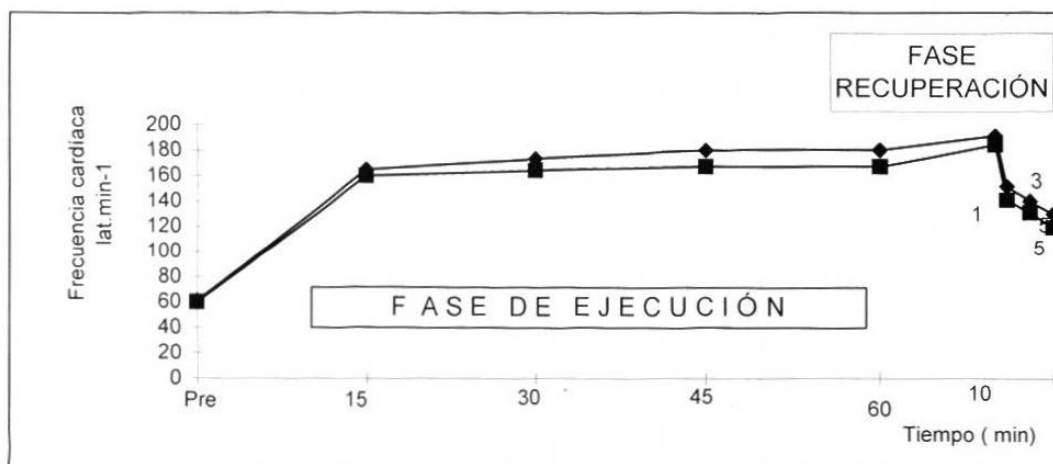
Los valores correspondientes a las frecuencias cardíacas pre ejercicio son similares en ambas pruebas: 60 y 61  $\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$  respectivamente. A diferencia de las registradas a durante la prueba especialmente a los 30, 45, y 60 minutos (1° etapa) cuyas medias son significativamente mayores en la prueba HAL ( $P < 0.05$ ). Si bien se observó una diferencia de 7 latidos entre las frecuencias cardíacas a los 10 minutos de la segunda etapa, éstas no fueron estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ). Gráfica 6

Los distintos valores de n entre las pruebas HAL Y HAD en los diferentes períodos de carrera se debe a que de los 7 corredores algunos no concluyeron las mismas, quedando solamente 3 atletas al finalizar la prueba HAL y 6 en la prueba HAD.

I ETAPA Y PERIODO	PROMEDIO (lat.min <sup>-1</sup> )		DESVIACIÓN STANDAR (lat.min <sup>-1</sup> )		n		RANGO (lat.min <sup>-1</sup> )				
	HAL	HAD	HAL	HAD			V. MÍNIMO		V. MÁXIMO		
1 Etapa											
Pre	61	60	9	7	7	7	47	47	69	68	
15'	165	160	12	10	7	7	150	144	181	168	
30'	174	165	13	11	7	7	155	156	188	176	
45'	181	168	12	10	6	7	161	150	191	181	
60'	181	168	13	12	5	7	161	158	191	183	
2 Etapa											
10'	192	185	12	9	3	6	179	179	202	192	
Recuperación											
1'	153	142	16	12	7	7	126	122	170	154	
3'	141	132	14	12	7	7	120	116	160	147	
5'	131	117	10	12	7	7	111	104	142	135	

Tabla 6 Valores Promedio, desviación standar, rango de las frecuencias cardíacas registradas y cantidad de corredores estudiados en las fases de ejercicio y de recuperación, durante las distintas etapas y periodos de carrera en dos pruebas en banda sin fin . con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, a 32 °C y 68 % de humedad. Monterrey, N.L. México 1999.

Las frecuencias cardíacas durante la recuperación a los minutos 1, 3 y 5 después de ejercicio, fueron menores en la prueba HAD, sin embargo solamente se encontraron diferencias significativas a 5 minutos de recuperación con valores de  $131 \pm 10$  lat.min<sup>-1</sup> para HAL y  $117 \pm 12$  lat.min<sup>-1</sup> para HAD Gráfica 7



Grafica 7 Promedio de las frecuencias cardiacas de los corredores de resistencia, registradas durante la fase de ejecucion y recuperacion y en los distintos periodos de carrera : pre ejercicio, cada 15 minutos y al finalizar la misma, en dos pruebas en banda sin fin: con hidratación ad libitum y con hidratacion adecuada, a 32 °C de temperatura y 68 % de humedad. Monterrey N. L. Mexico 1999

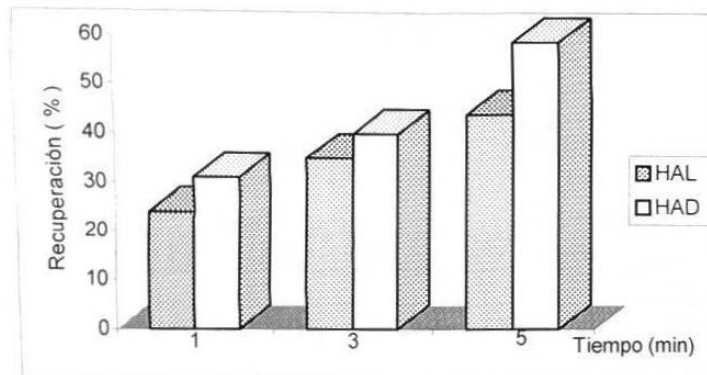
## 7. PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN

En base a los resultados de las frecuencias cardiacas post ejercicio, se realizó el cálculo de los porcentajes de recuperacion, como un indicador del rendimiento. Tabla 7

TIEMPO RECUPERACION	PROMEDIO %		DESVIACION STANDAR %		RANGO (%)			
	HAL	HAD	HAL	HAD	V. MÁXIMO		V. MINIMO	
1er Minuto	24	31	8	9	36	47	12	19
3er Minuto	35	40	10	7	49	49	19	31
5to Minuto	44	59	11	11	61	72	27	42

Tabla 7 Valores Promedio, desviacion standar y rango de los porcentajes de recuperacion al primer, tercer y quinto minuto después del ejercicio, de los corredores de resistencia, en dos pruebas : con hidratacion ad libitum y con hidratacion adecuada, a 32 °C y 68 % de humedad. Monterrey, N.L. Mexico 1999

En ambas pruebas los porcentajes de recuperación fueron en aumento en el transcurso el tiempo post ejercicio, dicho de otra manera las frecuencias cardíacas disminuyeron acercándose a los 100 latidos por minuto.



Grafica 8 Porcentaje de recuperacion de la frecuencia cardíaca en dos pruebas en banda sin fin: con hidratacion ad libitum y con hidratacion adecuada, en corredores de resistencia, a 32 ° C de temperatura y 68 % de humedad. Monterrey, N.L México, 1999

En el primer y tercer minuto después de ejercicio los porcentajes de recuperación alcanzados  $24 \pm 8 \%$  y  $31 \pm 9 \%$  así como  $35 \pm 10 \%$  y  $40 \pm 7 \%$  respectivamente, no fueron significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ). No obstante a los 5 minutos de recuperación los porcentajes de HAD fueron significativamente más elevados que en HAL, alcanzando a  $59 \pm 11 \%$  para la primera y  $44 \pm 11 \%$  para la segunda. Gráfica 8

## 8. LACTATO EN SANGRE

En la Tabla 8 se detallan los valores de lactato en sangre a lo largo de las pruebas HAL y HAD y a los 5 minutos de recuperación.

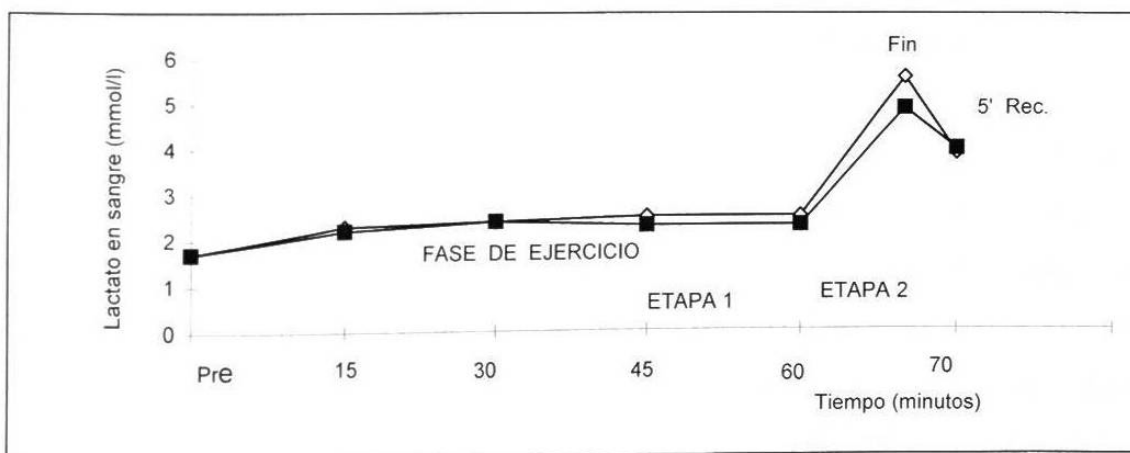
El promedio de lactato en sangre pre ejercicio fue similar para ambas pruebas. En general, los valores son levemente superiores en los distintos períodos de la prueba HAL, excepto a los 5 minutos de recuperación.

En ambas Pruebas HAL y HAD los mayores valores de lactato se encuentran ubicados al finalizar la 2ª Etapa de 10 minutos de duración, con  $5.6 \pm 0.8$  mmol L y  $4.9 \pm 1.2$  mmol L respectivamente.

Sin embargo no se encontraron diferencias significativas en este caso. Cabe destacar que los valores de n para ambas pruebas son diferentes, ya que 3 atletas no culminaron la prueba HAL y uno de ellos no terminó la prueba HAD.

ETAPA Y PERIODO	PROMEDIO mmol l		DESVIACION STANDAR Mmol l		n		RANGO (mmol l)			
	HAL	HAD	HAL	HAD	HAL	HAD	V. MÁXIMO		V. MÍNIMO	
1 Etapa							HAL	HAD	HAL	HAD
Pre	1.7	1.7	0.2	0.4	7	7	1.9	2.5	1.3	1.2
15'	2.3	2.2	0.6	0.4	7	7	3.4	2.9	1.7	1.7
30'	2.4	2.4	0.5	0.5	7	7	3.3	2.5	1.9	1.7
45'	2.5	2.3	0.6	0.4	6	7	3.6	2.9	2	2
60'	2.5	2.3	0.6	0.4	5	7	3.6	2.8	2.1	1.8
2 Etapa										
10'	5.6	4.9	0.8	1.2	3	6	6.6	6.4	5.1	3.4
Recuperacion										
5'	3.9	4.0	1.1	0.7	7	7	5.1	4.9	2.4	3.2

Tabla 8 Promedio, desviación estándar, rango de los valores de lactato en sangre registradas y cantidad de corredores de resistencia estudiados en las fases de ejercicio y recuperación, durante las distintas etapas y periodos de carrera, en dos pruebas: con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, a  $32^\circ\text{C}$  de temperatura y  $68\%$  de humedad. Monterrey, N.L. México 1999.



Grafica 9 Valores promedio de lactato en sangre de los corredores de resistencia en las fases de ejercicio y recuperación durante los distintos periodos de carrera y a los 5 minutos de recuperación, en dos pruebas en banda sin fin con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, a  $32^\circ\text{C}$  de temperatura y  $68\%$  de humedad. Monterrey, N.L. México, 1999.

## 9. TEMPERATURA EN OÍDO

Las temperaturas en oído pre ejercicio fueron similares entre ambas pruebas. Sin embargo las diferencias fueron significativamente elevadas en la prueba HAL, a los 30 y 45 y 60 minutos de carrera. ( $P < 0.05$ ). No se encontraron tales diferencias al finalizar la misma. Tabla 9 y Gráfica 10.

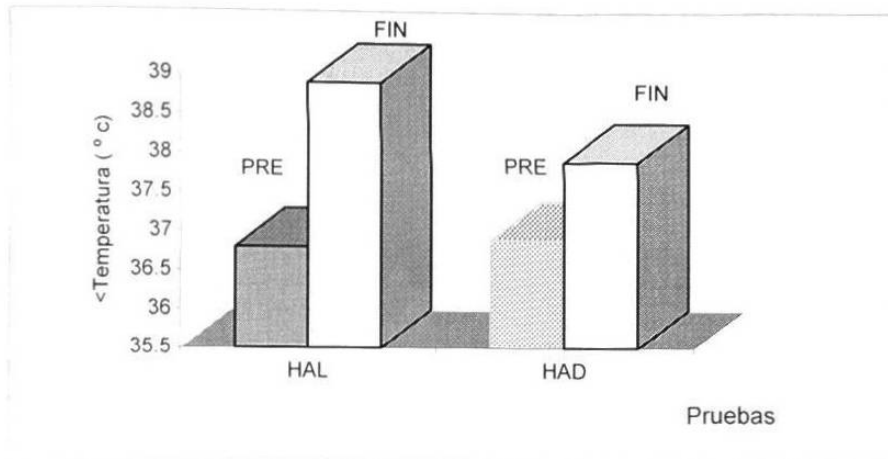
ETAPAS Y PERIODOS	PROMEDIO °C		DESVIACIÓN STANDAR °C		n		RANGO (°C)				
	HAL	HAD	HAL	HAD	HAL	HAD	V. MÁXIMO		V. MÍNIMO		
1 Etapa											
Pre	36.8	37	0.6	0.5	7	7	37.6	37.8	36.0	36.3	
15'	37.7	37.6	0.5	0.5	7	7	38.3	38.1	36.9	37.0	
30'	38.1	37.8	0.7	0.6	7	7	39.2	38.7	37.1	37.1	
45'	38.4	37.9	0.6	0.5	6	7	38.9	38.7	37.4	37.3	
60'	38.5	37.7	0.7	0.4	5	7	38.7	38	37.3	37.0	
2 Etapa											
10'	38.5	37.9	0.9	0.5	3	6	39.1	38.6	37.5	37.4	
Recuperacion											
1'	38.5	38	0.5	0.6	7	7	38.9	38.8	37.5	37.4	
3'	38.4	38.0	0.8	0.6	7	7	38.9	38.8	36.7	37.1	
5'	38.2	38.0	0.6	0.6	7	7	39.0	39.1	37.2	37.3	

Tabla 9 Promedio, desviación standar, rango de los valores de temperatura de oído registradas y cantidad de corredores de resistencia estudiados en las fases de ejercicio y recuperación durante las distintas etapas y periodos de carrera en dos pruebas, con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, a 32 °C y 68 % de humedad. Monterrey, N.L. México 1999.

Los valores de temperatura al primer, tercer y quinto minuto después del esfuerzo fueron notablemente menores en la prueba IIAD, encontrándose diferencias significativas solamente en el primer minuto de recuperación. Las medias en el primer minuto fueron de  $38.5 \pm 0.5$  para HAI y  $38 + 0.6$  para HAD respectivamente. Los máximos y mínimos oscilaron entre 38.9 a 37.5 °C para el primer caso y de 38.8 a 37.4 °C para el segundo. Tabla 9







Grafica 11 Temperatura de oído promedio de los corredores de resistencia registradas pre ejercicio y al finalizar la carrera, en dos pruebas en banda sin fin: con hidratación ad libitum y con hidratación adecuada, en corredores de resistencia, a 32 °C de temperatura y 68 % de humedad. Monterrey N. L. México, 1999.

# CAPÍTULO 5

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos mostraron que existe una significativa diferencia entre el peso antes y después de la carrera, en la prueba con hidratación ad libitum (HAL) cuyos valores disminuyeron de  $56.9 \pm 5.2$  Kg a  $55.1 \pm 4.9$  Kg, ( Tabla 2 y Gráfica 2) lo que equivale a una importante pérdida de 1.8 Kg .

Esta situación fue debido a la insuficiente cantidad de líquidos ingeridos durante la prueba,  $499 \pm 349$  ml/h en HAL y coincide con las publicaciones de otros autores quienes citaron valores tan bajos como 500 ml/h. ( Coyle, 1994) Cabe señalar que se observó una gran variabilidad en dichas ingestas (DS = 349 ml/h). (Tabla 3 y Gráfica 3)

Estos datos pusieron en evidencia que las grandes pérdidas por sudor en la prueba HAL (2311 ml/h) (Tabla 4) a una elevada temperatura de 32 ° C y 68 % de humedad, no fueron reemplazados adecuadamente, mediante el consumo de líquidos durante la carrera. Dichas pérdidas fueron similares a las encontradas por otros investigadores cuyos valores oscilaron entre 1 a 2 L/h en condiciones de calor. ( Coyle et al, 1994 )

Las recomendaciones del American College of Sports Medicine (ACMS, 1996) establecen que el 80 % o más de las pérdidas por sudor deben ser cubiertas mediante la ingestión de líquidos durante la carrera, para evitar la deshidratación , estos valores corresponden a los utilizados en la prueba control HAD.

Considerando que las pérdidas de líquidos por sudor observadas durante la prueba fueron de 2213 ml ( Tabla 4 ) y que las ingestas en la misma prueba fueron de 499 ml, (Tabla 3), se puede observar que en HAL solamente fue cubierto el 23 % de dichas pérdidas.

Los volúmenes ingeridos por toma, en HAL fueron en progresivo aumento desde el pre ejercicio hasta finalizar la prueba con valores de 40 ml hasta 200 ml por cada toma.(Tabla 3 y Gráfica 3) De esta manera se observó la tendencia a la ingestión de pequeñas cantidades de líquidos antes de la carrera y en los primeros estadios de las mismas, con un aumento del volumen en etapas posteriores, posiblemente estimulados por la sensación de sed. Es sabido que la sed aparece ya cuando existe algún grado de deshidratación por lo cual no es un buen indicador para iniciar o aumentar el consumo de líquidos.

Por otro lado, el hecho de ingerir cantidades adecuadas de líquidos antes o en los primeros minutos de carrera favorece la hidratación adecuada, ya que éstos requieren tiempo para su absorción, en algunos casos entre 10 a 15 minutos, para las bebidas deportivas frías tipo Gatorade.

Las diferencias entre los volúmenes totales ingeridos fueron significativamente más bajos durante la prueba HAL en el pre ejercicio, a los 15, 30 y a los 45 minutos de prueba. Sin embargo no se encontró tal diferencia a los 60 minutos. Esto se puede explicar mediante dos situaciones que ocurrieron simultáneamente : a) los corredores bebieron mayor cantidad de líquidos en esta etapa de la prueba HAL ( 200 ml ) y b) uno de ellos omitió la última toma en la prueba HAD, probablemente por el gran volumen ingerido en las tomas anteriores, 660 ml (correspondiente al valor máximo) . No obstante este atleta alcanzó a hidratarse adecuadamente cubriendo más del 80 % de las pérdidas por sudor.

Al respecto cabe destacar que en la prueba HAD se observó una gran variabilidad en cuanto a los volúmenes ingeridos con valores extremos de 270 ml/toma como mínimo y un máximo de 660 ml/ toma (Tabla 3). Estos están directamente relacionados con las pérdidas y requerimientos individuales. La tolerancia a la ingesta de líquidos fue uno de limitantes ya que uno de los atletas originalmente incluido en el presente estudio fue eliminado y reemplazado debido a la sensación de plenitud gástrica al ingerir la cantidad de líquidos requerido, equivalente a 400 ml por toma.

La tolerancia gástrica individual fue considerada como uno de los principales problemas que el deportista debe tratar de solucionar cuando ésta no le permite

completar con los requerimientos de líquidos durante la carrera. Al respecto el American College of Medicine Sports (ACMS) , publicó varios documentos destinados a orientar a los deportistas acerca de la metodología para el autocontrol del peso perdido durante la carrera y el volumen a ingerir para evitar la deshidratación, según la condición climática.

En el presente estudio el porcentaje de deshidratación al finalizar la prueba HAL fue de 3 % mientras que en HAD de 0.3 %. (Tabla 4 y Gráfica 5). Es sabido que con pérdidas de peso corporal del 2 % (Zintl, 1993, Latzka, 1999) o 3 % (Guyton, 1998) ya existe un deterioro del rendimiento en los deportistas. Aunque otros autores observaron una disminución de la capacidad de trabajo hasta con el 1 % de déficit.

En un primer momento se partió del supuesto de que todos los corredores culminarían ambas pruebas aunque, según la hipótesis planteada, con distintos niveles de rendimiento físico. Sin embargo en la prueba HAL, 4 de los 7 corredores el 43 % completó la prueba y el 57 % no logró concluirla: uno de ellos abandonó la carrera a los 41 minutos, otro a los 45, el tercero a los 62.5 y el cuarto a los 65 minutos de carrera. En contraposición , durante la prueba HAD, el 86 % alcanzó a finalizar la prueba y sólo un corredor ( el 14 %) abandonó la misma faltando 5 minutos para la culminación. Esto posiblemente debido a la fatiga, ya que el estado de hidratación del mismo en esta instancia, fue óptimo. Se evidencia entonces que el rendimiento del grupo en cuanto a número de corredores que terminaron la prueba mejoró en un 100 %.

El promedio de duración de la prueba HAL fue de 61 minutos mientras que HAD fue ejecutada durante 69 minutos es decir, en esta última los atletas corrieron 8 minutos más. Sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre ambas ( $p < 0.05$ ) .

Tabla 5

Del mismo modo las calorías consumidas en HAL fueron 714 mientras que en HAD el consumo fue de 912 calorías y tampoco se hallaron tales diferencias ( $P < 0.05$ ).Tabla 5

No obstante se debe considerar que el atraso de unos segundos en una competencia puede significar la derrota o la victoria.

Las frecuencias cardíacas registradas a los 30, 45 y 60 minutos de carrera fueron significativamente mas elevadas en la prueba HAL ( $P > 0.05$ ) y presentaron valores de

$174 \pm 13 \text{ lat. min}^{-1}$  vs  $165 \pm 11 \text{ lat. min}^{-1}$  ;  $181 \pm 12 \text{ lat. min}^{-1}$  vs  $168 \pm 10 \text{ lat. min}^{-1}$  y  $181 \pm 13 \text{ lat. min}^{-1}$  vs  $168 \pm 12 \text{ lat. min}^{-1}$ , respectivamente. (Tabla 6 y Gráfica 7)

Sin embargo no se encontraron diferencias significativas al finalizar la segunda etapa, es decir luego de 10 minutos de carrera al 90 % de la capacidad máxima, con valores de  $192 \pm 12 \text{ lat. min}^{-1}$  para HAL y  $185 \pm 9 \text{ lat. min}^{-1}$  para HAD. Esto fue posiblemente debido al pequeño número de corredores analizados en este período, puesto que 4 de ellos no llegaron a cumplir esta etapa de la prueba HAL.

En este sentido está claro el efecto atenuante de una buena hidratación respecto a la frecuencia cardíaca. Por el contrario una deficiente hidratación como es el caso de la prueba HAL, produce un aumento de la misma por la disminución del volumen minuto, por lo tanto el corazón debe latir un mayor número de veces para enviar suficiente cantidad de sangre a los tejidos.

Similares resultados fueron presentados por Below et al (1994) en un estudio efectuado en ciclistas, los cuales fueron sometidos a una carga de trabajo equivalente al 80 % de su  $\text{VO}_2 \text{ máx}$ , a  $31^\circ \text{C}$  y durante una hora de duración. En este caso se comparó, entre otros aspectos, los rendimientos de los atletas con ingestas de  $200 \pm 10 \text{ ml}$  vs  $1330 \pm 60 \text{ ml}$ , siendo esta última cantidad suficiente para cubrir el 79 % de sus requerimientos. Se encontró que las frecuencias cardíacas fueron significativamente más elevadas cuando ingirieron escasa cantidad de líquidos a los 20, 30, 40, y 50 minutos de la prueba.

Recientemente Mc Conell et al (1999) estudiaron la influencias de la ingestión de distintos volúmenes de líquidos durante una hora de ejercicio a  $21^\circ \text{C}$ . Se realizaron 3 pruebas en cicloergómetro al 80 % de su capacidad máxima ; una de ellas sin reposición de líquidos y las otras dos con reposición del 50 % de las pérdidas y del 100 % del requerimiento respectivamente. Los resultados indicaron que no hay diferencias significativas entre las frecuencias cardíacas de los atletas que no ingirieron líquidos o lo hicieron en poca cantidad : el 50 % de lo requerido, y los que cubrieron el 100 % de las pérdidas.

Estos hallazgos ponen en evidencia que la temperatura ambiente es un factor determinante en la pérdida de líquidos por sudor y en consecuencia su adecuada reposición condiciona la variación en el rendimiento.

Otro aspecto a tener en cuenta en el rendimiento deportivo es el grado de recuperación de la frecuencias cardíacas a valores cercanos a  $100 \text{ lat} \cdot \text{min}^{-1}$  después del ejercicio. En la presente investigación no se encontraron diferencias significativas en las frecuencias cardíacas registradas al primer y tercer minuto de recuperación entre ambas pruebas ( $P < 0.05$ ). Tabla 6 y Gráfica 7

Sin embargo se observó que las frecuencias cardíacas a los 5 minutos de recuperación fue significativamente mas baja en la prueba HAD con valores medios de  $117 \pm 12 \text{ lat} \cdot \text{min}^{-1}$ , mientras que HAL presentó  $14 \text{ lat} \cdot \text{min}^{-1}$  por arriba es decir  $131 \pm 10 \text{ lat} \cdot \text{min}^{-1}$ .

Según lo antes expuesto, es notable el efecto beneficioso de la hidratación adecuada sobre la capacidad de recuperación a los 5 minutos. Sin embargo se desconocen otros trabajos que estudien el efecto de la hidratación sobre la recuperación post ejercicio.

Los valores de lactato en sangre no presentaron diferencias significativas entre ambas pruebas, aunque los valores de HAL fueron levemente superiores a los de la prueba HAD a los 15, 30, 45 y 60 minutos de carrera (Tabla 8 y Gráfica 9) posiblemente debido a los corredores no alcanzaron su umbral aeróbico-anaeróbico durante la primera etapa de carrera ( $4 \text{ mmol/l}$  de lactato).

Asimismo al finalizar la segunda etapa, el valor de lactato en la prueba HAL fue de  $0.7 \text{ mmol/L}$  superior a los presentados en HAD ( $5.6 \pm 0.8 \text{ mol/L}$  y  $4.9 \pm 1.2 \text{ mmol/L}$ ). No obstante tampoco se encontraron diferencias significativas en esta etapa. Este resultado se debe posiblemente a que 4 de los 7 corredores no terminaron la prueba HAL, siendo solo 3 atletas los que fueron analizados en esta instancia. Similares resultados se obtuvieron en el estudio realizado por Below et al en 1994, ya citado, en el cual se encontraron diferencias significativas para frecuencia cardíaca, pero no se observaron tales diferencias para lactato en sangre., aunque se observó una mejor capacidad de trabajo a iguales valores de lactato, durante el sprint final, cuando los sujetos presentaron mejores condiciones de hidratación.

La temperatura en oído resultó significativamente más baja en la prueba HAD tanto a los 30 como a los 45 y 60 minutos de carrera. Este resultado está de acuerdo con los hallazgos de Coyle and Montain (1992) y Below et al (1994) , los cuales evidencian el efecto el efecto de la hidratación adecuada como atenuante del aumento de la temperatura central del organismo, en condiciones de calor y humedad.

Si bien la temperatura registrada al finalizar la prueba fue de 0.6 ° C más elevada en HAL, no se encontraron diferencias significativas con HAD, nuevamente debido al pequeño número de deportistas analizados, es decir que concluyeron ambas pruebas.

En este caso la temperatura en HAD  $38 \pm 0.6$  ° C al primer minuto de recuperación fue significativamente mas baja que la de HAL  $38.5 \pm 0.5$  ° C. El efecto beneficioso de la hidratación adecuada se observó en el primer minuto de recuperación, no así en el tercer o quinto minuto. Tabla 9 y Gráfica 10. No se encontraron otros estudios al respecto.

La temperatura del oído medio en la prueba HAL fue inferior al nivel crítico de 38.7 °C. Siendo el incremento de la misma desde el inicio hasta finalizar la prueba de 2.1 ° C . Tabla 10 y Gráfica 11. Se corrobora entonces lo demostrado en estudios anteriores que la capacidad de trabajo disminuye cuando existe un incremento de la temperatura durante la carga física de 2 a 2.5 ° C. (Mishchenko, 1995)

Es evidente la pérdida de la habilidad del organismo para regular la temperatura corporal cuando se efectúan ejercicios de larga duración, en condiciones de calor y deficiente reposición de líquidos.

## CONCLUSIONES

1. El porcentaje de corredores que terminaron la prueba con hidratación ad libitum fue considerablemente mas bajo que con la hidratación adecuada, mejorando en un 100 % la ejecución de esta ultima prueba.
2. Los corredores de resistencia que se hidrataron con la modalidad ad libitum durante la prueba en condiciones ambientales de 32 ° C y 68 % de humedad no alcanzaron a cubrir las pérdidas por sudor en cantidades suficientes para prevenir la deshidratación.
3. El grado de deshidratación alcanzado por los corredores de resistencia cuando la hidratación se realizó ad libitum en las condiciones ambientales estudiadas se encuentra por arriba de los niveles de inocuidad.
4. El rendimiento físico según la distancia recorrida, duración de la carrera y energía consumida por los corredores de resistencia con hidratación ad libitum, en las condiciones estudiadas, fue menor que el rendimiento de los mismos corredores con hidratación adecuada pero las diferencias no fueron estadísticamente significativas.
5. El rendimiento disminuyó significativamente cuando los corredores de resistencia se hidrataron con cantidades de líquidos ad libitum durante la carrera, en condiciones ambientales de 32 ° C y 68 % de humedad según los indicadores



fisiológicos: frecuencia cardíaca y temperatura central del organismo. No ocurrió lo mismo con el indicador lactato en sangre.

## RECOMENDACIONES

1. Realizar trabajos de investigación similares, con niveles de intensidad equivalentes al umbral anaeróbico ( 4 mmol de lactato).
2. Estudiar los efectos de la hidratación ad libitum y/o deshidratación en la capacidad de trabajo de otros grupos poblacionales como deportistas diabéticos, sobre todo en relación a la curva de lactato.
3. Investigar mediante estudios similares los efectos de la hidratación ad libitum durante el esfuerzo, desde el punto de vista psicológico, por ejemplo, la concentración.
4. Efectuar otros estudios acerca de la influencia de la deshidratación durante la recuperación después del esfuerzo.

## CITAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American College of Sports Medicine ( 1996). Fluid Replacement: Position Stand. En: Sports Science Exchange Gatorade Sports Science Institute.. 63 Vol 9 N° 4 : 4
2. Asociación Médica Mundial ( 1989). Declaración de Helsinki pp 6
3. Astrand, R. ( 1991). Fisiología del trabajo físico. Ed Panamericana. Argentina p. 393
4. Bäumlér, G.y K. Schneider. Biomecánica deportiva. Fundamentos para el estudio y la práctica. Ed Roca España p 125-126
4. Below P et al ( 1995). Fluid and carbohydrate ingestion independently improve performance during 1 h of intense exercise. En: Med. Sci. Sports Exerc. 27: 200-210
5. Bowers, R. And E. Fox ( 1995). Fisiología del Deporte. Ed Panamericana. Argentina, p 19
6. Cogan M ( 1991). Líquidos y electrolitos. Fisiología y Fisiopatología. Ed Manual Moderno. México p 89
7. CONADF SEP ( 1997) Manual para la aplicación de estudio piloto de la investigación sobre pruebas de valoración en estudiantes mexicanos de 15 a 24 años de edad. Mexico 1997 p 6 y 7
8. Coyle, E. (1994). Fluid and carbohydrate replacement exercise: How much and why?. En: Sports Science Exchange 50 Vol 7 N° 3. Gatorade Sports Science Institute: 1- 6
9. Gatorade Sports Science Institute. ( 1998) Information Gatorade thirst quencher. The Gatorade Company
10. Gerstein, S. ( 1990 ). Risk factors for collapse of runners. A report on the 1988. Toronto marathon. En: Phys. Sportmed. Vol 18 N°12, december : 72-85

11. Greenleaf, J ( 1992). Problem: thirst, drinking behavior and involuntary dehydration. En: Med Sci. Sports Exerc. Vol 24 N° 6 : 645-656
12. Grosser, ( 1990). Alto rendimiento deportivo. Planificación y desarrollo. Ed Roca p 14-15
13. Guyton A. And J. Hall (1998). Los compartimentos líquidos del cuerpo: líquidos extracelulares e intracelulares, líquido intersticial y edemas. En: Tratado de Fisiología Médica: Mc Graw Hill. Interamericana. España, p 323, 324, 329
14. Guyton A. And J Hall (1998) Fisiología de los Deportes. En Tratado de Fisiología Médica. Mc Graw Hill Interamericana España p. 997 y 1175
15. Kaplan Pesce. A. (1988) Química Analítica. Técnicas de Laboratorio. Fisiopatología. Metodos Analíticos. Teoría, análisis y correlación. Ed. Panamericana. Argentina. P 422
16. Lamb, D. ( 1990). Mecanismo de transferencia de calor. En: Fisiología del ejercicio. Ed Augusto Pila Teleña España p. 253-257
17. Lutzka W. And S. Montain ( 1999). Water and electrolyte requirements for exercise. EN Clinics in Sports Medicine. Nutritional aspects of exercise. Wheeler and Lombardo guest Editors. Saunders Company U.S.A. p 513-514
18. Mahan, L y S. Soctt-Stumps ( 1998). Agua , electrolitos y equilibrio ácido base. En Nutrición y Dietoterapia de Krause. Ed Mc Graw Hill-Interamerciana. México p 170, 171, 173
19. Mahan, L y S. Soctt-Stumps ( 1998). Nutrición para el entrenamiento deportivo. En Nutrición y Dietoterapia de Krause. Ed Mc Graw Hill-Interamerciana. México p 509
20. Maughan, R et al. ( 1996) Rehydration and recovery after exercise. En: Sports Science Exchange. Gatorade Sports Science Institute 62 Vol 9 N° 3 : p 1
21. Mc Conell, G et al ( 1998). Fluid ingestion does not influence intense 1 h exercise performance in a mild environment. En: Med Sci Sports Exerc. Vol 31 : 386-392
22. Mishchensko V.S. y V.D. Mongarov (1995). Fisiología del Deportista Ed. Paido Tribo. España p 109,111 y 202
23. Murray, R. Nutrition for the marathon and other endurance sports: environmental stress and dehydration. Med Sci Sports Exerc 1992. Sep 24 ( 9 suppl) : 319-323
24. Noakes, T. D. (1995) Dehydration during exercise: what are real dangers? En Clin J. Sports Med. 5 ( 2 ) : 123-128

25. Platonov, V.N. (1997) Control del entrenamiento deportivo En: Entrenamiento deportivo, teoría y metodología. Ed Paidó Tribo. España p 290.
26. Rehrer, N. J. et al ( 1990=). Effects of dehydration on gastric emptying and gastrointestinal distress while running . EN Med Sci Sports Exerc. Dec 22 (6): 790 795
27. Reverté (1988) La importancia del agua. En: Nutrición para el éxito del deportista. España p 1-4, 30, 31
28. Sawka, M. (1992) Physiological consequences of hypohidration: exercise performance and thermoregulation. En : Med Sci Sports Exerc. The American College of Sports Medicine. Vol 24 N° 1992: 667
29. Serra Grima, J. R. (1998) Riesgo cardiovascular relacionado con el ejercicio. Trastornos metabólicos, deshidratación. En: Cardiología del Deporte. Revisión de casos clínicos. Springer- Verlag. Ibérica. España p 80
30. Shephard ,R and P.O. Astrand ( 1996 ) La Resistencia en el deporte. Traducido del Original en Ingles “ Endurance in Sports” por Josep Prado. Ed Paidó Tribo España. p 6, 181-184
31. Wootton, S. (1990) El atleta y los líquidos. En: Nutrición y Deporte. Ed Acribia. España p 100, 101
31. Zar, J. ( 1999) Bioestatistical Analysis. Ed Prentice Hall U.S.A. p 173-189
32. Zintl, F. (1993) Entrenamiento de la resistencia. Fundamentos métodos y dirección del entrenamiento. Ed Roca p 31, 35, y 81

## APÉNDICE 1

### RIESGO DE STRESS POR CALOR DURANTE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y / O EXPOSICIÓN PROLONGADA

HUMEDAD RELATIVA %	TEMPERATURA APARENTE ( ° C )										
	21	24	27	29	32	35	38	41	43	46	49
0	18	21	23	26	28	31	33	35	37	39	42
10	18	21	24	27	29	32	35	37	41	44	47
20	19	22	25	28	31	34	37	41	44	49	54
30	19	23	26	29	32	36	40	45	51	57	64
40	20	23	26	30	34	38	43	51	58	66	
50	21	24	27	31	36	42	49	57	66		
60	21	24	28	32	38	46	56	65			
70	21	25	29	34	41	51	62				
80	22	26	30	36	45	58					
90	22	26	31	39	50						
100	22	27	33	42							

\* Combinacion entre calor y humedad

Fuente National Oceanic and Atmospheric Administration ( Adaptación : Reducido de ° F a ° C )

Temperatura Aparente (° C)	Riesgo de Strees por calor durante la actividad física o exposición prolongada
32 - 41	Potencialmente calambres por calor o agotamiento por calor.
41 - 54	Probabilidad de calambres por calor y agotamiento por calor. Potencialmente golpe de calor
54 y más	Elevada probabilidad de golpe de calor

$$^{\circ}F - 1.8^{\circ}C + 32$$

$$^{\circ}C = (^{\circ}F - 32) / 1.8$$

**Condición ambiental pruebas de laboratorio: 32 ° C y 68 % de Humedad**

Resultado según Tabla : 32 ° C y 68 % de humedad relativa cae entre los 38 y 41 ° C de temperatura aparente. Es decir en la zona de “potencial riesgo de calambres por calor y agotamiento por calor” en su límite superior.

## APENDICE 2

### PRUEBA T DE STUDENT PARA MUESTRAS RELACIONADAS

PAR	VARIABLES (HAL-HAD)	gl (n-1)	Sig. (bilateral)
<b>Frecuencia Cardiaca</b>			
1	Pre-ejercicio	6	0.812
<b>Etapa 1</b>			
2	15'	6	0.143
3	30'	6	0.000
4	45'	5	0.016
5	60'	4	0.011
<b>Etapa 2</b>			
6	10'	2	0.186
<b>Recuperacion</b>			
7	1'	6	0.084
8	3'	6	0.053
9	5'	5	0.005
<b>Lactato en sangre</b>			
10	Pre-ejercicio	6	0.095
<b>Etapa 1</b>			
11	15'	6	0.797
12	30'	6	0.829
13	45'	6	0.165
14	60'	4	0.329
<b>Etapa 2</b>			
15	10'	2	0.148
<b>Recuperacion</b>			
16	5'	6	0.882
<b>Temperatura en oído</b>			
17	Pre-ejercicio	6	0.327
<b>Etapa 1</b>			
18	15'	6	0.436
19	30'	6	0.015
20	45'	5	0.002
21	60'	4	0.008
<b>Etapa 2</b>			
22	10'	2	0.161
<b>Recuperacion</b>			
23	1'	6	0.049
24	3'	6	0.135
25	5'	6	0.524
<b>Líquidos ingeridos</b>			
26	Pre-ejercicio	6	0.001
<b>Etapa 1</b>			
27	15'	6	0.001
28	30'	6	0.001
29	45'	4	0.037
30	60'	3	0.098
31	Total	6	0.001
<b>Peso Corporal</b>			
32	Peso Pre-Post (HAL)	6	0.000
33	Peso Pre-Post (HAD)	6	0.089
34	Peso Promedio (HAL-HAD)	6	0.019
<b>Duración Prueba</b>			
35	Etapa 1	6	0.176
36	Etapa 2	6	0.062
37	Total	6	0.115
<b>% Recuperación</b>			
38	1'	6	0.193
39	3'	6	0.207
40	5'	6	0.012
<b>Distancia Recorrida</b>			
41	Etapa 1	6	0.176
42	Etapa 2	6	0.065
43	Total	6	0.113
<b>Calorias Consumidas</b>			
44	Etapa 1	6	0.146
45	Etapa 2	6	0.070
46	Total	6	0.062

## APÉNDICE 3

### GLOSARIO

1. **Arritmia cardíaca:** significa literalmente sin ritmo, pero la palabra se emplea para designar ritmos anormales en la regularidad de un ritmo cardíaco normal. (Dubin, 1974)
2. **Ad libitum:** se refiere a las ingestas libres, según la voluntad del sujeto.
3. **Caloría o Kcal:** caloría por mil, Siendo caloría el monto de energía requerido para elevar la temperatura de 1 ml de agua a una temperatura inicial estándar de de 1° centígrado. 1 Kcal = 4,186 Kilojoules. ( Mahan, 1998)
4. **Deshidratación:** Se refiere al proceso de pérdida de agua y que puede ocurrir desde un estado de hiperhidratación o normohidratación y continuar disminuyendo hasta la hipohidratación. (Greenleaf, 1992)
5. **Eficiencia mecánica:** expresa la relación del trabajo externo ejecutado con la energía de los alimentos que se consumen. Es el costo energético de una ejecución mecánica. La diferencia entre el trabajo externo y la energía de los alimentos que se consumen aparece normalmente como calor (Shephard, 1996 )
6. **Energía:** Se trata de una reserva de trabajo. Se mide en Julios igual que le trabajo o en Calorías (Kcal) . (Bäumler, 1989)
7. **Osmolalidad:** es la concentración osmolal de una solución. Se llama osmolalidad cuando la concentración se expresa en osmoles por Kg de agua y se llama osmolaridad cuando se expresa en osmoles por litro de solución. El número total de un soluto se mide en términos de osmoles. ( Guyton, 1998)
8. **PW170:** es la carga de trabajo correspondiente a 170 latidos por minutos Se expresa en watts.
9. **Porcentaje de recuperación:** Es un valor relativo de la capacidad del organismo para retornar a los niveles de pre-ejercicio, luego de un esfuerzo. Por ejemplo: de frecuencia cardíaca y temperatura en oído.



10. **Porcentaje de deshidratación:** cantidad relativa de la pérdida de agua del organismo. Se calcula tomando como 100 % el peso inicial, es decir el peso pre-ejercicio y se lo relaciona con la diferencia entre el peso inicial y final.
11. **Umbral anaeróbico:** se entiende la intensidad de esfuerzo por encima del cual comienza a desarrollarse acidosis metabólica. Es decir se pasa la producción del metabolismo aeróbico a la producción energética con predominio anaeróbico. En términos medios corresponde a valores de lactato de 4 mmol/L de lactato en sangre.(Mishchenko, 1995)
12. **Watts:** vatio = J/s ( Joule sobre segundo) Es la magnitud física mediante la cual se expresa la potencia. Potencia es igual a trabajo sobre tiempo = fuerza por velocidad. (Bäumler, G. 1989)

## RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

Dorila Fstela Ola Castro

Candidata para el grado de Maestra en Ciencias del Ejercicio  
con Especialidad en Alto Rendimiento

Tesis:

### **“EL RENDIMIENTO DE LOS CORREDORES DE RESISTENCIA CON HIDRATACIÓN AD LIBITUM EN UNA PRUEBA EN BANDA SIN FIN EN CONDICIONES CALOR Y HUMEDAD”**

Campo de Estudio: Ciencias del Ejercicio

Biografía

Datos Personales: Nacida en la ciudad de Rosario de la Frontera, Provincia de Salta, República Argentina, el 4 de mayo de 1958. Padres: César de Jesús Ola y Martha Castro de Ola.

Educación: Egresada de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Salta, Argentina. Título obtenido: Licenciada en Nutrición.

Labor Profesional: Docente de la Carrera de Nutrición, Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Salta. Integrante de diversos trabajos de investigación dependientes del Consejo de Investigación de la misma universidad. Becaria del Programa FOMECA (Fondo para el Mejoramiento de la Calidad Universitaria) de la República Argentina. Nutricionista de la Clínica San Rafael de la Ciudad de Salta, Argentina.

