

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE  
NUEVO LEON**

**FACULTAD DE MEDICINA**



**Alteraciones Orgánicas en un Esfuerzo Físico Máximo  
a Diferentes Grados de Temperatura 0°C, 25°C y 40°C.**

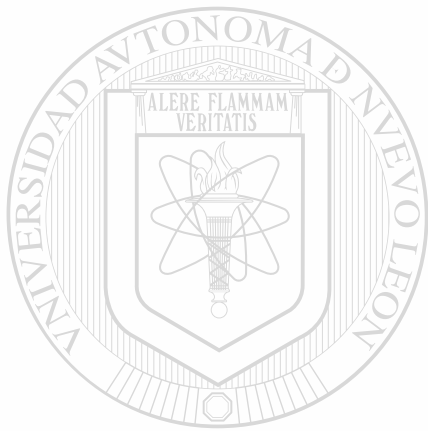
**P O R :**

**Antonio Humberto Bracho Huemoeller**

**Como requisito parcial para obtener el :**

**GRADO DE DOCTOR EN MEDICINA**

**MAYO 2000**



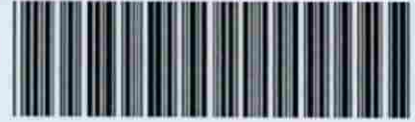
U ANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

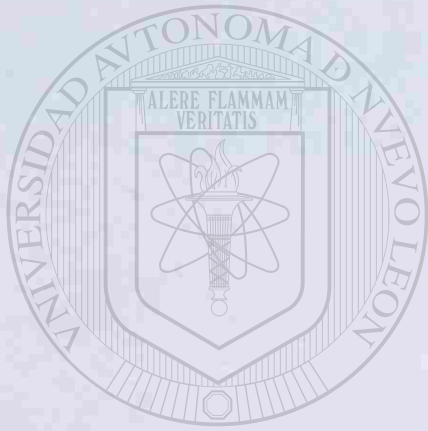
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

*Alocuciones Originales en un Estuero Físico Máximo*

TD  
RA781  
.J5  
.B7  
2000  
c.1



1080125991



# UANL

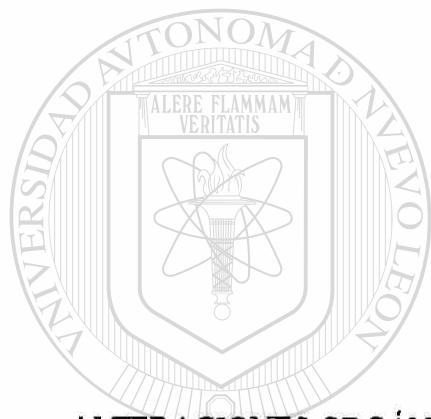
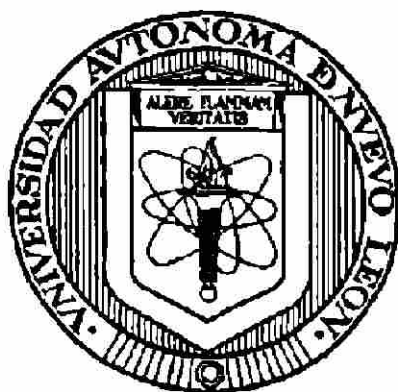
---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE MEDICINA**



**ALTERACIONES ORGÁNICAS EN UN ESFUERZO FÍSICO MÁXIMO**

**A DIFERENTES GRADOS DE TEMPERATURA 0°C, 25°C Y 40°C.**

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

**POR:**

**ANTONIO HUMBERTO BRACHO HUEMOELLER**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN MEDICINA.**

**MAYO 2000.**

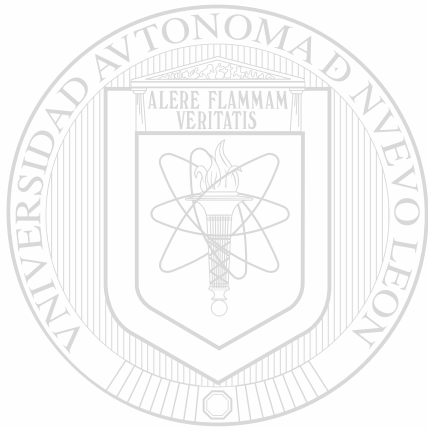
TD

RA781

.15

.B7

2000



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**ASESOR DE TESIS**

**Dr. med. OSCAR SALAS FRAIRE**

**COMISION DE TESIS DOCTORAL**

**Dr. en C. ALMA YOLANDA ARCE MENDOZA**

**Dr. med. NANCY FERNANDEZ GARZA.**

**Dr. med. MIGUEL REYES AMEZCUA.**

**PhD. JORGE VALENZUELA RENDON**

**SUSTENTANTE.**

---

**ANTONIO HUMBERTO BRACHO HUEMOELLER.**

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

**ALTERACIONES ORGANICAS EN UN ESFUERZO FISICO MAXIMO A  
DIFERENTES GRADOS DE TEMPERATURA 0°C, 25°C Y 40°C**

**Aprobación de la Tesis:**




---

**DR. OSCAR SALAS FRAIRE**  
Presidente



---

**JORGE VALENZUELA RENDON, PhD.**  
Secretario



---

**DRA. ALMA YOLANDA ARCE MENDOZA**  
1er. Vocal




---

**DR. MIGUEL REYES AMEZCUA**  
2da. Vocal



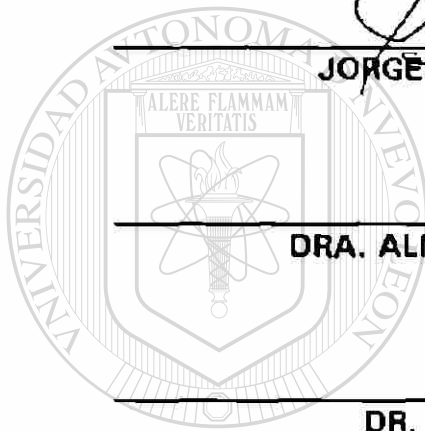
---

**Dr. med. NANCY ESTHELA FERNANDEZ GARZA**  
3er. Vocal



---

**DR. ROBERTO MERCADO LONGORIA**  
Subdirector  
de Investigación y Estudios de Posgrado



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## AGRADECIMIENTOS.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Dr. med. OSCAR SALAS FRAIRE por su valiosa aportación y dirección de mi tesis, como asesor de ella. Así mismo a la Dr. en C. ALMA YOLANDA ARCE M., Dr. med. NANCY FERNANDEZ G. Dr. med: MIGUEL REYES A. Ph.D. JORGE VALENZUELA RENDON por formar parte del comité de Tesis y por sus valiosas sugerencias e interés en la revisión del presente escrito. Así como a la Jefatura de Posgrado, al Dr. ROBERTO MERCADO L, Dra HERMINIA MARTINEZ R. y a C. Norma Sanchez R. Secretaria, todos ellos por su fina atención y orientación para la realización de la tesis.

Al Dr. JORGE RAMIREZ DIAZ y al C. P. JUAN FRANCISCO SALAZAR BENITEZ que como directivos de la UNIVERSIDAD JUAREZ DEL ESTADO DE DURANGO, recibí todo su apoyo para la realización de mis estudios.

Mi reconocimiento postumo al Dr. JORGE RUIZ LEON por su valioso interés y apoyo. A mis compañeros, maestros, laboratoristas y secretaria del Departamento de Fisiología, por su apoyo moral. Al Dr. SALVADOR BORREGO, al Lic. JORGE H. GONZALEZ, y al Dr. EMILIO OLIVARES, por su colaboración en el soporte estadístico. A ROSY MATA DELGADO por su colaboración en el material audiovisual.

A mi esposa ESTELA, a mis hijos: VERONICA WENDOLY, LILY, ANTONIO y DAVID, y en recuerdo de mi padre ANTONIO y de mi Madre IRMA, por el apoyo moral que me brindaron en todo momento y me permitió desempeñar con alegría mis estudios hasta su culminación. A DIOS TODO.



## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	1
ANTECEDENTES.....	2
OBJETIVOS.....	6
HIPOTESIS.....	8
MATERIAL Y METODO.....	9
RESULTADOS.....	18
DISCUSION.....	45
<hr/>	
CONCLUSIONES.....	50
BIBLIOGRAFIA.....	51
AUTOBIOGRAFIA.....	62

## LISTA DE TABLAS.

Tabla no. 1	Velocidad máxima, VO <sub>2</sub> máx, VO <sub>2</sub> y FCM.....	18
Tabla no. 2	Perfil de lípidos.....	19
Tabla no. 3	Glucosa.....	25
Tabla no. 4	ácido úrico.....	27
Tabla no. 5	Determinación de Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Ca <sup>++</sup> .....	29
Tabla no. 6	Comportamiento de las enzimas HDL, CK, TGO y TGP.....	33
Tabla no. 7	Determinación de Biometría Hemática.....	38



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## LISTA DE GRÁFICAS

GRÁFICA # 1	HDL .....	20
GRÁFICA # 2	LDL .....	21
GRÁFICA # 3	TRICLICÉRIDOS .....	22
GRÁFICA # 4	LÍPIDOS .....	23
GRÁFICA # 5	COLESTEROL .....	24
GRÁFICA # 6	GLUCOSA .....	26
GRÁFICA # 7	ÁCIDO ÚRICO .....	28
GRÁFICA # 8	SODIO .....	30
GRÁFICA # 9	POTASIO .....	31
GRÁFICA # 10	CALCIO .....	32
GRÁFICA # 11	HDL .....	34
GRÁFICA # 12	CREATININ FOSFOCINASA .....	35
<hr/>		
GRÁFICA # 13	TGO .....	36
GRÁFICA # 14	TGP .....	37 <sup>®</sup>
GRÁFICA # 15	HEMOGLOBINA .....	39
GRÁFICA # 16	HEMATOCRITO .....	40
GRÁFICA # 17	VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN GLOBULAR .....	41
GRÁFICA # 18	LEUCOCITOS .....	42
GRÁFICA # 19	ÁCIDO LÁCTICO .....	44

## RESUMEN

ANTONIO HUMBERTO BRACHO HUEMOELLER.

Fecha de graduación: MAYO 2000

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN.

FACULTAD DE MEDICINA.

Título del Estudio: ALTERACIONES ORGÁNICAS EN UN ESFUERZO FÍSICO MÁXIMO A DIFERENTES GRADOS DE TEMPERATURA 0°C, 25°C Y 40°C.

Número de páginas: 67

CANDIDATO PARA EL GRADO DE  
DOCTOR EN MEDICINA.

Area de estudio: Medicina del Deporte y Rehabilitación.

**Propósito y Método del Estudio:** La actividad física incrementa el metabolismo, siendo éste modificado por el medio ambiente en que se ejecuta, jugando un papel importante el conocimiento de la influencia de la temperatura sobre la capacidad física y su relación con el metabolismo en los deportistas, ya que de ello dependerá su buena ejecución. Hoy en día se conoce la bioquímica de estos procesos metabólicos, más sin embargo quedan varias dudas a resolver, como es: que cambios se observan en un ejercicio aeróbico con una duración e intensidad determinada a temperaturas extremas, planteamientos que se contestan en este estudio, cubriendo el objetivo de determinar las modificaciones metabólicas que se presentan durante una prueba de esfuerzo aeróbico a temperaturas extremas (0°C, 25°C, 40°C) y considerar su efecto en la capacidad física. Se realizó el estudio con 14 sujetos masculinos de 17-27 años de edad, que practican todos ellos deporte estudiantil, realizándoseles una prueba aeróbica en banda ergométrica con el protocolo de Kindermann y utilizando el diseño cross over, se les determino los niveles plásmaticos de GLUCOSA, CK, TGP, TGO, AC. ÚRICO, BH, HTO, VCG, HDL, COLESTEROL, LIPIDOS, HDL COLESTERO, LDL COLESTEROL, SODIO, POTASIO, CALCIO, ACIDO LÁCTICO. Todos estos estudios pre y pos ejercicio en la banda, así mismo se determino VO<sub>2</sub> máx. y Capacidad Física.

**Contribuciones y Conclusiones:** En este estudio queda claro que en un esfuerzo de corta duración a temperaturas extremas, las modificaciones metabólicas en sangre; de la glucosa, TGP, ácido úrico y lípidos no influyeron en la máxima capacidad física obtenida ni en el consumo de oxígeno. El aporte de esta investigación abre la posibilidad de realizar varios trabajos de investigación en el área de la medicina deportiva, en relación con el deporte y sus cambios metabólicos, ya que dada la amplitud de este estudio nos permite observar una serie de modificaciones que se dan en los diferentes substratos, dependiendo estos cambios de las condiciones del ejercicio, sea a corta o larga duración, y el medio ambiente en que se realiza.

FIRMA DEL ASESOR.



## ANTECEDENTES

Para la ejecución del ejercicio se requiere de energía, (13) la cual se obtiene del proceso metabólico aeróbico o anaeróbico, en el que participan diversos substratos, como son: los carbohidratos, lípidos y proteínas, los cuales intervienen directamente en el proceso metabólico (25).

En la realización de un ejercicio, como sucede en el deporte, las características de la preparación funcional de los deportistas se basa, en mucho, en la peculiaridad cuantitativa y cualitativa de los procesos bioenergéticos, y de las vías de suministro energético para el trabajo de las diferentes actividades deportivas, estableciéndose la importancia de los factores energéticos para garantizar los logros deportivos en sus diversas modalidades.

En el estudio de las posibilidades energéticas de los deportistas, a menudo pasa a primer plano el análisis del consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$ ) y su papel en el rendimiento físico.

El consumo máximo de oxígeno y los factores que lo determinan son los exponentes mejor estudiados de las posibilidades funcionales de los deportistas. El  $VO_2$  máximo refleja integralmente la potencia aeróbica del organismo. Los investigadores (49) consideran que el consumo máximo de oxígeno es el reflejo universal de las posibilidades funcionales del organismo humano, por cuanto que su magnitud se correlaciona en forma directa no sólo con la resistencia a las cargas físicas, sino también con otras situaciones extremas que requieren significativa tensión de los mecanismos homeostáticos: como pueden ser, la hipoxia, hipertermia, hipotermia, etc (49).

En términos generales, al ejecutar una actividad física se incrementa el proceso metabólico que aumenta el consumo de oxígeno para producir finalmente energía en forma de ATP, ésta

se utiliza para la realización de un trabajo físico y, como el ejercicio es finalmente un trabajo, requiere de energía para su ejecución, siendo por lo tanto la relación del consumo de oxígeno un factor que nos permite valorar la capacidad de trabajo físico (20, 41, 42). La capacidad de trabajo físico se encuentra disminuida al presentarse un decremento en la producción de ATP, así como del oxígeno disponible al nivel muscular. El medio caluroso (40°C) actúa como un factor más a favor del decremento del ATP y del oxígeno, que en un medio frío (0°C) en el que se observa un efecto inverso al producido por el calor (37,40,42,49,62).

En el proceso metabólico, los principales substratos que intervienen para la producción energética son los carbohidratos, cuyo catabolismo se incrementa más con una actividad física, siendo oscilantes los niveles sanguíneos de glucosa durante la actividad física activa que se realiza en un medio extremo de temperatura de 0°C y a 40°C (34,35,36). Al inicio de la actividad deportiva se utiliza más glucógeno muscular que durante el reposo, la utilización se incrementa todavía más en las condiciones de calor que de frío, y este proceso de utilización de glucógeno se mantiene elevado mientras se alcanzan los niveles de valores adecuados para

la actividad celular, (13, 14, 16) proporcionando la glucosa necesaria al proceso metabólico por medio de la glucogénesis (7,35,36).

Las lipoproteínas plasmáticas se incrementan en la actividad física, debido a que es estimulada la lipasa, enzima que interviene en el metabolismo de las lipoproteínas. El incremento de esta enzima da lugar a un aumento de la fracción de colesterol y la fracción de las lipoproteínas, las que se metabolizan hasta ácidos grasos, dependiendo esto de la intensidad y duración del ejercicio y de los requerimientos metabólicos (23, 54,30).

Cuando la actividad lo demanda, se inicia la oxidación de las grasas como substratos productores de energía que intervienen directamente en los procesos metabólicos favoreciendo la producción de ATP. Se ha demostrado que en un medio frío (0°C) se incrementa la

oxidación de las grasas lo cual no sucede en igual proporción en las condiciones de calor (25, 27, 31, 32, 49, 50).

El ejercicio también eleva el ácido úrico (63, 64, 65) el cual se incrementa en mayor proporción en un medio frío (0°C) en comparación con un medio caluroso. El ácido úrico es producto de la degradación de los adenil-nucleótidos y del metabolismo del ATP, observándose su aumento en los estados hipóxicos y de acidosis (5, 6, 21, 24).

Si el ejercicio que se realiza es predominantemente de velocidad, más que de resistencia, el proceso predominante es el anaerobio, y por esta misma razón se incrementan los niveles de ácido láctico plasmático, siendo éste el metabolito final de la glucólisis en anaerobiosis (27, 44, 52, 53). De esta manera, con la determinación plasmática de lactato podemos valorar las condiciones físicas anaerobias de tipo láctico, lo que nos permite determinar la capacidad física anaeróbica siendo estas condiciones metabólicas diferentes cuando se ejecuta un ejercicio aeróbico (8, 53, 54).

Las enzima creatininfosfocinasa, deshidrogenasa láctica, transaminasa glutámico oxalacética y la transaminasa glutámico pirúvica, son enzimas que se incrementan en los estados hipóxicos tisulares al aumentar la demanda de oxígeno producto de la actividad fisiológica del músculo esquelético.

Cuando el ejercicio físico se ejecuta en un medio caluroso (40°C), el organismo humano mantiene la homeostasia, siendo regulado este proceso fisiológico por un centro controlador de la temperatura corporal que se encuentra localizado en el hipotálamo (4, 9, 14). Uno de los mecanismos que permiten el control de la temperatura es el flujo sanguíneo muscular, que durante la exposición al frío generalmente disminuye y durante la exposición al calor aumenta, lo que lo hace un sistema termorregulador de la temperatura corporal (1, 45, 46, 51, 57, 58). Otro factor es la sudoración que regula la temperatura corporal al incrementarse en un medio caluroso, efecto contrario al que sucede en el frío (38, 42, 45). La sudoración puede dar lugar a la

reducción en el volumen de sangre y plasma por pérdida de agua, efecto que es menor en condiciones frías a 0°C (28,29,41,61).

En condiciones de deshidratación mayor del 5% se produce decremento en los electrolitos sodio, potasio y calcio, siendo esto proporcional al grado de deshidratación, no presentándose modificaciones en ellos, cuando se encuentra hidratado ( 3, 10, 11, 17, 22, 43, 45, 47, 55, 59, 60).

En el humano, durante el ejercicio en un medio ambiente extremo (0°C y 40°C) con una humedad relativa alta (mayor de 40%), se presentan modificaciones metabólicas que afectan su capacidad de trabajo físico, incrementándolas o disminuyéndolas, dependiendo esto de la exposición ambiental y de las características del ejercicio que se realiza, (18, 19, 26, 36, 37, 47, 48)

En resumen, la actividad física incrementa el metabolismo, siendo éste modificado por el medio ambiente en que se ejecuta, según lo postulan diferentes autores, ya sea frío (0°C) o calor (40°C), por lo que juega un papel importante el conocimiento de cómo se modifica este proceso metabólico en temperaturas extremas, ya que va a repercutir directamente en la capacidad física del individuo, lo que en el deportista es importante

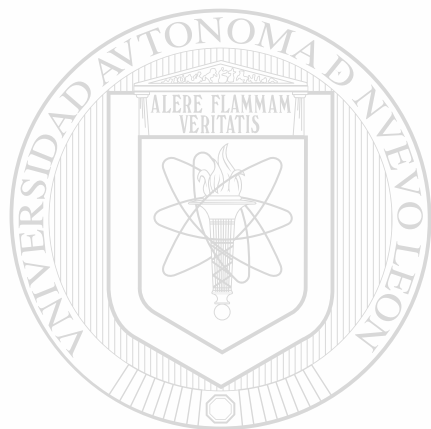
considerar, ya que de ello va a depender su buena ejecución en la realización del deporte que desempeña.

Sin embargo, los estudios realizados hasta la actualidad no incluyen una serie de interrogantes respecto a si el efecto de la temperatura extrema, con una duración, modo y tiempo del ejercicio, influyen directamente en el rendimiento físico, como consecuencia de alteraciones en los sistemas energéticos.



## **OBJETIVO GENERAL**

**Cuantificar las modificaciones metabólicas que se presentan durante una prueba de esfuerzo aeróbica en un medio ambiente a 0°C, 25°C y 40°C con una humedad promedio del 60%.**



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## OBJETIVOS PARTICULARES

Determinar los niveles plasmáticos de: ácido láctico, lipoproteínas de alta densidad, lipoproteínas de baja densidad, glucosa, triglicéridos, ácido úrico, sodio, potasio, lípidos y calcio, durante una prueba de esfuerzo aeróbica a diferentes temperaturas.

Determinar las variaciones metabólicas plasmáticas de las siguientes enzimas: transaminasa glutámica oxalacética, transaminasa glutámica pirúvica, deshidrogenasa láctica, creatinín-fosfocinasa, durante una prueba de esfuerzo aeróbica a diferentes temperaturas.

Determinar las modificaciones de: hemoglobina, hematocrito, velocidad de sedimentación globular y leucocitos, durante una prueba de esfuerzo aeróbica a diferentes temperaturas.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
Determinar el consumo de oxígeno indirecto durante la prueba de esfuerzo aeróbica a diferentes temperaturas. ®  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

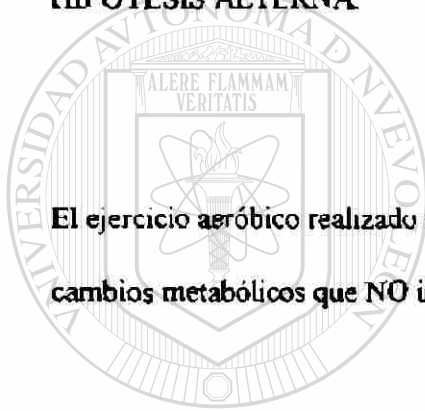
Determinar la capacidad física máxima durante la prueba de esfuerzo aeróbica, a diferentes grados de temperatura (0°C, 25°C y 40°C).

## **HIPÓTESIS**

**El ejercicio aeróbico realizado a temperatura ambiental extrema de 0°C, y 40°C produce cambios metabólicos que influyen en la modificación de la capacidad física del individuo.**

## **HIPÓTESIS ALTERNA**

**El ejercicio aeróbico realizado a temperatura ambiental extrema de 0°C y 40°C produce cambios metabólicos que NO influyen en la modificación de la capacidad física del individuo.**



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## MÉTODO

El estudio se realizó con 14 sujetos masculinos de 17 a 27 años de edad, con un peso de  $69.7 \pm 15.7$  Kg. con una talla de  $172 \pm 7.4$  cm. y  $18.9 \pm 4.3$  % de grasa corporal. Todos ellos dieron por escrito el consentimiento para ingresar al protocolo, una vez que se les explicó ampliamente el procedimiento de trabajo y riesgos del estudio. Todos ellos deportistas dentro de la categoría estudiantil con un entrenamiento mayor de tres meses y menor de seis meses, que forman parte del equipo de Fútbol americano. Habiéndose realizado el estudio entre los meses de Octubre a Diciembre.

El estudio fue realizado con el apoyo del Departamento de Medicina del Deporte y Rehabilitación de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Nuevo León, quien proporcionó el equipo que se utilizó en el estudio. Llevándose a cabo las pruebas en un cuarto de temperatura controlada, proporcionado por una empresa de refrigeración con niveles de

$0^{\circ}\text{C}$ ,  $25^{\circ}\text{C}$  y  $40^{\circ}\text{C}$  con humedad relativa promedio de 60% y a una velocidad del aire de 0.2 mts/seg. En donde se realizaron las pruebas de esfuerzo físico máximo de corta duración (promedio de 20 minutos) bajo las condiciones ambientales antes mencionadas.

Todos los sujetos que participaron en el estudio se presentaron con ropa deportiva: playera, pantalón corto y tenis, no ingiriendo alimento alguno durante 6 horas previas a cada una de las pruebas realizadas. Cada una de las pruebas que se les practicó a las temperaturas de  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $25^{\circ}\text{C}$  y  $40^{\circ}\text{C}$  se realizaron con una semana de diferencia entre una y otra ejecutándose todas en los mismos horarios.

El trabajo se realizó utilizando el diseño de cross over (12, 33, 39) el cual permitió comparar los sujetos en estudio con cada una de las pruebas realizadas.

Los 14 sujetos realizaron la prueba ergométrica en una banda (marca Tredex Universal) siguiendo el protocolo de Kindermann, el cual se realizó en etapas de tres minutos progresivos en la velocidad, con pausas de 30 seg. entre cada una de las etapas, para toma de muestras, incrementándose la velocidad 2 km/hs, iniciando en 6 km/hs y terminando hasta el agotamiento físico. La banda se coloca con una inclinación fija de 5% durante toda la prueba. Previamente al inicio de cada prueba, se practicó una medición antropométrica, consistente en medición de: talla, peso, porcentaje de grasa corporal (método de Womersley and Durning).

Para la determinación de laboratorio de los sustratos de estudio, se extrajeron 10 cm cúbicos de sangre venosa de la vena basilar en cualquiera de ambos brazos, al inicio y al término de cada una de las pruebas estudiadas. Se puncionó el lóbulo de la oreja para obtener 20 microlitros de sangre capilar para la determinación de ácido láctico; el cual se midió a los siguientes tiempos: 15 segundos antes de la terminación de cada etapa de esfuerzo y al 1, 3, 5,

10 y 15 minutos posteriores al ejercicio practicado en cada una de pruebas realizadas.

Durante cada una de las etapas de la prueba de esfuerzo estudiadas, se registró electrocardiograma de donde se obtuvo la frecuencia cardiaca mediante electrocardiógrafo marca Burdick. (modelo Medic 4).

Se tomó la presión arterial al inicio y al final de las pruebas de esfuerzo ejecutadas, por medio de un esfigmomanómetro, utilizando el método de Riva Rossi.

El VO<sub>2</sub> máximo, se determinó en forma indirecta, utilizando la fórmula VO<sub>2</sub> Rel = velocidad alcanzada en la banda X 3.656 – 3.99 y VO<sub>2</sub> Max. = VO<sub>2</sub> Rel. X Kg. ( método de PUGH)

(41).

## **DETERMINACION DE LABORATORIO.**

Con la muestra de sangre venosa, se determinaron en el laboratorio los siguientes parámetros: lípidos, electrolitos, glucosa, transaminasa glutámica oxalácetica (TGO), transaminasa glutámica pirúvica (TGP), creatininfosfocinasa (CK), colesterol, deshidrogenasa láctica, triglicéridos, ácido úrico, hemoglobina, hematocrito, velocidad de sedimentación globular, leucocitos, sodio, potasio y calcio.

Las muestras se procesaron en un equipo de espectrofotómetro computarizado Eclipse (marca Vitalab Eclipse Merck 6001-365/380) con estuche de reactivos comerciales Merck ( con las técnicas del manual Merck para cada uno de los parámetros). leídos con el método colorimétrico, que en forma estándar tiene 8 filtros montados con las siguientes longitudes de onda: 340., 376, 405, 436, 505, 546, 578 y 620 nm que selecciona de acuerdo al programa de prueba en estudio.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

### **ANÁLISIS ESTADÍSTICO.**

Cada uno de los datos del estudio fueron captados en una hoja de cálculo excel del paquete Microsoft Office, realizándose promedios, desviación estándar, porcentaje, tablas de frecuencia y gráficas. Se utilizó la prueba de t de Student y se realizó el análisis estadístico de los datos y aceptando como diferencia significativa  $p < 0.05$ .

## ÉTICA DEL ESTUDIO.

Como la unidad de análisis es la muestra de sangre venosa y capilar, se solicitó carta de consentimiento informado donde se explicaron los objetivos del estudio, la conveniencia de participar y la ausencia de inconvenientes. Se aseguró el anonimato en los reportes científicos y se les informó en forma oportuna a cada paciente de los resultados de sus estudios, así mismo, se les proporcionó la información necesaria para su tratamiento. Se les aseguró que podían no aceptar ingresar al estudio o retirarse del mismo cuando lo consideraran conveniente, si se vieran afectados sus derechos personales.



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## DEFINICION OPERATIVA DE VARIABLES.-

**PESO DEL SUJETO**.- Es la relación de la masa por la gravedad dada por el sujeto de estudio, el cuál se mide en una báscula graduada en kilogramos y gramos, en que se da la cifra. Es una variable cuantitativa continua, de la que se estudió estadísticamente la media y desviación estándar.

**TALLA DEL SUJETO**.- Es la relación de la estatura, medida en centímetros por medio de un estadímetro graduado en centímetros. Es una variable cuantitativa continua, que se analizó estadísticamente la media y su desviación estándar.

**PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL**.- Es la relación magra de grasa corporal con relación al peso del sujeto, medido por el método de pliegues cutáneos con plicómetro de acuerdo al método Womersly / Durning. Es una variable cuantitativa continua, que se da en porcentaje y se analizó estadísticamente la media y su desviación estándar.

**GLUCOSA**.- Es un monosacárido, se consideró la concentración de glucosa en sangre.

Se determinó por el método de la ortotoludina utilizando los merckotest y leído por colorimetría. Esta es una variable cuantitativa de intervalo que se analizó estadísticamente con la media y la desviación estándar y t de Student entre los grupos de estudio a diferentes temperaturas.

**TRIGLICÉRIDOS**.- Son lípidos de depósito, constituidos por ácidos grasos diferentes, la concentración de triglicérido en el suero producto del metabolismo de las grasas. Se determinó por prueba colorimétrica utilizando merckotest. Es una variable cuantitativa por intervalo, analizándose estadísticamente su media, y prueba de t student entre los grupos estudiados a diferentes temperaturas.



**COLESTEROL.-** Lípido constituido por ácidos grasos de cadena larga esterificada, se presenta en el suero, los que se hidrolizan a colesterol libre y ácidos grasos por medio de una enzima. Se determinó según técnica de Liebermann-Burchard utilizando reactivo merckotest, leído por prueba colorimétrica. Es una variable cuantitativa, analizándose estadísticamente su media, desviación estándar y prueba de t de student entre los grupos estudiados a diferentes temperaturas.

**HDL-COLESTEROL.-** Es una lipoproteína de alta densidad que se encuentra en el suero. Se mide empleando equipo merckotest colesterol enzimático, leído por método colorimétrico a longitud de onda de 500-546 nm. Es una variable cuantitativa por intervalo; que se analizó estadísticamente su media, desviación estándar y prueba t de student entre los grupos estudiados a diferentes temperaturas.

**LDL-COLESTEROL.-** Es una lipoproteína de baja densidad que se encuentra en el suero. Se mide con equipo merckotest colesterol enzimático, leído por método colorimétrico a longitud de onda de 546 nm. Es una variable cuantitativa; que se analizó

estadísticamente su media, desviación estándar y prueba t de student entre los grupos estudiados a diferentes temperaturas.

**CREATININFOSFOCINASA (CK).-Enzima** que transfiere fosfato al ADP, normalmente se encuentra en forma de tres isoenzimas, CK-MM, CK-MB, CK-BB. La CK-MM es la más abundante en el músculo esquelético, su incremento en plasma infiere daño tisular, hipoxia o incremento metabólico del tejido. El aumento es más pronunciado con actividades de soporte de peso por daño miofibrilar. Su medición regular es de particular importancia para atletas, un incremento arriba de 500 U/L es indicativo de alto esfuerzo muscular, es posible prevenir lesiones resultado de sobreentrenamiento. Se determinó

por merkotest leído por método colorimétrico. Es una variable cuantitativa; que se analizó estadísticamente su media, desviación estándar y t de student entre los grupos estudiados a diferentes temperaturas.

**DESHIDROGENASA LÁCTICA (LDH).** Enzima que cataliza hidrógeniones en la reacción piruvato lactato, su elevación en suero es indicativa de isquemia del tejido, hipoxia y/o incremento metabólico. se mide fotométricamente a longitud de onda 334, 340, 365 nm. Es una variable cuantitativa por intervalo. Se determinó estadísticamente su media, desviación estándar y prueba t de student entre los grupos estudiados a diferentes temperaturas.

**TRANSAMINASA GLUTÁMICO OXALACÉTICA (TGO).** – Enzima que cataliza el grupo amino en la reacción glutámico oxalacético, su liberación plasmática se presenta cuando se incrementa el metabolismo del tejido muscular. Se determina por medio de reactivo merck, leídos con método fotocolorímetro a longitud de onda de 334,340 o 365 nm. Es una variable cuantitativa; su análisis estadístico se realizó con medición de la

media, desviación estándar y la prueba t de student para cada grupo estudiado a diferentes temperaturas.

**TRANSAMINASA GLUTÁMICO PIRÚVICA (TGP).** – Enzima que cataliza el grupo amino en la reacción glutámico pirúvica, la que aumenta en el suero al incrementarse la vía aeróbica, o el incremento metabólico dada por disminución de oxígeno (hipoxia tisular). Se midió por método colorimétrico con reactivo merck a longitud de onda 550 y 560 nm. Es una variable cuantitativa; se determinó estadísticamente la media, desviación estándar, la prueba de t de student para los diferentes grupos que se estudiaron.

**LÍPIDOS.-** Compuesto de ácidos grasos, la que se incrementa en el plasma como producto del metabolismo de las grasas. Se determinara por medio del método espectrofotométrico a longitud de onda de 490 y 515 nm. Es una variable cuantitativa. Se le analizó estadísticamente la media, desviación estándar y la prueba t de student entre los grupos estudiados a diferentes temperaturas.

**ÁCIDO ÚRICO.-** Producto del catabolismo de los aminoácidos, su incremento en suero es útil en el diagnóstico de alteraciones en el metabolismo de las nucleoproteínas. Se utilizaron reactivos merck, leídos con fotocolorimetro a longitud de onda 505 nm. Es una variable cuantitativa. Se le analizó estadísticamente la media, desviación estándar y la prueba t de student entre los grupos estudiados a diferentes temperaturas.

**BIOMETRÍA HEMÁTICA.-** El recuento de los glóbulos de la sangre es una medición fundamental en el laboratorio clínico. Se cuentan los glóbulos rojos, glóbulos blancos y las plaquetas. Variable cuantitativa, se le analizó estadísticamente la media, desviación estándar y la prueba t de student a los grupos estudiados.

**ION SODIO, ION POTASIO, ION CALCIO EN SUERO.-** Solutos iónicos del plasma, se realizó su medición utilizando espectrofotometro con reactivos merck, leídos 405-505 nm. Variable cuantitativa; se le analizó estadísticamente la media, desviación estándar y la prueba t student a cada grupo estudiado.

**CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO (VO<sub>2</sub> máx.)** Es el indicador individual más fiable de la potencia del sistema energético aeróbico.- VO<sub>2</sub> máx es la tasa máxima a la cual se consume el oxígeno por minuto. Se determinó por medio indirecto a través de la prueba ergométrica en banda. Durante el análisis se determinó la capacidad física del individuo y a través de ésta se calculó el consumo de oxígeno.

El VO<sub>2</sub> máx. se determinó indirectamente, utilizando la fórmula de Pugh

$VO_2 \text{ máx.} = \text{velocidad} \times 3.656 - 3.99$ .

Variable cuantitativa; que se analizó estadísticamente su media, desviación estándar y prueba t de student para los grupos estudiados a diferentes temperaturas.

**MEDICIÓN ERGOMÉTRICA.-** Es el estudio realizado por medio de una banda ergométrica integrándose en la misma un electrocardiógrafo y su monitor para la medición de la frecuencia cardiaca en forma continua y valoración monitorizada de la función cardiaca.

**FRECUENCIA CARDIACA.-** Se define como el número de latidos cardiacos por minuto, fisiológicamente se incrementa con el ejercicio.

Se determino por medio del registro electrocardiográfico durante las pruebas ergométricas, analizando estadísticamente la media, desviación estándar y prueba t de student a cada uno de los grupos estudiados a diferentes temperaturas.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**RESULTADOS.**

La capacidad física máxima se determinó con la velocidad máxima alcanzada en la banda, calculando el consumo de oxígeno promedio (41) para cada uno de los grupos; siendo de 55 L/kg/min en el grupo que realizo el ejercicio a 0°C y fue de 56.5 L/kg/min el consumo de O2 al que realizó el ejercicio a 40° C, sin diferencias entre ellos.

La frecuencia cardiaca máxima aunque presentó un decremento del 5% a 0° C al compararse con el grupo que realizó la prueba a 40° C no fue significativa (Tabla no.1) y siendo la velocidad máxima alcanzada en los tres grupos, de 16.3-16.5 km/h con un tiempo promedio de 18 minutos (corta duración), en los tres grupos descritos.

PRUEBA	VEL.MAX. Km/h.	V02 máx L/min	V02 L/min/kg	FCM Latido/min
A 0° C	16.4 ± 2.4	3951 ± 814	55.0 ± 9.6	188 ± 9.6
A 25° C	16.3 ± 2	3894 ± 497	55.6 ± 7.4	196 ± 12.7
A 40° C	16.5 ± 1.9	3770 ± 526	56.5 ± 7.1	195 ± 9.1

Tabla No 1 Velocidad Máx., V02 y FC máxima a 0°C, 25°C y 40°C en una prueba de esfuerzo aeróbica a diferentes temperaturas. n=14

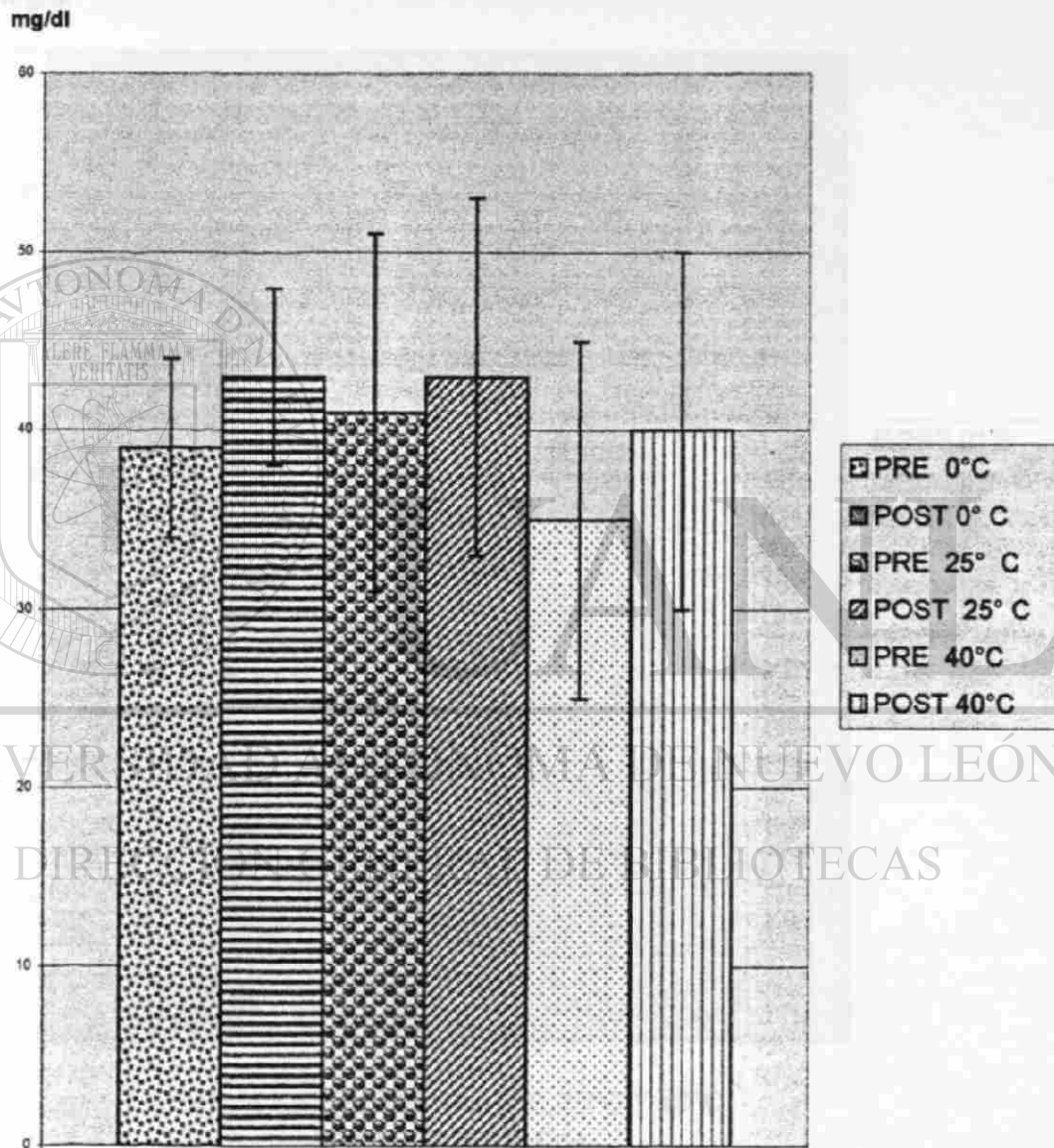
Se determinó el perfil de lípidos durante la actividad física a 0°C, 25°C y 40° C, observándose un incremento de lípidos en 577mg/dl en el grupo a 0°C postejercicio, con significancia estadística, y no se observó significancia en el resto de las pruebas Colesterol HDL, Colesterol LDL, Triglicéridos y Colesterol (tabla No. 2, gráfica No. 1-5).

ESTUDIOS DE LABORATORIO	PRUEBA 0°C	PRUEBA 0°C	PRUEBA 25°C	PRUEBA 25°C	PRUEBA 40°C	PRUEBA 40°C
	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
COLESTEROL	39	43	41	43	35	40
HDL mg/dl	±7	±10	±9	±9	±9	±11
COLESTEROL	99	91	61	71	86	86
LDL mg/dl	±29	±29	±20	±24	±20	±20
TRIGLICERIDOS	123	130	142	135	85	112
mg/dl	±42	±52	±72	±64	±46	±63
LIPIDOS	491	577*	525	553	561	630
mg/dl	±79	±84	±94	±123	±112	±155
COLESTEROL	167	167	130	141	138	148
mg/dl	±24	±30	±20	±23	±18	±26

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TABLA No. 2 Perfil de lípidos en una prueba de esfuerzo aeróbica a diferentes temperaturas. (\*p<0.05)

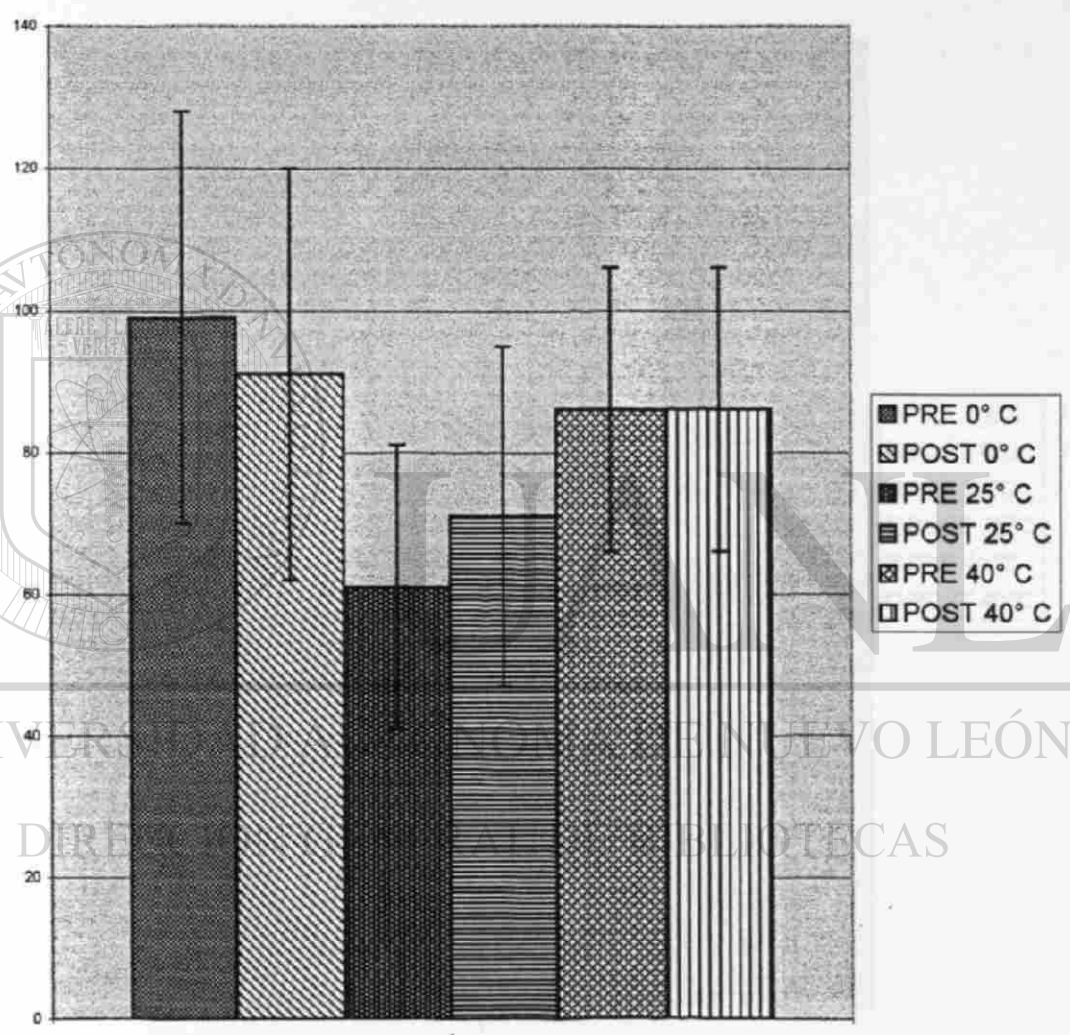
## VARIACIONES METABÓLICAS EN UNA PRUEBA DE ESFUERZO AERÓBICA



HDL A TEMPERATURA 0°C 25°C Y 40°C  
N=14 (\*P< 0.05)

### VARIACIONES METABÓLICAS EN UNA PRUEBA DE ESFUERZO AERÓBICA

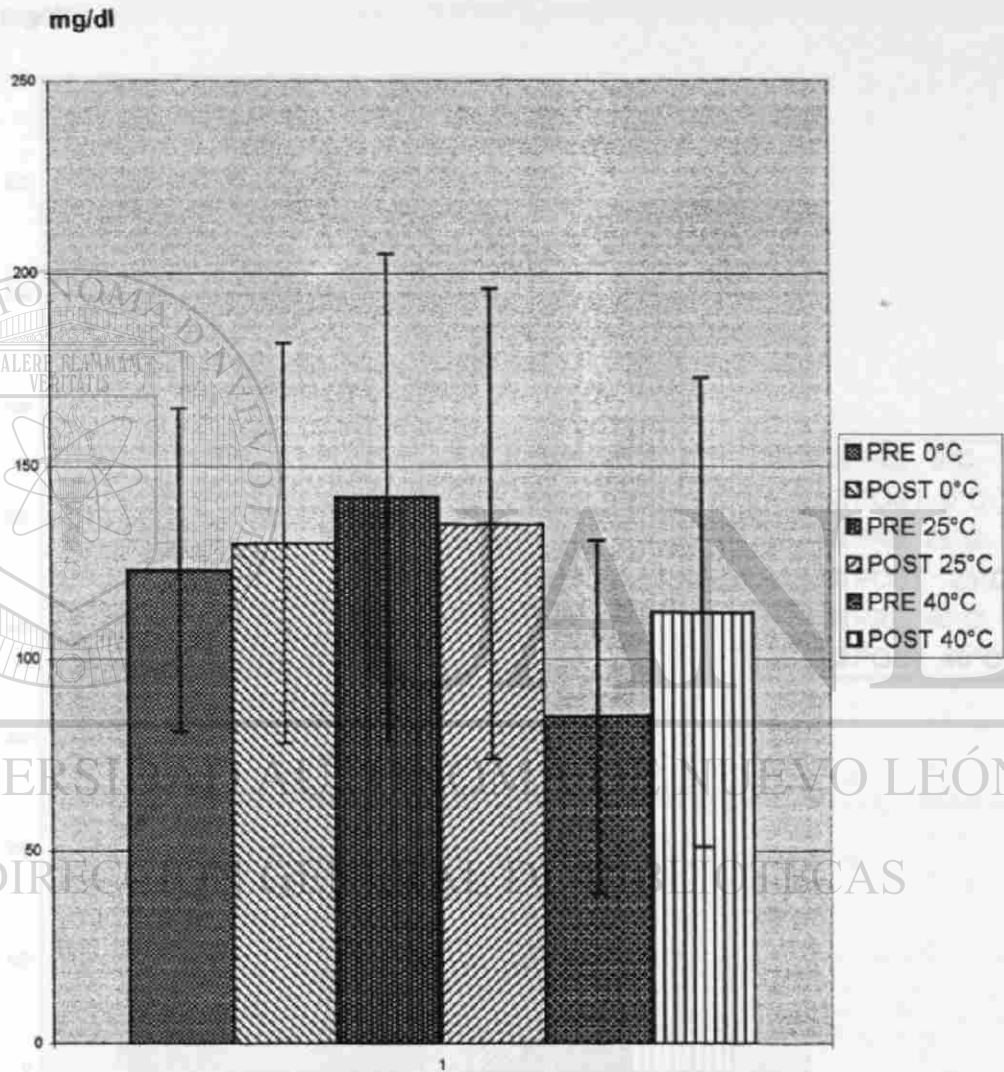
mg/dl



LDL A TEMPERATURA 0°C, 25°C Y 40°C  
N=14 (\* p < 0.05)



## VARIACIONES METABÓLICAS EN UNA PRUEBA DE ESFUERZO AERÓBICA

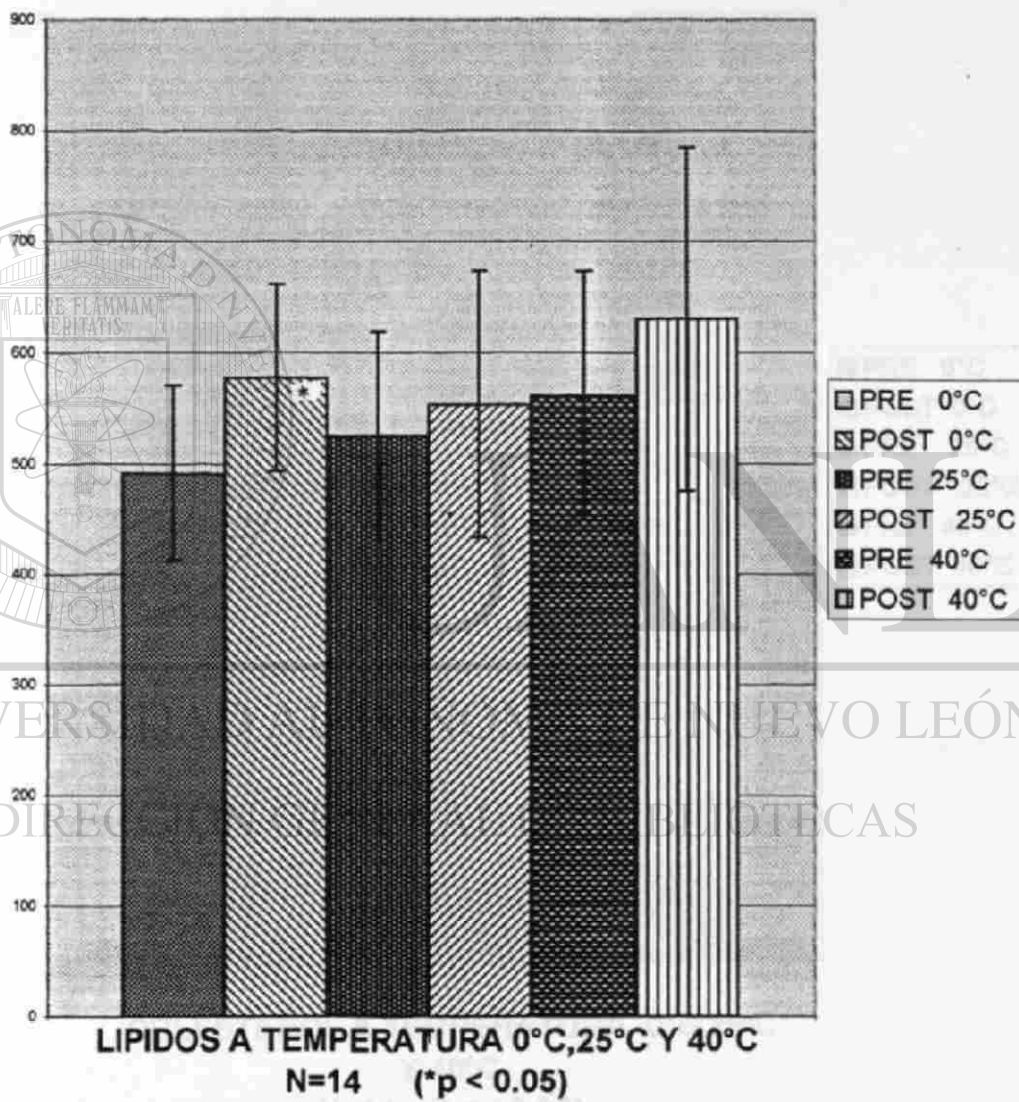


TRIGLICÉRIDOS A TEMPERATURA 0°C, 25°C  
Y 40°C  
N=14

(\*p < 0.05)

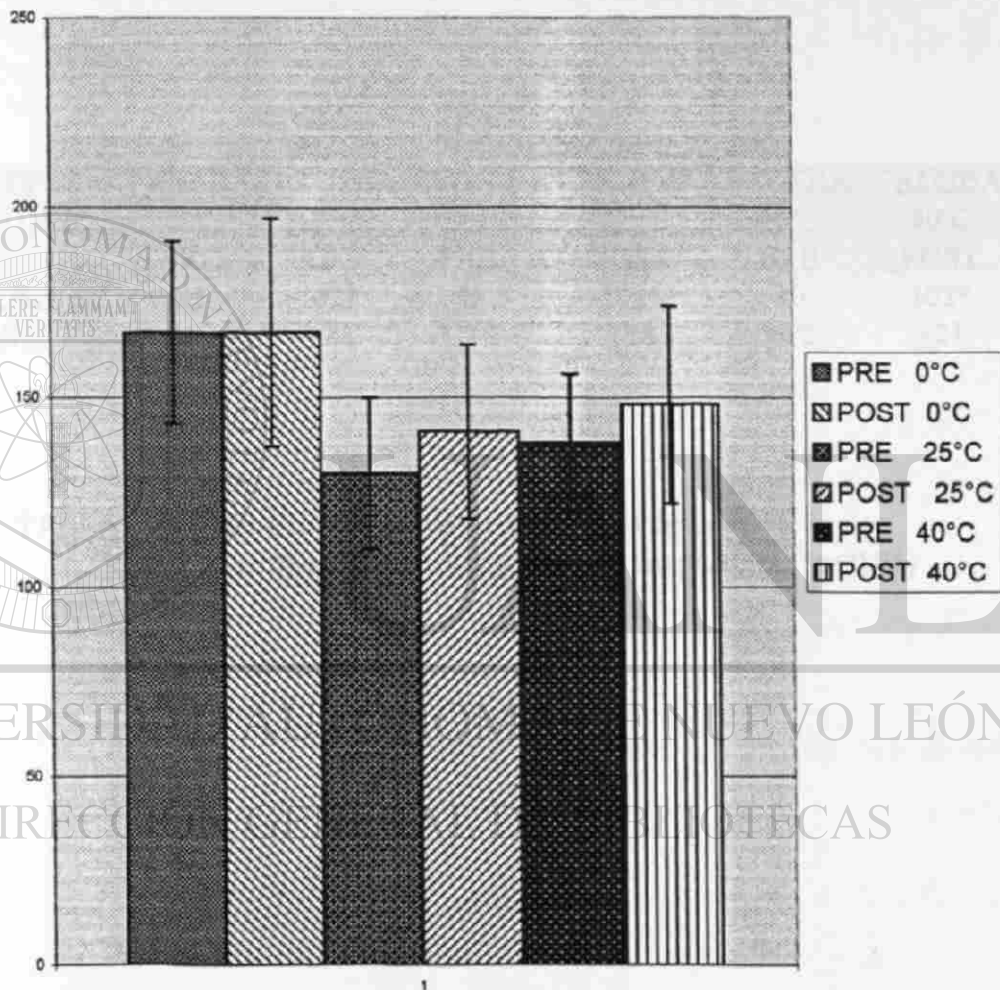
## VARIACIONES METABÓLICAS EN UNA PRUEBA DE ESFUERZO AERÓBICA

mg/dl



## VARIACIONES METABÓLICAS EN UNA PRUEBA DE ESFUERZO AERÓBICA

mg/dl



COLESTEROL A TEMPERATURA 0°C, 25°C  
Y 40°C

N=14 (\* p < 0.05)

La glucemia registrada postejericio en cada una de las temperaturas realizadas se incremento significativamente ( $p < 0.05$ ) en cada uno de los grupos estudiados, variando la glucemia de un promedio 81 mg/dl en reposo a 104 mg/dl en el ejercicio.

(Tabla No. 3, Gráfica No. 6)

ESTUDIOS DE LABORATORIO	PRUEBA 0°C	PRUEBA 0°C	PRUEBA 25°C	PRUEBA 25°C	PRUEBA 40°C	PRUEBA 40°C
	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
GLUCOSA mg/dl	81	102*	85	109*	80	102*
	$\pm 13$	$\pm 22$	$\pm 10$	$\pm 18$	$\pm 12$	$\pm 21$

TABLA No. 3 Glucosa en sangre en una prueba de esfuerzo de tipo aeróbica a diferentes grados de temperatura. (\* $p < 0.05$ )

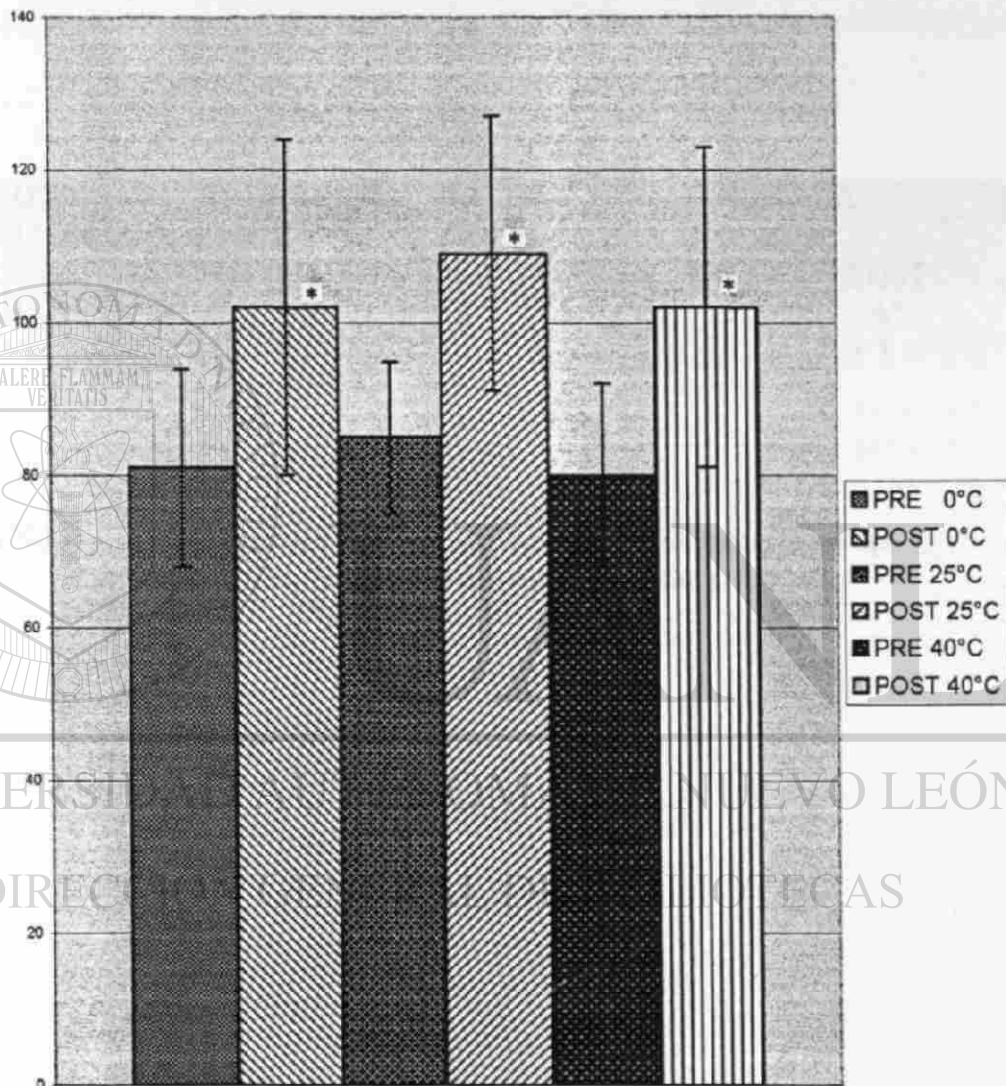
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Los niveles de ácido láctico antes del ejercicio fueron de 3 mg/dl y posterior al ejercicio de 3 mg/dl presentando un incremento significativo postejercicio a 0°C -47°C

### VARIACIONES METABÓLICAS EN UNA PRUEBA DE ESFUERZO AERÓBICA

mg/dl



GLUCOSA A TEMPERATURA DE 0°C, 25°C Y 40°C

N=14 (\* p < 0.05)

Los niveles de ácido úrico antes del ejercicio fueron de 5 mg/dl y posterior al ejercicio de 6 mg/dl presentando un incremento significativo postejercicio a 0°C 40°C.

(Tabla No. 4, Gráfica No. 7)

VARIACIONES METABÓLICAS EN UNA PRUEBA DE ESFUERZO AERÓBICO

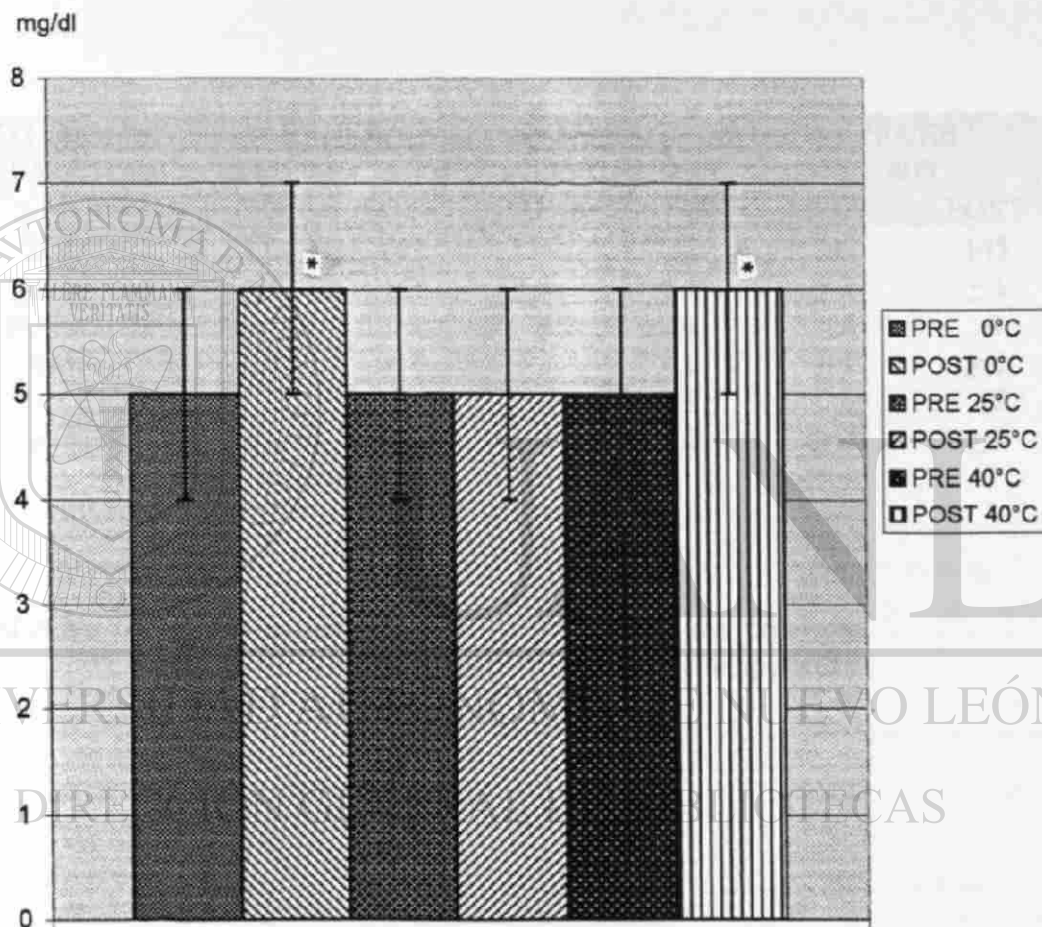
ESTUDIOS DE LABORATORIO	PRUEBA 0° C		PRUEBA 25° C		PRUEBA 40° C	
	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
AC. URICO mg/dl	5	6*	5	5	5	6*
	<u>+1</u>	<u>+1</u>	<u>+1</u>	<u>+1</u>	<u>+1</u>	<u>+1</u>

TABLA No. 4 Determinación de ácido úrico en prueba de esfuerzo de tipo aeróbico en diferentes grados de temperatura.  
N=14 (\*p < 0.05)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En la determinación de las electrólitos (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> y Ca<sup>2+</sup>) se presentó un incremento no significativo del Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, en el medio postejercicio en los tres grupos de temperatura, lo mismo que se evidenció en el electrolito K<sup>+</sup>.

### VARIACIONES METABÓLICAS EN UNA PRUEBA DE ESFUERZO AERÓBICA



1  
**ÁCIDO ÚRICO**  
**TEMPERATURA 0°C, 25°C Y 40°C**  
**N=14 (\*p < 0.05)**

En la determinación de los electrolitos estudiados de  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$ . Se presentó un incremento no significativo del  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ , en el medio postejercicio en los tres grupos de temperaturas, no observándose modificaciones en el electrolito  $\text{K}^+$  estudiado a diferentes temperaturas. (Tabla No. 5 Gráfica No. 8-10)

ESTUDIOS DE LABORATORIO	PRUEBA 0° C		PRUEBA 25°C		PRUEBA 40°C	
	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
SODIO mmol/l	142 ±4	143 ±3	138 ±3	142 ±4	142 ±3	145 ±3
POTASIO mmol/l	5 ±1	5 ±1	4 ±1	4 ±1	4 ±1	4 ±1
CALCIO mmol/l	9 ±2	11 ±2	9 ±2	11 ±2	8 ±2	9 ±2

TABLA No. 5 Determinación de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Ca}^{++}$  en una prueba de esfuerzo aeróbico a diferentes grados de temperatura.

N=14 (\*p<0.05)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

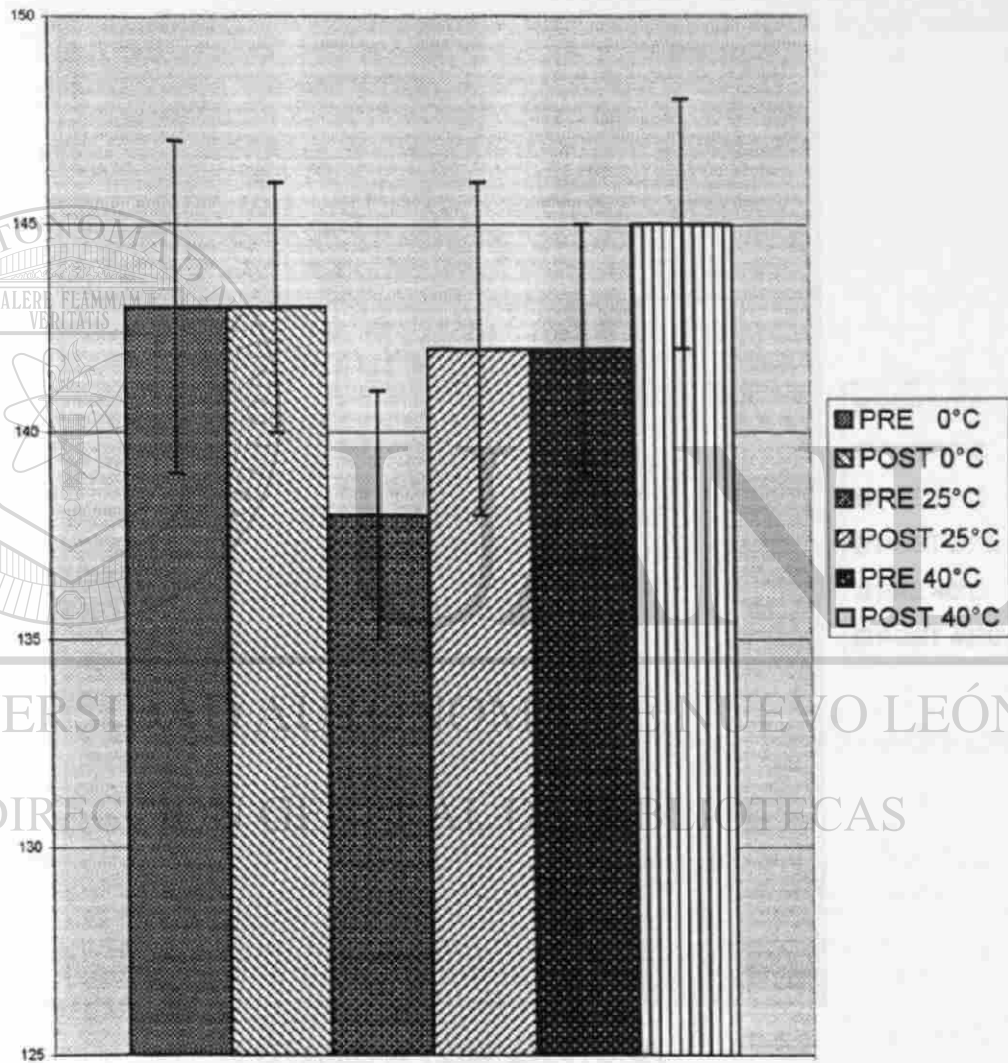
®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## VARIACIONES METABÓLICAS EN UNA PRUEBA DE ESFUERZO AERÓBICA

mmol/l

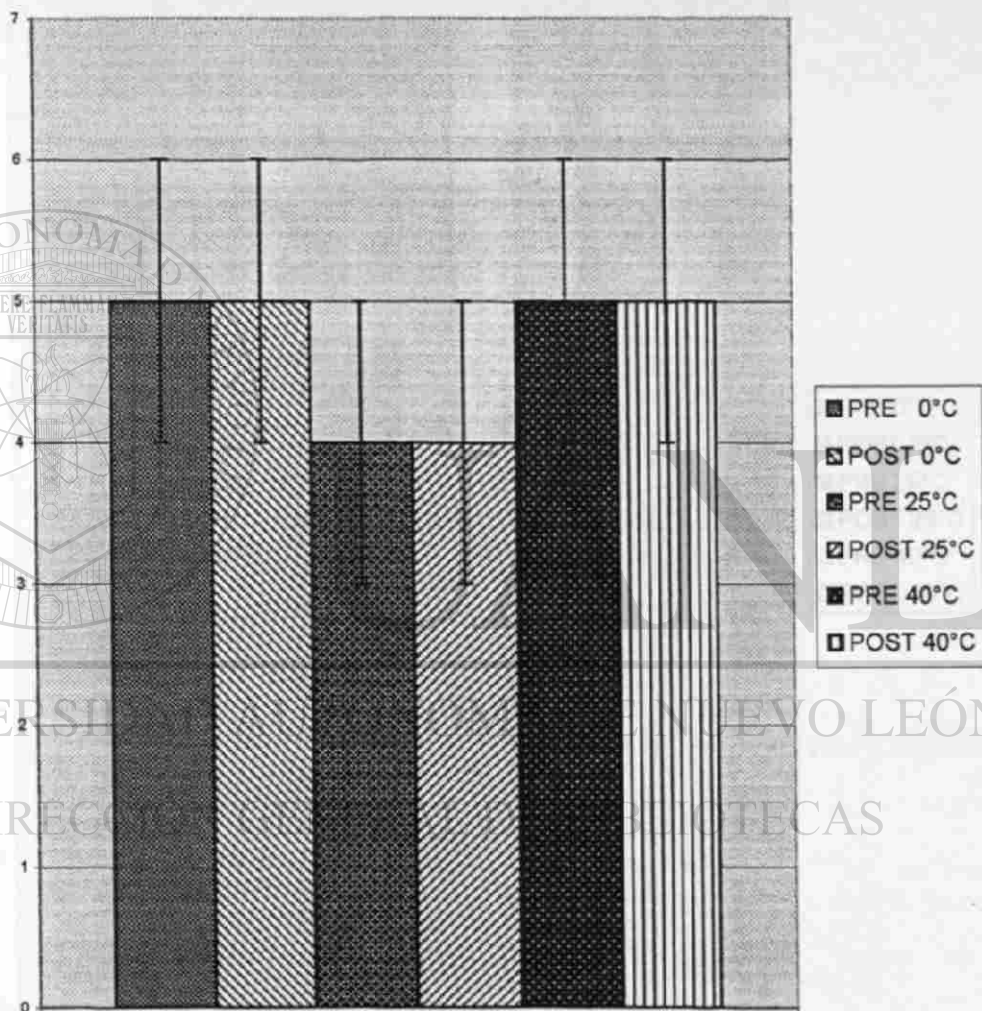


SODIO A TEMPERATURA 0°C, 25°C Y 40°C

N=14 (\*p< 0.05)

## VARIACIONES METABÓLICAS EN UNA PRUEBA DE ESFUERZO AERÓBICA

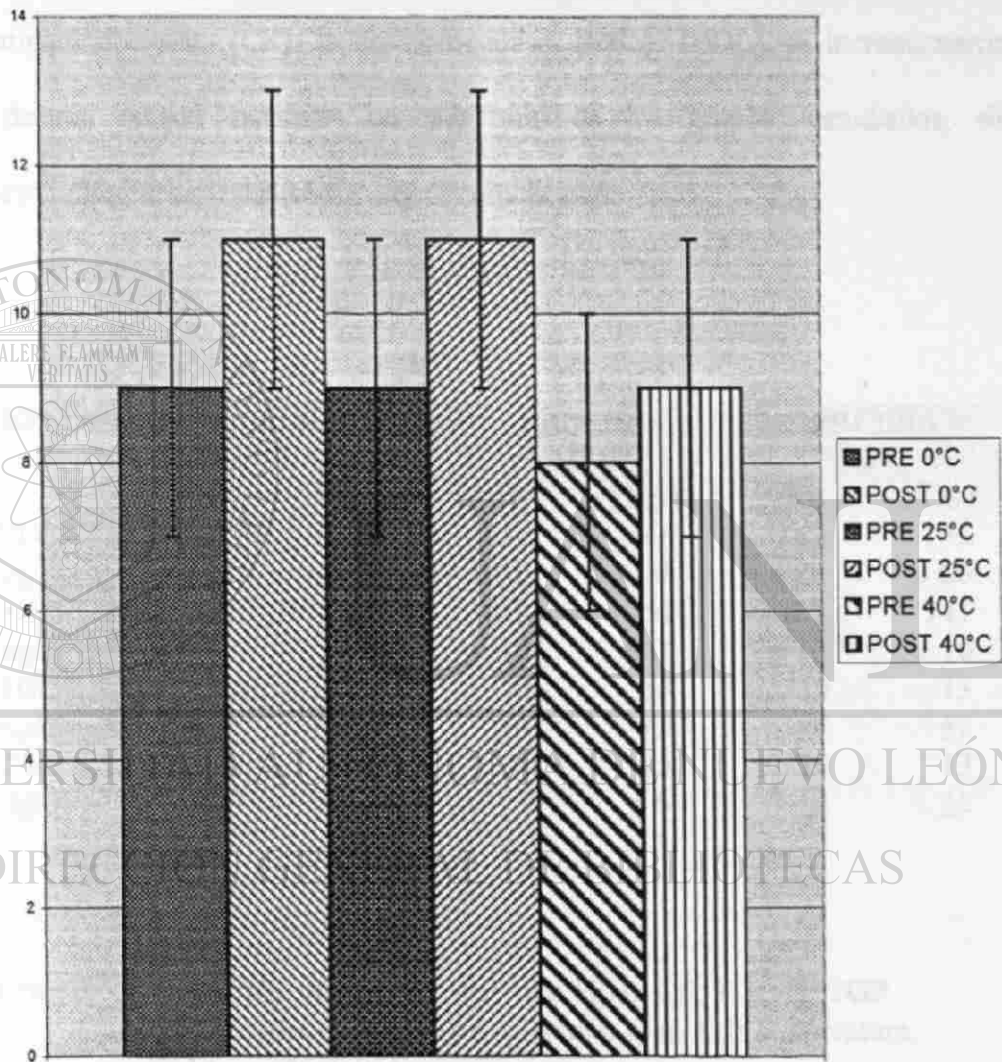
mmol/L



POTASIO A TEMPERATURA  
0°C, 25°C Y 40°C  
N=14 (\*p < 0.05)

## VARIACIONES METABÓLICAS EN UNA PRUEBA DE ESFUERZO AERÓBICA

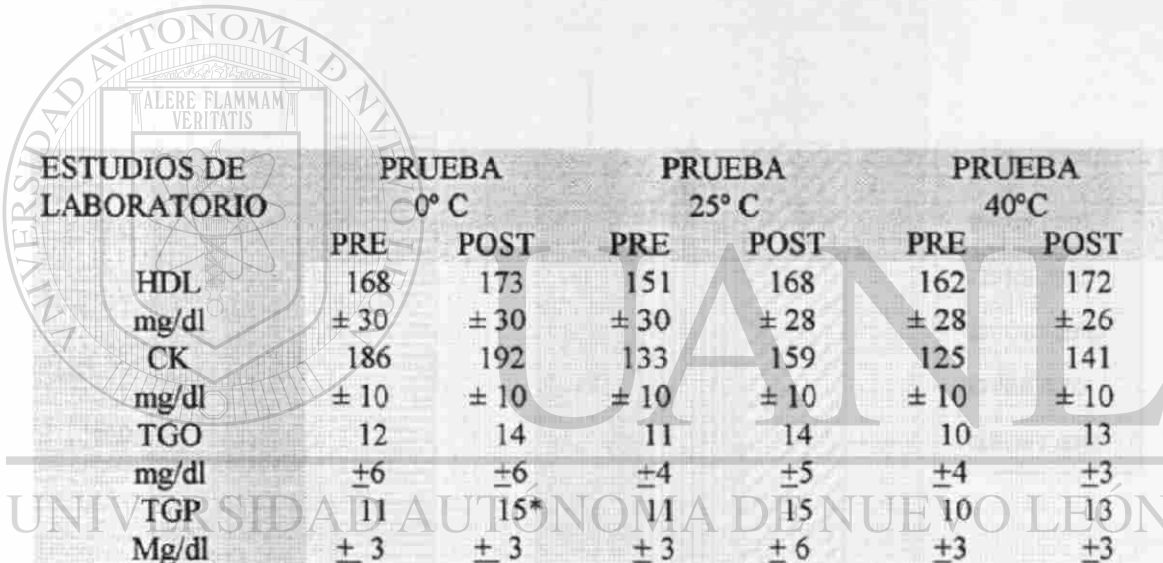
mmol / L



**CALCIO A TEMPERATURA  
0°C, 25°C Y 40°C  
N=14 (\*p < 0.05)**

Las enzimas CK, TGO y TGP estudiadas se determinó que la transaminasa glutámico pirúvica (TGP) se incrementó en forma significativa ( $p < 0.05$ ) en el postejercicio a temperatura de  $0^{\circ}\text{C}$ , sin presentar significancia a otras temperaturas (Tabla No.6 Gráficas 12 y13).

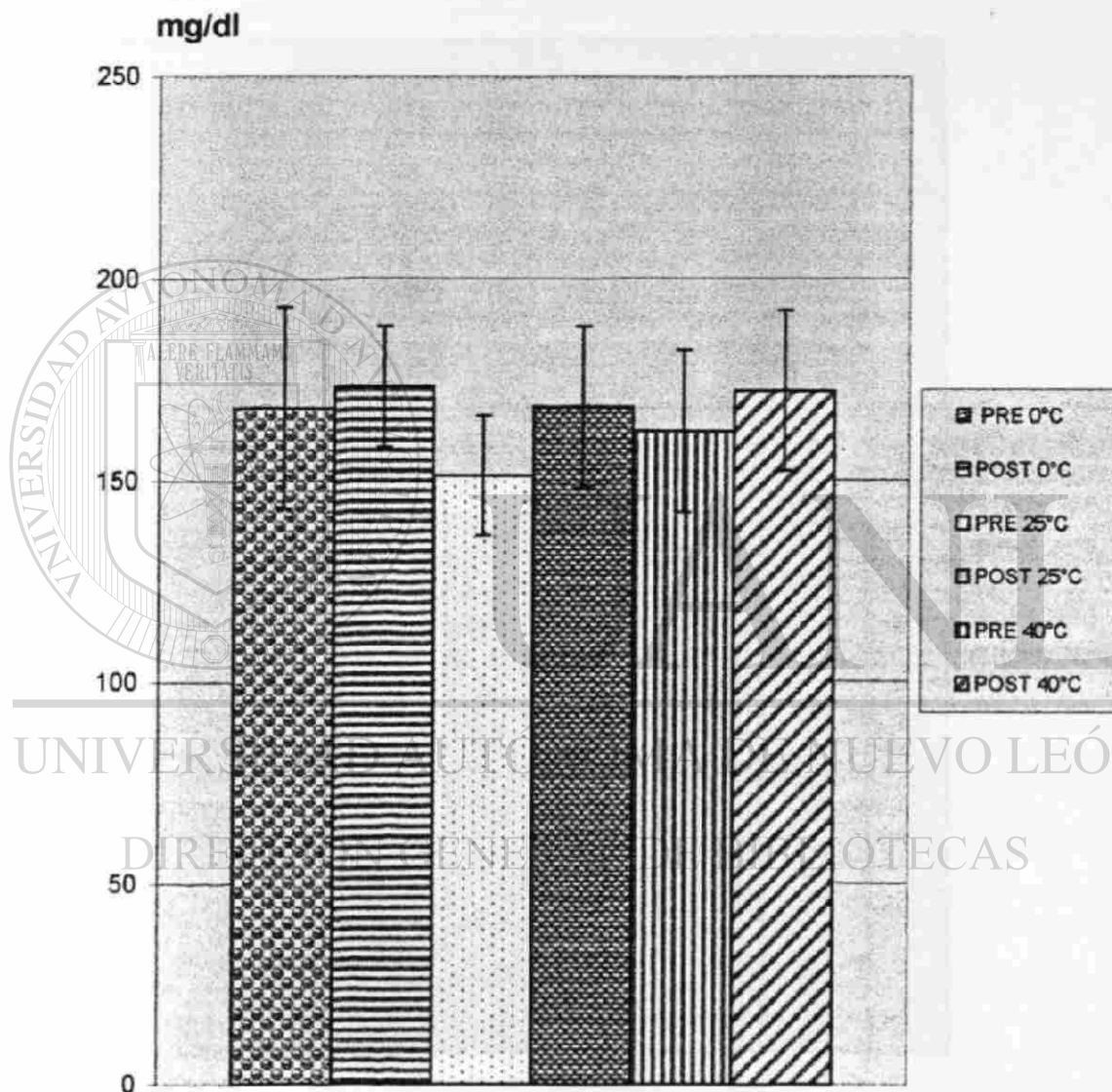
La creatininfosfocinasa (CK), la deshidrogenasa láctica (HDL), se incrementaron dentro de sus rangos normales en cada uno de los grupos estudiados, sin presentarse diferencias estadísticas significativas entre éstos.



ESTUDIOS DE LABORATORIO	PRUEBA $0^{\circ}\text{C}$		PRUEBA $25^{\circ}\text{C}$		PRUEBA $40^{\circ}\text{C}$	
	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
HDL	168	173	151	168	162	172
mg/dl	$\pm 30$	$\pm 30$	$\pm 30$	$\pm 28$	$\pm 28$	$\pm 26$
CK	186	192	133	159	125	141
mg/dl	$\pm 10$	$\pm 10$	$\pm 10$	$\pm 10$	$\pm 10$	$\pm 10$
TGO	12	14	11	14	10	13
mg/dl	$\pm 6$	$\pm 6$	$\pm 4$	$\pm 5$	$\pm 4$	$\pm 3$
TGP	11	15*	11	15	10	13
Mg/dl	$\pm 3$	$\pm 3$	$\pm 3$	$\pm 6$	$\pm 3$	$\pm 3$

TABLA No. 6 Comportamiento de las enzimas HDL, CK, TGO y TGP en una prueba de esfuerzo a diferentes grados de temperatura. N=14 (\* $p < 0.05$ )

## VARIACIONES METABÓLICAS EN UNA PRUEBA ESFUERZO AERÓBICA

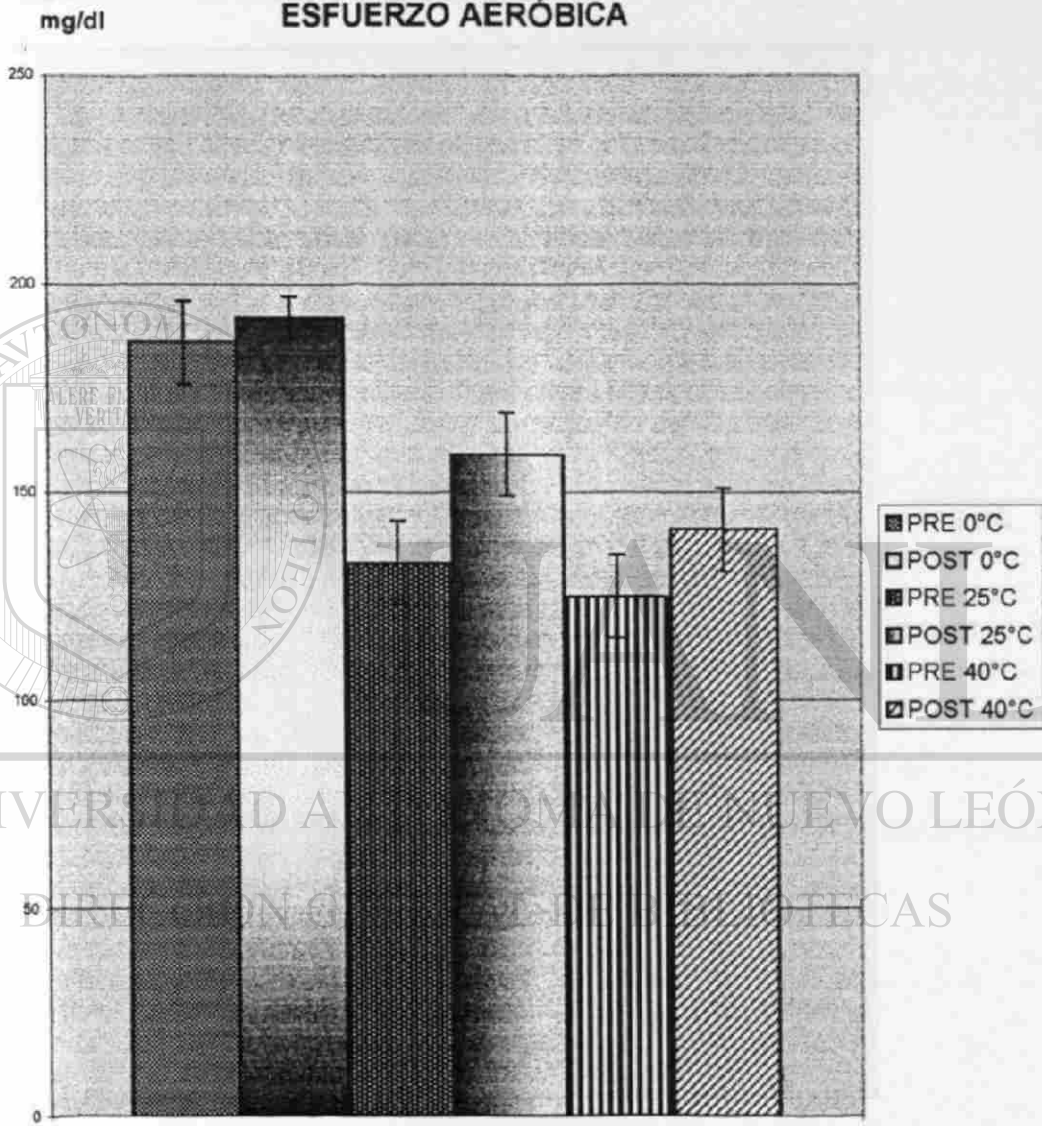


**HDL A TEMPERATURA**

**0°C 25°C Y 40°C**

**N=14 (\*p < 0.05)**

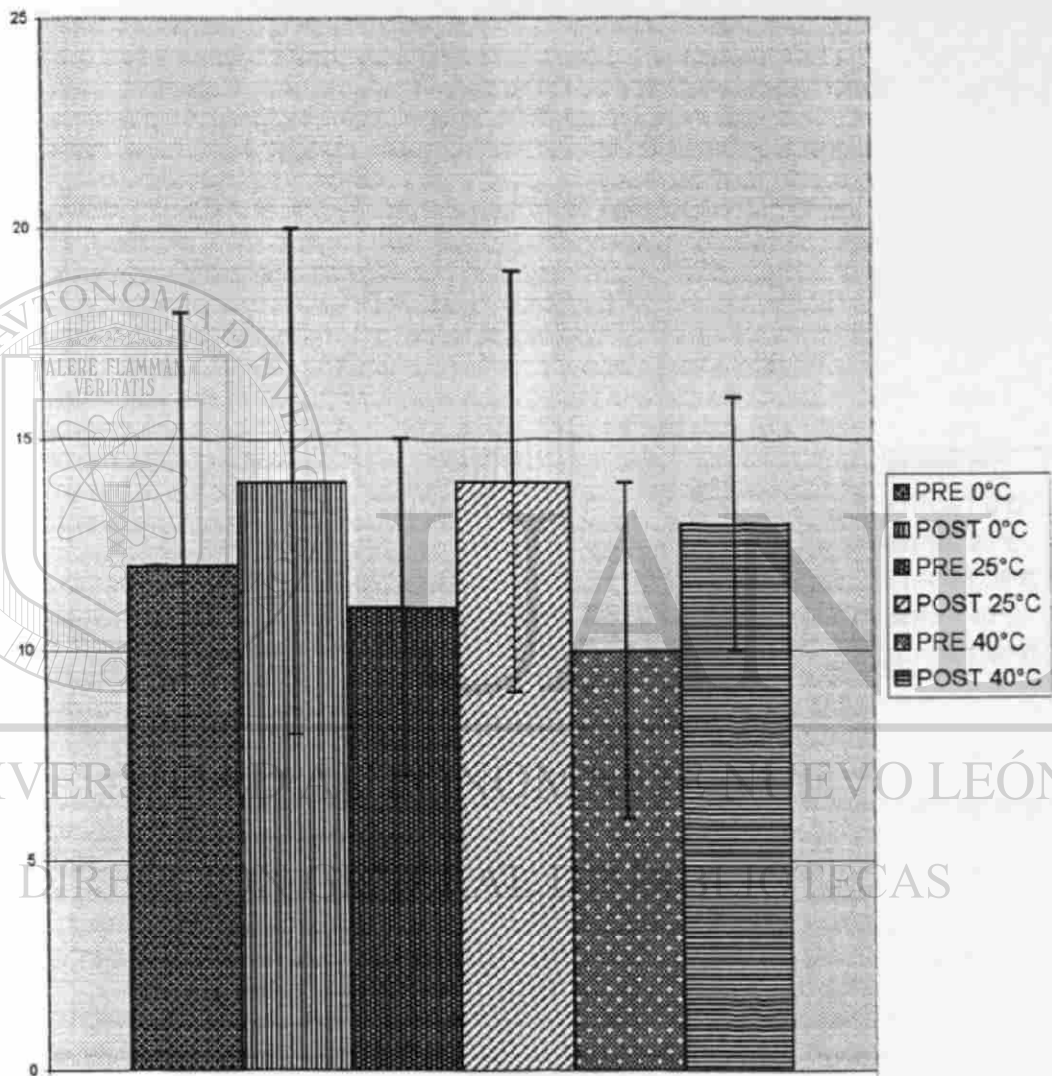
VARIACIONES METABÓLICAS EN UNA PRUEBA DE  
ESFUERZO AERÓBICA



1  
CREATININFOSFOCINASA  
TEMPERATURA 0°C, 25°C Y 40°C  
N=14 (\*p< 0.05)

## VARIACIONES METABÓLICAS EN UNA PRUEBA DE ESFUERZO AERÓBICA

mg/dl

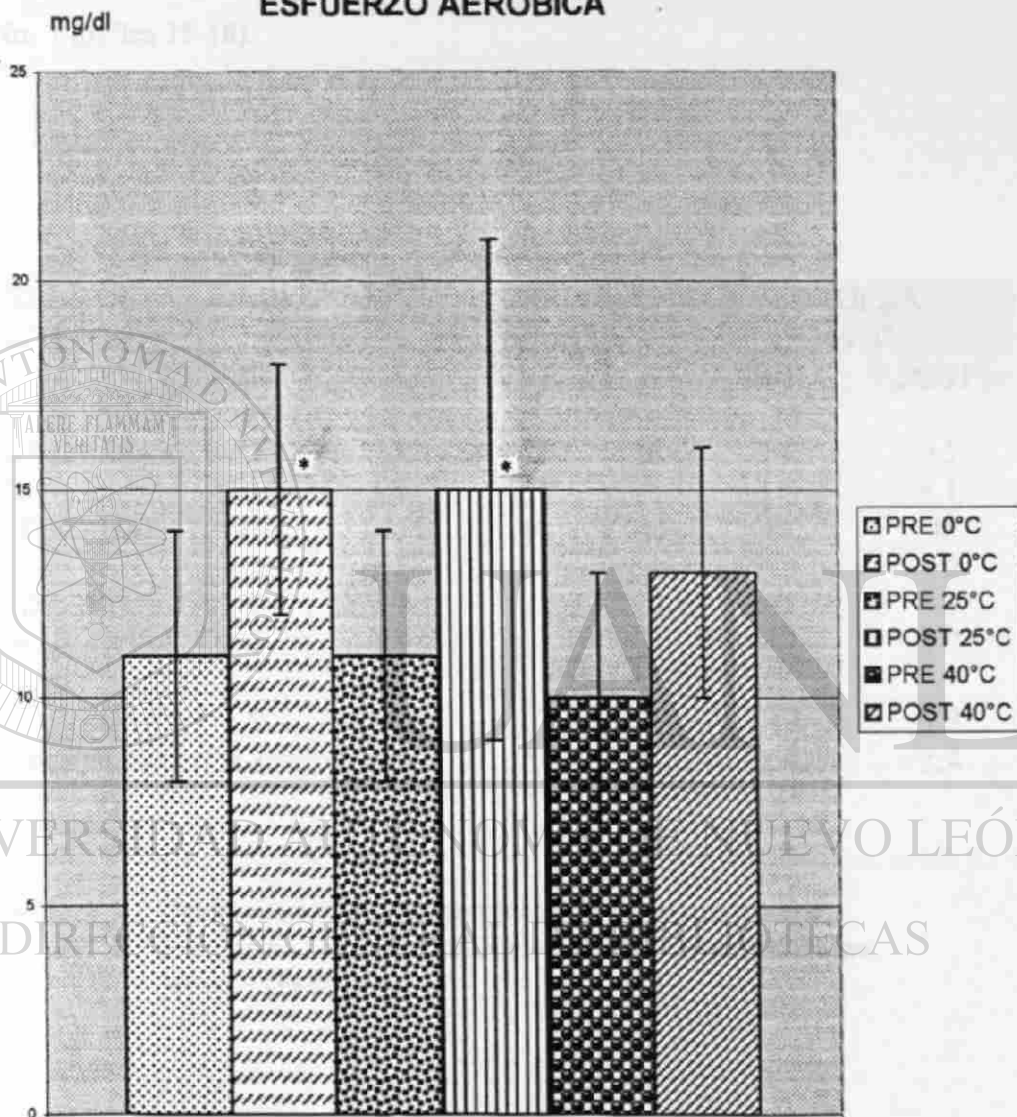


TGO A TEMPERATURA

0°C, 25°C Y 40°C

N=14 (\*p&lt; 0.05)

## VARIACIONES METABÓLICAS EN UNA PRUEBA DE ESFUERZO AERÓBICA



TGP A TEMPERATURA

0°C, 25°C Y 40°C

N=14

(\* p < 0.05)



En la determinación de la hemoglobina, hematocrito, velocidad de sedimentación globular, los leucocitos, todos ellos no presentaron incremento significativo durante la etapa del postejercicio en cada uno de los grupos estudiados.

(tabla No. 7 gráfica 15-18)

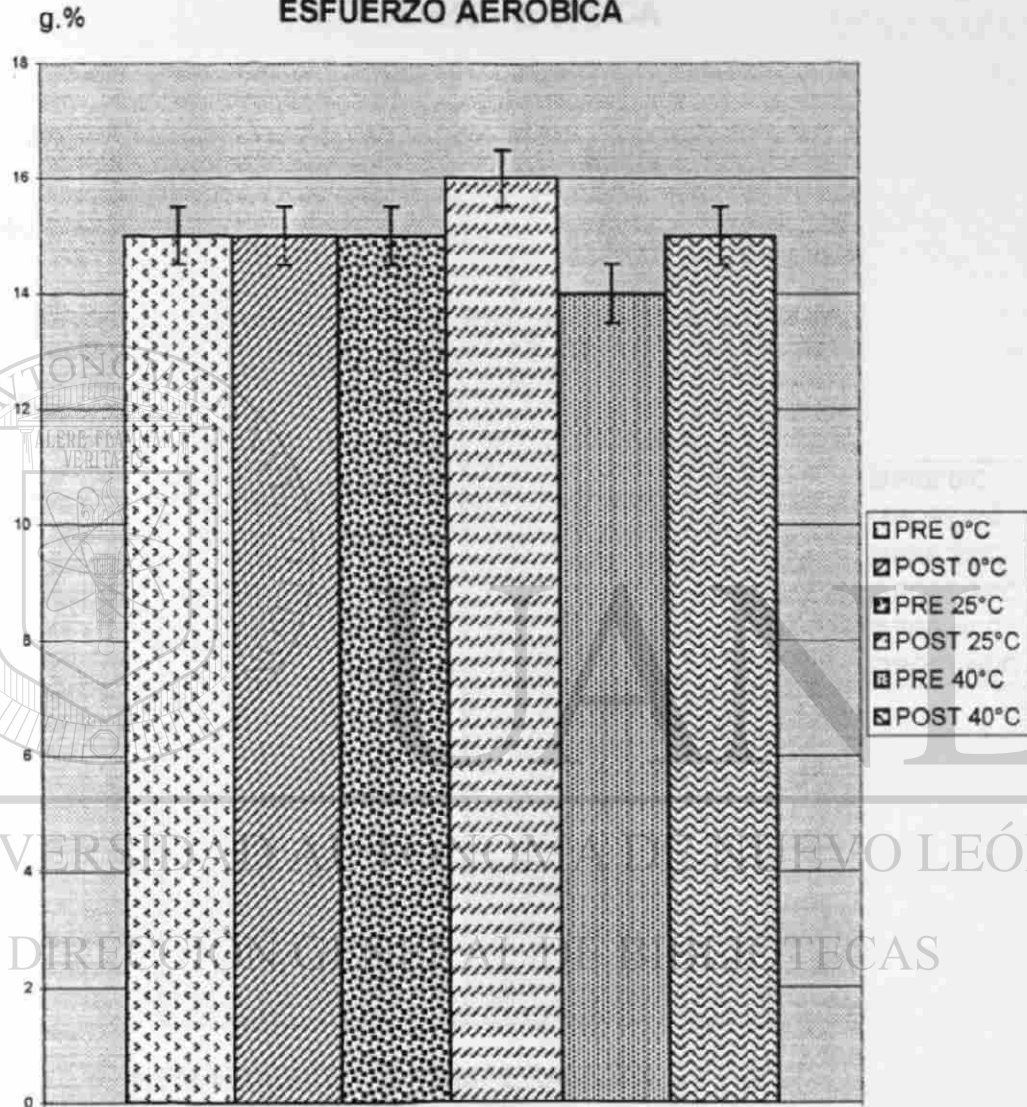
ESTUDIOS DE LABORATORIO	PRUEBA 0° C		PRUEBA 25° C		PRUEBA 40° C	
	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
HEMOGLOBINA gr/100 ml	15 ± 1	15 ± 1	15 ± 1	16 ± 1	14 ± 1	15 ± 1
HEMATOCRITO %	45 ± 3	46 ± 2	44 ± 3	46 ± 4	44 ± 2	45 ± 2
VEL. DE SED. GLOBULAR mm/h.	7 ± 9	7 ± 9	2 ± 1	2 ± 1	5 ± 7	5 ± 7
LEUCOCITOS millones/ml	9 ± 2	10 ± 3	7 ± 1	9 ± 2	9 ± 2	9 ± 2

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

TABLA No. 7 Determinación de Biometría Hemática en una prueba de esfuerzo aeróbica a diferentes grados de temperaturas. N=14 (\*p<0.05)

HEMOGLOBINA A TEMPERATURA DE 0°C,  
25°C Y 40°C  
N=14 (\*p<0.05)

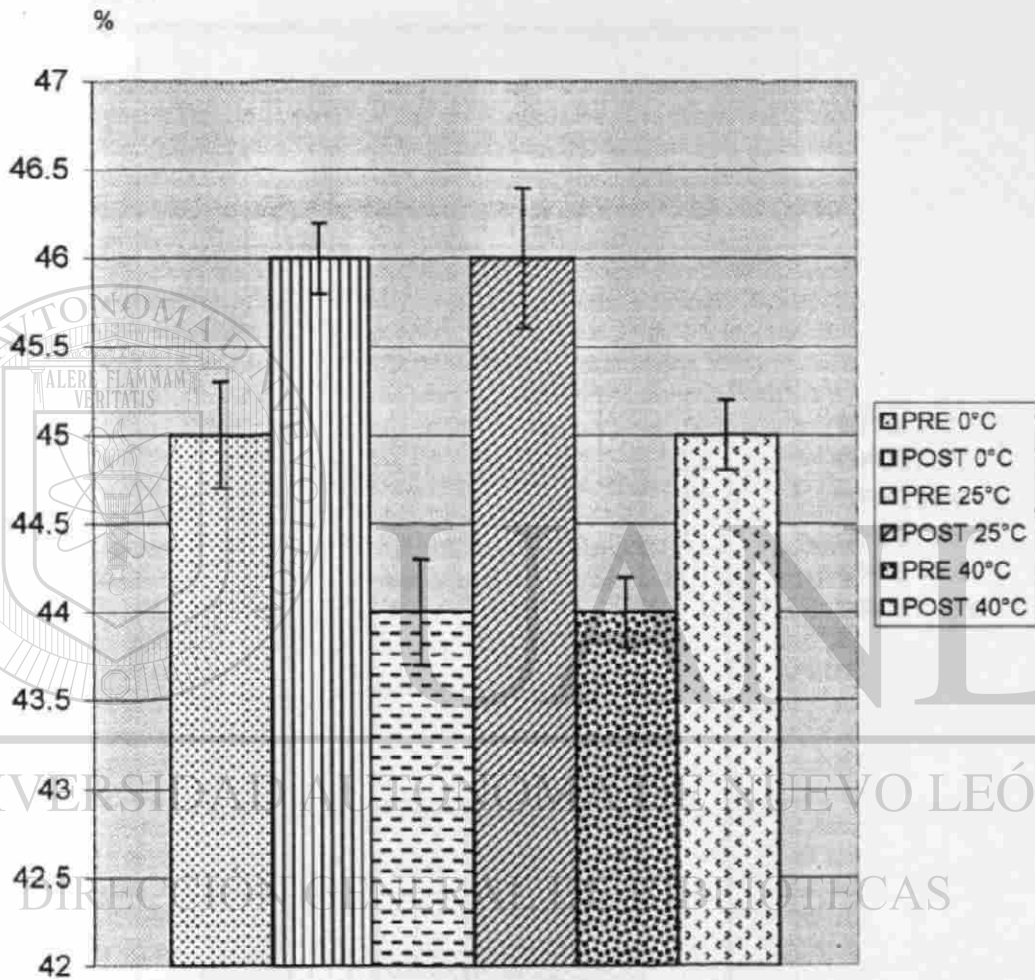
### VARIACIONES METABÓLICAS EN UNA PRUEBA DE ESFUERZO AERÓBICA



HEMOGLOBINA A TEMPERATURA DE 0°C,  
25°C Y 40°C

N=14 (\*p < 0.05)

## VARIACIONES METABÓLICAS EN UNA PRUEBA DE ESFUERZO AERÓBICA

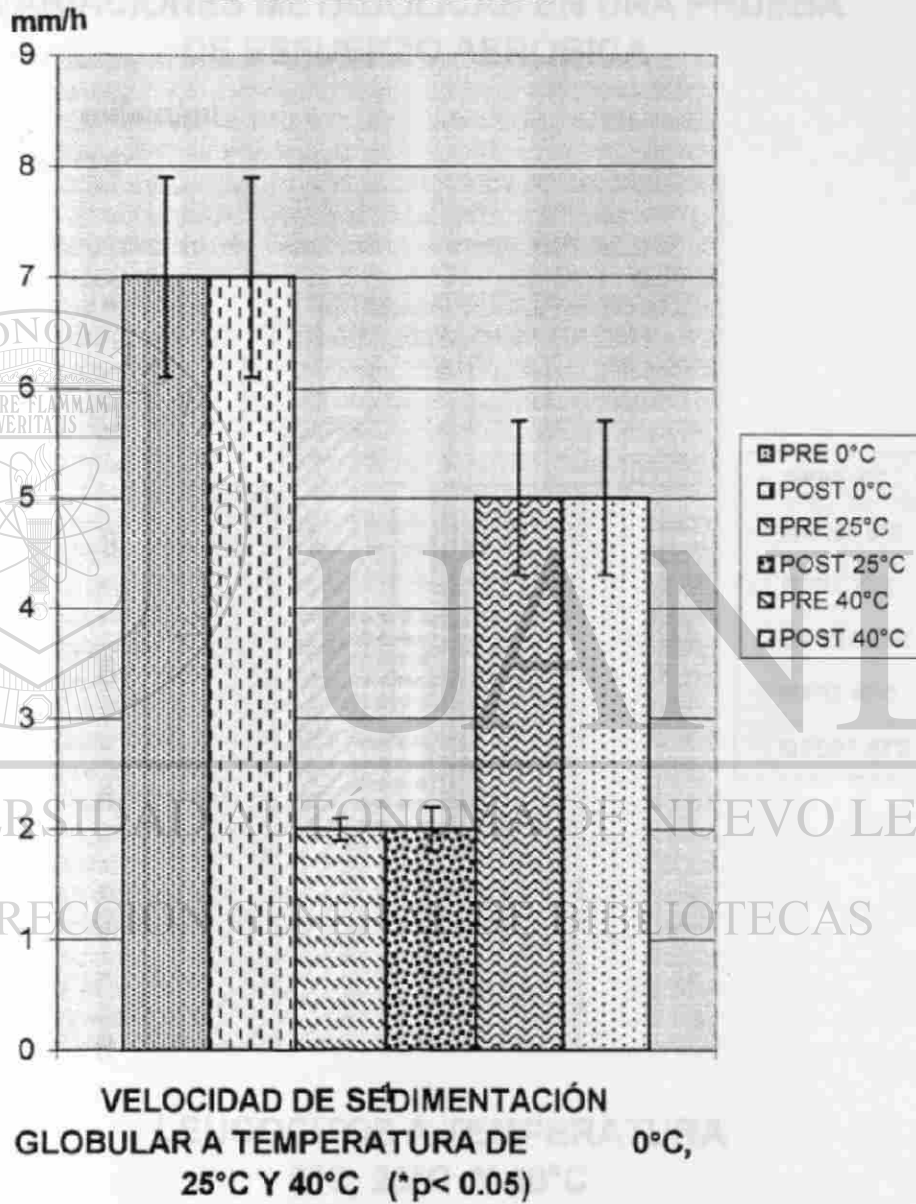


HEMATOCRITO A TEMPERATURA 0°C,

25°C Y 40°C

N=14 (\*p< 0.05)

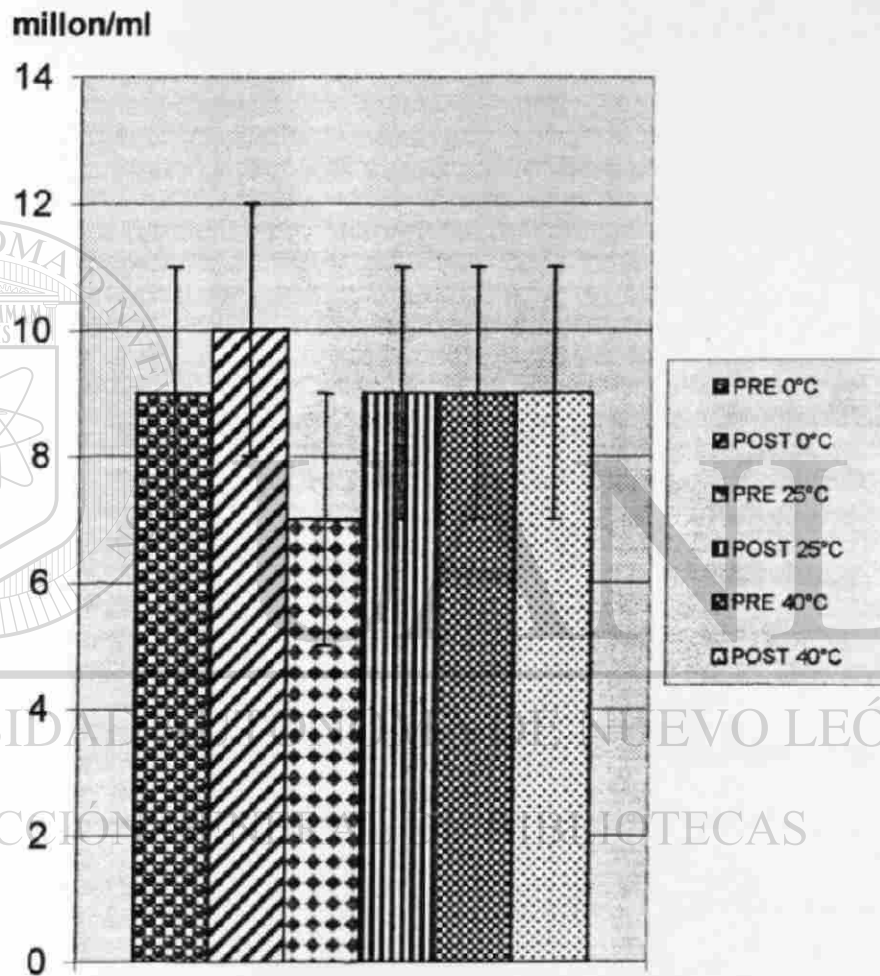
## VARIACIONES METABÓLICAS EN UNA PRUEBA DE ESFUERZO AERÓBICA



Los cambios de leucocitos se relacionan al hecho proporcional a cada una de las propiedades físicas y químicas analizadas, en observarse diferencias significativas

en los grupos estudiados. (Tabla No. 10)

## VARIACIONES METABÓLICAS EN UNA PRUEBA DE ESFUERZO AERÓBICA



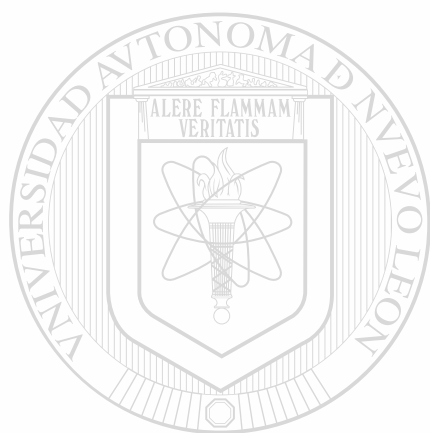
1  
LEUCOCITOS A TEMPERATURA

0°C, 25°C Y 40°C

N=14

(\*p < 0.05)

Los niveles de ácido láctico se incrementaron en forma proporcional en cada uno de los grupos de acuerdo a la actividad física realizada, sin observarse diferencias significativas entre los grupos estudiados (Gráfica No. 19).



# UANL

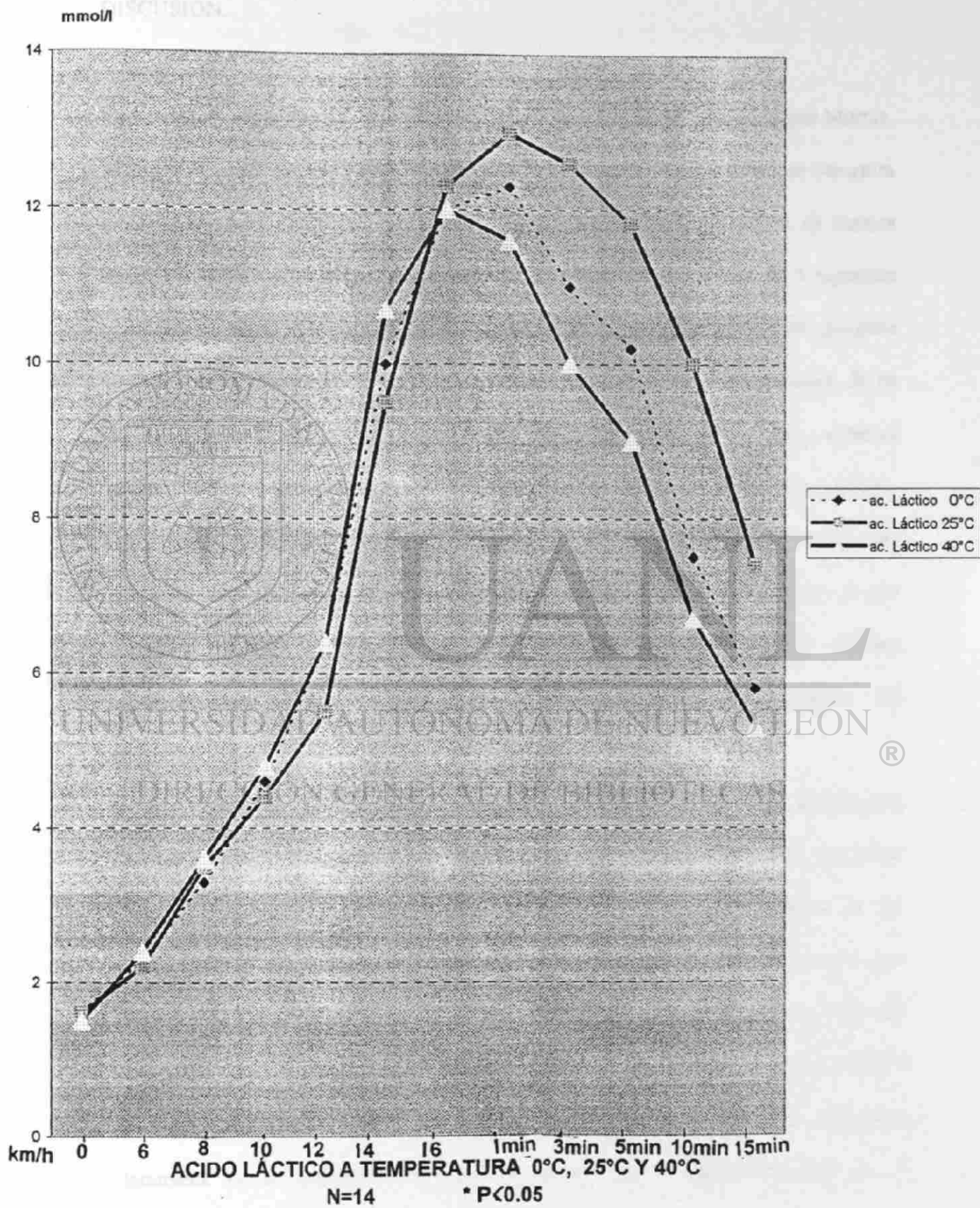
---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# VARIACIONES METABÓLICAS EN UNA PRUEBA DE ESFUERZO AERÓBICA



GRÁFICA # 19

## DISCUSIÓN.

En diversos experimentos realizados durante el ejercicio se ha reportado por Murray, Magnusson (35,36) que una fuente energética primordial es la glucosa, la que se encuentra almacenada en el organismo en forma de glucógeno de donde se utiliza de manera inmediata la glucosa al inicio de un ejercicio cuya duración sea mayor de 6 segundos conforme aumenta la duración del ejercicio se incrementan los niveles de glucemia producto de la glucogenolisis, en igual forma en cualquier nivel de temperatura. Se ha descrito por los investigadores (35,36,49) que a medida que continúa el trabajo, aumenta paulatinamente el ingreso de glucosa a la sangre, proporcionado por la glucogenólisis, con el resultado de cierto aumento de la síntesis de glucosa. Este incremento de glucosa puede ser condicionado por la merma de la concentración de insulina en la sangre, lo que determina su papel importante en el proceso de abastecimiento de energía, incrementándose entonces la movilización de ácidos grasos libres provenientes del metabolismo de la grasa.

En este estudio se cuantifico un incremento de glucosa posejercicio con significancia estadística en las tres condiciones estudiadas de temperatura, lo que se puede interpretar como una demanda energética dada por el ejercicio, independientemente de las condiciones de temperatura ambiental, siendo los carbohidratos los substratos que abastecen las fuentes de energía en forma de ATP, lo que se cuantifica en este estudio del incremento de glucosa sanguínea concuerda con lo reportado por algunos autores como es el caso de Benedict (1991) sin embargo, lo que en este estudio se comprueba claramente es el incremento de glucosa posejercicios independientemente de la



temperatura del medio ambiente, en un esfuerzo submáximo de corta duración (de 18 minutos promedio), entendiéndose submáximo aeróbico su aporte energético dado por carbohidratos principalmente y constituyendo un ejercicio de larga duración, en el que, el aporte energético principalmente esta dado por lípidos, y su tiempo de duración es en promedio mayor de 18 minutos. Se ha destacado la importancia del metabolismo de los ácidos grasos que inicia su proceso de oxidación con el incremento de la lipasa, enzima que aumenta durante el ejercicio (2,50,56) En este estudio se observó un incremento de los lípidos con significancia estadística en el posejercicio en el grupo de 0°C, sin observarse modificaciones con significancia estadística en el colesterol HDL, colesterol LDL, triglicéridos y colesterol total; de tal forma que nuestros hallazgos son diferentes a lo que se reporta en la literatura. Es posible que en este estudio se incrementó la oxidación de las grasas para producir calor y no para la producción energética la síntesis de ATP, se afirma lo anterior al considerar que solo se presentó este cambio a 0°C, lo que se esperaría se presentara también a los 40°C si fuera por la producción de ATP. Debido a

la variedad de efectos de la oxidación, la respuesta esperada sobre el rendimiento del trabajo físico es muy amplia, por lo que no se limita los efectos conocidos hasta ahora, imponiéndose un reto para el estudio de estos cambios metabólicos.

El ácido úrico se reportó con un incremento significativo en los grupos posejercicio a 0°C y 40°C, un hallazgo que es semejante con lo reportado en la literatura por Westing, Keenna, (63,64,65) que han estudiado el comportamiento del ácido úrico durante el ejercicio, observándose incremento del mismo en los estados de hipoxia y acidosis. En este estudio es probable que el incremento se haya dado por el estímulo provocado por el estado de acidosis más que por la hipoxia tisular que se manifiesta durante una

actividad física que no alcanza a compensarse fisiológicamente y se presenta la deuda de oxígeno por la falta de aportación suficiente de  $O_2$ , incrementándose los  $H^+$ . Se sugiere la posibilidad de realizar estudios de ejercicio a diversas intensidades y duración para definir las propiedades del ácido úrico en el ejercicio como un parámetro que nos permitiera de alguna manera conocer el esfuerzo dado en el deporte y su relación con la hipoxia tisular.

En la cuantificación de Hemoglobina, Hematocrito, Velocidad de Sedimentación Globular, Leucocitos, no se observaron en este estudio diferencias significativas, como lo reporta Schmidt, col. (29,48). Donde explica que el incremento en el hematocrito y la hemoglobina se relacionan con la hemoconcentración la que se presenta en el ejercicio de duración prolongada para mejorar el aporte de oxígeno tisular. También se encuentra la hemoconcentración en los estados de deshidratación, en este estudio no se observó hemoconcentración al no haber un estado de deshidratación y no haberse realizado un ejercicio de duración prolongado que diera lugar a un incremento de los eritrocitos y la densidad sanguínea.

Las enzimas estudiadas de transaminasa glutámica oxalacética, creatininfosfocinasa, deshidrogenasa láctica no sufrieron cambios significativos, solo se observó incremento significativo en la transaminasa glutámico pirúvica en el grupo de  $0^\circ C$ ; es posible que este incremento se relacione con el metabolismo de las grasas que aumentan su oxidación en mayor proporción por el efecto de la temperatura fría.

En los niveles de ácido láctico no se observaron diferencias significativas entre los grupos estudiados, considerando lo reportado por Brooks, Stegmann, Hollmann (8,26,51,52,54,55) quienes han descrito que los incrementos de ácido láctico se dan

principalmente en los ejercicios de tipo anaeróbico, que se caracterizan por ser de corta duración y alta intensidad. En este trabajo experimental que comprendió una actividad promedio de 25 minutos con una intensidad que fue incrementándose de manera gradual, permitió la realización de un ejercicio predominantemente aeróbico en la etapa inicial y anaeróbico en la etapa final del esfuerzo en los tres diferentes grados de temperatura, con un incremento del ácido láctico en igual proporción en los tres grupos estudiados.

La frecuencia cardíaca máxima entre los grupos fue semejante, solo se reporta un decremento de un 5% a temperatura de 0°C, lo que representa desde el punto de vista cardiovascular una disminución del gasto cardíaco lo que puede permitir una mayor actividad física y consecuentemente incrementar la capacidad del ejercicio, quedando por aclarar si estos decrementos de la frecuencia cardíaca máxima tengan alguna repercusión en esfuerzos de larga duración. Matveev, Gauthier (37,38,37) mencionan que la respuesta cardiovascular se da en función de la carga de trabajo y que el medio ambiente puede influir en la función, sin embargo se comprobó en este estudio que en los tres grupos

estudiados alcanzaron una velocidad máxima muy semejante de 16.4 km/h, sin diferencias significativas entre los grupos, alcanzado en un tiempo promedio de 18 minutos, por lo que se le clasifica dentro de la categoría de corta duración.

El consumo máximo de oxígeno absoluto (VO<sub>2</sub> max.) fue de 3951 L/min a 0°C, de 3894 L/min a 25°C y de 3770 L/min a 40°C, no observándose diferencias significativas entre los grupos. De estos resultados se desprende que la capacidad física que se realizó en los tres medios de temperatura fue igual sin modificaciones en el trabajo físico, es importante mencionar que el VO<sub>2</sub> max es el parámetro utilizado principalmente para poder conocer la capacidad de trabajo físico aeróbico.

Lo que queda claro en este estudio es que se presentaron variaciones metabólicas en algunos de los substratos estudiados como se hace referencia en párrafos anteriores. El aporte de esta investigación abre las posibilidades de realizar varios trabajos de investigación en el campo del deporte y sus cambios metabólicos ya que dada la amplitud de este estudio nos permite observar una serie de modificaciones en carbohidratos y lípidos, así como en el ácido úrico. Sin embargo es recomendable una investigación con ejercicios de larga duración con análisis hemodinámico en diferentes condiciones de temperatura y esfuerzo. Las características de corta duración de esta prueba, si bien es cierto, permiten determinar la máxima capacidad aeróbica en condiciones extremas de temperatura, deja en claro que las alteraciones metabólicas y/o químicas en sangre no influyen en la máxima capacidad física obtenida; por lo cual se establece que esfuerzos máximos aeróbicos de corta duración son poco influenciados, demostrado por los cambios metabólicos que se producen en ellos en condiciones de temperatura a 0°C, 25°C, y 40°C. Sin embargo, queda abierta la posibilidad de que se produzcan cambios metabólicos en esfuerzo aeróbico de larga duración bajo condiciones de temperatura extrema.

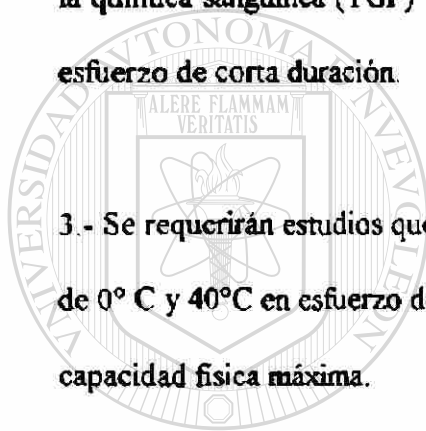
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## CONCLUSIONES

1.- El ejercicio aeróbico máximo de corta duración (menor de 18 minutos) realizado a temperatura extrema ambiental de 0°C y 40°C produce cambios metabólicos que NO influyen en la modificación de la capacidad física máxima del individuo.

2.- Los cambios significativos metabólicos encontrados en (glucosa, lípidos) así como en la química sanguínea (TGP) no alteran significativamente la capacidad física máxima en esfuerzo de corta duración.

3.- Se requerirán estudios que demuestren que estas alteraciones a temperaturas extremas de 0° C y 40°C en esfuerzo de larga duración provoquen una modificación en la capacidad física máxima.



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## BIBLIOGRAFIA.

1.- ANDERSON, RUTH K, AND W. LARRY KENNEY. Effects of age on heat-activated sweat gland density and flow during exercise in dry heat.

J. Appl. Physiol. 63(3); 1089-1094, 1987.

2.- AHUMADA AYALA MIGUEL, ALFONSO CERVERA, GUILLERMO CARDOSO Efectos del acondicionamiento físico aeróbico sobre el perfil de lipoproteínas plasmáticas en un grupo de voluntarios sanos. Arch. Inst. Cardiol. Méx.

59; 43-50, 1989.

3.- ARMSTRONG LE. COSTILL DL, FINK WJ. Changes in body water and electrolytes during heat acclimation. effects of dietary sodium. Aviat, space Environ.

Med. 58; 143-148, 1987

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

4.- ART. P.T. LEKEUX Effect of environmental temperature and relative humidity on breathing pattern and heart rate in ponies during and after standardised exercise. The

Veterinary Record. 123; 295-299, 1988.

5.- ANDREW J. YOUNG, MICHAEL N. SAWKA, LESLIE LEVINE, BRUCE S. CADARETTE, AND KENT B. PANDOLF. Skeletal muscle metabolism during exercise is influenced by heat acclimation. J. Appl, Physiol. 59(6); 1929-1935, 1985.

6.- BALSOM, SEGER, SJODIN, EKBLÖM. Physiology responses to maximal intensity intermittent exercise European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology. **56**; 144-149; 1992.

7.- BENEDICT B. YASPELKIS III AND JOHN L. IVY. Effect of carbohydrate supplements and water on exercise metabolism in the heat. J.Appl. Physiol. **71**(2); 680-687, 1991

8.- BROOKS, G.A. Current concepts in lactate exchange. Med. Sci Sports, Exerc. **23**(8); 895-906, 1991.

9.- CASSIS, L.A.R.E. STITZEL, R.J. HEAD. Influence of cold induced increases in Sympathetic Nerve Activity on Norepinephrine Hypertensive Rat. Blood Vessels **25**: 82-88, 1988

10.- COSTILL DAVID L. Muscle Metabolism and electrolyte balance during heat acclimation. Acta Physiol Scand **128** ( suppl 556); 111-118, 1986

11.- CONSTILL DAVID L., COTE R, FINK WJ. Muscle water and electrolytes following varied levels of dehydration in man. J. Appl Physiol **40**; 6-11, 1976.

12.- COCHRAN H G Diseños experimentales. Editorial Trillas, México, D.F. 1981.

13.- DANN ELDAD J. SHMUEL GILLS, AND RUTH BURSTEIN Effect of fluid intake on renal function during exercise in the cold. *Aur. J. Appl. Physiol.* **61**; 133-137, 1990.

14.-DOUGLAS KING, DAVID L. COSTILL, WILLIAM J. FINK. MARK HARGREAVES, AND ROGER A. FIELDING. Muscle metabolism during exercise in the heat in unacclimatized And acclimatized humans. *J. Physiol.* **59** (5); 1350-1354, 1985.

15.- FREITAS C.R. AND M.G. RYKEN. Climate and physiological heat strain during exercise *Int. J. Biometeorol.* **33**; 157-164, 1989.

16.- FENSTER JULIANE ET. AL. The relation ship between peak oxigen up take and physical activity in six to eight year old children. *Pediatric Exercise Science* **1**; 127-136, 1989.

17.- GRUCZA, R., Water distributtion in excersise men under hot conditions. *Acta Physiol. Pol.* **98**, 726-732, 1987.

18.- GONZALEZ, R.R., K.B. PANDOLF AND A.P. GAGGE. Heat acclimation and decline in sweating during homidity transients. *J. Appl. Physiol.* **36** (4); 419-425, 1974.



19.-GRAHAM, TERRY E., PREMILA SATHASIVAM, AND KEN W,MAGNAUGTON. Influence of cold, exercise, and caffeine on catecholamines and metabolism in men. *J. Appl. Physiol.* 70 (5); 2052-2058; 1991.

20.- GARBY L.O. LAMMERT AND E. NIELSEN. Changes in energy expenditure of light physical activity during a 10 day period at 34° C environmental temperature. *European Journal of Clinical Nutrition.* 44; 241-244, 1990.

21.- GREEN HJ, SUTTON J, YOUNG PM, CYMERMAN A,HOUSTON CS: Operation Everest II: muscle energetics during maximal exhaustive exercise. *J. Appl Physiol* 66; 142-150, 1989.

22.- GREENLEAF, J.E. Problem; thirst drinking behavior, and involuntary dehydration. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24 (6); 645-656, 1992.

23.- HANS BY G WENZEL, MD, CLAUS MEHNER, MD, PAUL SCHWARZENAU. Evaluation of tolerance limites for humans under heat stress and the problems involved. *Scand J. Work Environ Health* 15(suppl 1); 7-14, 1989.

24.- HELLSTEN-WESTING, SELLEVI, SJOEDIN. Plasma accumulation of hypoxantine, uric acid and creatine kinase following exhausting runs of differing durations in man. *Eur J. Appl Physiol.* 62 (5) ; 380-384, 1991.

25.- HEPHARD, R.J Fat Metabolism, Exercise, and the cold. *Can J. Spt. Sci.* 17(2); 83-90, 1992.

26.- HOLLMAN W. Behavior of lactate during physical exercise *Sportmed* 8; 48-58, 1988

27.- IRION L. GLENN Responses of distance runners and sprinters to exercise in a hot environment. *Aviat. Space Environ. Med.* 58 ; 948-953, 1987.

28.- KIRWAN, COSTILL, HOUMARD, MITCHELL, FLYNN. Changes in selected blood measures during repeated days of intense training and carbohydrate control. *International Journal of sports medicine.* 45; 362-366, 1990.

29.- KRAEMER, BROWN. Alterations in plasma volume corrected blood componentss of marathon runners and concomitant relation ship to performance. *European Journal of Applied Physiology and occupational physiology.* 24; 579-584, 1986.

30.- LEMON P.W.R. AND K.E YARASHESKI. Feasibility of sweat collection by whole body, washdown in moderate to hing humidity environments. *Int. J. Sports Med.* 6 (1) ;41-43, 1985.

31.- MARTINEAU L. AND JOCOBO. Free fatty acid availability and temperature regulation in cold water. *J. Appl. Physiol.* 67; 2466-2472, 1989.

32.- MARSHALL HENRY C., FORT WAINWRIGHT, ALASKA The effects of cold exposure and exercise upon peripheral function. *Arch Environ Health* 24; 325-330, 1972.

33.- MARTINEZ G.A. Diseños experimentales, métodos y elementos de teoría. Edit. Trillas, México, D.F. 1983.

34.- MUZA SR. PIMENTAL NA. COSIMINI HM. Portable ambient air microclimate cooling in simulated desert and tropic conditions. *Avist. Space Environ. Med.* 59; 553-558, 1988.

35.- MURRAY R., G.L. PAUL J.G. SEIFERT, AND D.E. EDDY. Responses to varying rates of carbohydrate ingestion during exercise. *Med. Sci. Sport Exerc.* 23 (6); 713-718, 1991.

36.- MAGNUSSON Y, AND SHULMAN G.I. Pathways of hepatic glycogen synthesis humans. *Med. Sci. Sport Exerc.* 23 (8); 939-943, 1991.

37.- MATVEEV, L.N. Working capacity and hemodynamics in men living in temperate and head latitudes. *Fiziol. Cheloveka* 11 (1); 113-120, 1985.

38.- M. GAUTHIER, ET.AL. The physical work capacity of canadian children, aged seven to 13 in 1983, comparasion with 1968. *Pediatric, Exercise Science* 1; 127-136, 1984.

39.- P. FLETCHER, S W FLETCHER, E H WAGNER. *Epidemiología Clínica*. ED. Ediciones Consulta S A , Barcelona, 1989.

40.- PARKER R.H. Physiological adaptations and activiry recorded at a polar base *Eur.J. Appl. Physiol.* 54; 363-370, 1985.

41.- PUGH, L.G. Oxigen in take in track and treadmill running with observations on the effect of air resistance. *J. Physiol.* 207; 823-835, 1970.

---

42.- RANDLE Y. P.M. AND S J. LEGG. A comparison of the effects of mixed static and dynamic work with mainly dynamic work in hot conditions. *Eur. J. Appl Physiol.* 54 ; 201-206, 1985.

43.- RYSZARD GRUCZA. Water loss distribution in exercising men under hot conditions. *Acta Physiol Pol.*, 38 (1); 6-14, 1987.

44.- ROTH D.A. The sarcolemmal lactate transporter, transmembrane determinante of lactate flux. *Med. Sci. Sport Exerc.* 23 (8); 925-934, 1991.

45.-SMITH CHRISTINE M. SMITH, SANDRA D ANDERSON, STEPHEWALS.  
An investigation of the effects of heat and water exchange in the recovery period after  
exercise in children with asthma. *Am. Rev. Respir. Dis.* 140, 598-605, 1989.

46.- SZLYK PC, SILS IV, FRANCESCONI RP, HUBRARD RW Patterns of human  
drinking: effects of exercise, water temperatur And food consumption. *Aviat Space  
Environ Med.* 61; 43-48, 1990.

47.- SAWKA, MICHAEL N., MICHAEL M M. TONER, RALPH P. FRANCESCO NI,  
AND KENT B. PANDOLF. Hypohydration and exercise: effects of heat acclimation,  
gender, and Environment. *J. Appl Physiol: Respirat. Environ. Exercise Physiol* 55(4);  
1147-1153, 1983.

48.- SCHMIDT, W.N. MAASSEN, U. TEGTBUR, AND K.M. BRAUMANN.  
Changes in plasma volume and red cell formation after a marathon competition Eur.  
*J. Appl Physiol.* 58; 453-458, 1989.

49.- SERGEYEVICH V. MISHCHENCKO *Fisiología del Deportista* Editorial  
Paidotribo 1ª. Ed. 1995.

50.- SHEPARD, R.J. Fat metabolism, exercise and the cold. *Can. J. Spt. Sci.* 17 (2);  
83- 90. 1992.

51.- STEGMANN H. AND W. KINDERMANN Comparison of prolonged exercise tests at the individual anaerobic and the fixed anaerobic. Thres bold of 4 mmol lactate. *Ind. J. Sportd Med.* **3**; 105-110, 1982.

52.- STEGMANN H. W. KINDERMANN, AND A. SCHNABEL. Lactate kinetice and individual anaerobic theshold. *Inst. J. Sport Medicine* **2** (3); 160-165, 1981.

53.- SCHUMER W. Cell metabolism and lactate. Lactate in acute conditions. *Int. Symp., Basel* 1-9 1978

54.- SMOLANDER, J.P. KOLARI, O. KORHONEN AND R. IL MARINEN. Aerobic and anaerobic responsen to incremental exercise in a thermoneutral and a hot dry environment. *Acta Physiol Scand* **128**; 15-21, 1986.

55.- SELP R.L. DAVID SNEAD, EDGAR F PIERCE. Perceptual responses and blood lactate concentration: effect of training state. *Med. Sci. Sports Exerc.* **23** (1), 80-87, 1991.

56.- TIMMONS, B.A. J. ARAUJO, AND R.T. THOMAS. Fat utilization enhanced by exercise in a cold environment *Med. Sci. Sports Exerc.*, **17** (6); 673-678, 1985.

57.- THERMINARIAS, A.P. FLORE, M.F. ODDOU-CHIRPAZ, C. GHARIB, AND G.

GAUQUELIN. Hormonal responses to exercise during moderate cold exposure in young us, middle-aged subjects. *J. Appl. Physiol.* 73(4); 1564-1571, 1992.

58.- THERMINARIAS A. Acute exposure to cold air and metabolic responses to exercise *Int. J. Sport Med.* 13 (1); 187-190, 1992.

59.- THORSON O., LILJO B., AHLGREN L., HENDAL B., WERTLIN N. The effect of focal cold application on intramuscular blood flow at rest and after running. *Med. Sci. Sports Exerc.* 25(2);160-163,1989.

60.- YASPELKINS, BENEDICT B, III AND HOHN L., IVY. Effect of carbohydrate supplements and water on exercise metabolism in the heat. *J. Appl. Physiol.* 71(2); 680-687, 1991.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

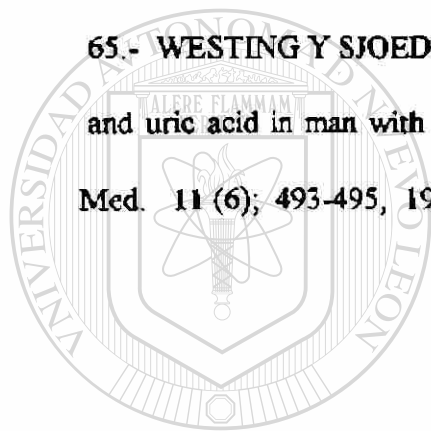
61.- KENNEY, W.L. AND R.K. ANDERSON. Responses of older and younger women to exercise in dry and humid heat without fluid replacement. *Med. Sci. Sports Exerc.* 20 (2); 155-160, 1988.

62.- KOZLOWSKI, D., Z BRZEZINSKA, B. KRUK, H. KATURA USCILKO, J.E. GREENLEAF, AND K. NAZAR. Exercise hyperthermia as a factor limiting physical performance: temperature Effect on muscle metabolism. *J. Appl. Physio.* 59 (3); 766-773, 1985.

63.- KEENAN D, ALLEN, G. Uric acid production and excretion with exercise. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport.* 7 (8) 3-6, 1988.

64.- WESTING Y HELLSTEN; SOLLEVI, A; SJOEDIN Plasma accumulation of hypoxanthine and uric acid and creatine kinase following exhausting runs of differing durations in man. *European Journal of Applied Physiology* 62(5); 380-384, 1991.

65.- WESTING Y SJOEDIN B Changes in plasma concentration of hypoxanthine and uric acid in man with short distance running at various intensities. *Int. J. Sports Med.* 11 (6); 493-495, 1990.



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## **AUTOBIOGRAFÍA.**

**NOMBRE:**

**ANTONIO HUMBERTO BRACHO  
HUEMOELLER.**

**Fecha de nacimiento:**

11 de enero de 1951

**Lugar de Nacimiento:**

H. del Parral. Chih., Méx.

**MEDICO CIRUJANO**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**UNIVERSIDAD JUAREZ DEL ESTADO DE  
DURANGO. (1972-1977)**

**MAESTRIA EN CIENCIAS CON  
ESPECIALIDAD EN FISILOGIA MEDICA  
FACULTAD DE MEDICINA U.A.N.L.  
(1979-1981)**

**ESPECIALIZACIÓN EN PLANEACION,  
INVESTIGACIÓN Y ADMINISTRACIÓN  
EDUCATIVA.**

**INSTITUTO NACIONAL DE  
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA (1986-1987)**

**ESPECIALIZACIÓN EN MEDICINA DEL  
DEPORTE Y REHABILITACIÓN.**

**FACULTAD DE MEDICINA U.A.N.L  
HOSPITAL UNIVERSITARIO (RESIDENCIA)  
(1990-1994)**

**DOCTORADO EN MEDICINA (DR. MED )  
FACULTAD DE MEDICINA UANL  
(1993-1997) (candidato)**

### **DIPLOMADOS Y CURSOS.**

**INSTRUMENTACION Y FISILOGIA  
EXPERIMENTAL.  
CINVESTAV-IPN (1980)**

**ENSEÑANZA DE LA FISILOGIA EN LA  
CARRERA DE MEDICINA.  
FAC. MEDICINA UASLP (1981)**

**CURSOS SOBRE DISEÑO DE PLANES DE  
ESTUDIO, OBJETIVOS, EVALUACIÓN,  
DINÁMICA DE GRUPOS.  
UJED. (1977)**

**METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN EN  
LA SALUD CON BASES EPIDEMIOLOGICAS.  
IIC-UJED. (1987)**

**SEMINARIO EN MEDICINA DEPORTIVA Y  
REHABILITACIÓN.  
THE UNIVERSITY OF SOUTH ALABAMA,  
MOBILE, ALABAMA. (1994)**

**DIPLOMADO - INVESTIGACIÓN EN  
EPIDEMIOLOGÍA CLÍNICA.-IMSS 1998**

**DIPLOMADO - FORMACION PARA LA  
ENSEÑANZA DE LA MEDICINA.  
FAC.MEDICINA UJED- UNAM. 1999**

### **TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PRESENTADOS EN CONGRESOS:**

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:  
FISILOGÍA DEL  
EJERCICIO.(METABOLISMO)  
20 TRABAJOS PRESENTADOS EN  
CONGRESOS NACIONALES.**

**FISILOGÍA BASICA (GLUCOSA)  
12 TRABAJOS PRESENTADOS EN  
CONGRESOS NACIONALES.**

**ALIMENTOS FUNCIONALES  
(FITOTERAPIA)  
10 TRABAJOS PRESENTADOS EN  
CONGRESOS NACIONALES.**

### **ACTIVIDADES ACADEMICAS Y ADMINISTRATIVAS.**

**PROFESOR FUNDADOR CCH-UJED  
CATEDRÁTICO EN CIENCIAS  
EXPERIMENTALES.  
MEDIO TIEMPO. (1973-1981)**

**PROFESOR DE PSICOFARMACOLOGÍA.  
DIVISIÓN DE HUMANIDADES Y CIENCIAS  
UNIVERSIDAD REGIOMONTANA (1980-81)**

**PROFESOR DE PSICOFISILOGÍA.  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA . UANL (1981)**

COORDINADOR DEL AREA DE CIENCIAS  
EXPERIMENTALES. C.C.H-UJED (1973-78)

COORDINADOR DEL AREA DE RECURSOS  
HUMANOS Y FORMACION DE PROFESORES  
DEL DEPARTAMENTO DE PLANEACIÓN Y  
DESARROLLO ACADÉMICO. UJED.  
(1975-1979)

CATEDRÁTICO DE TIEMPO COMPLETO  
FISIOLOGÍA MEDICA CON LABORATORIO  
FACULTAD DE MEDICINA UJED.(1981-2000)

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FISIOLOGÍA  
FAC. MEDICINA UJED. (1983-1996).

### ASOCIACIONES Y COLEGIOS.

COLEGIO MEDICO DE DURANGO  
SOCIO - (1985- )

CONSEJO INTERNACIONAL DE  
ASOCIACIONES Y COLEGIOS DE  
ACUPUNTURA. A.C.  
SOCIO. (1985- 1990)

SOCIEDAD MEDICA DEL IMSS  
SOCIO (1985 - 2000)

SOCIEDAD MEXICANA DE  
MICROCIRCULACIÓN  
SOCIO FUNDADOR. (1988-1995)

ASOCIACIÓN DE MÉDICOS GENERALES Y  
MÉDICOS FAMILIARES A.C.  
CAPITULO DURANGO.  
SOCIO FUNDADOR (1994-2000)

COLEGIO DE MEDICOS GENERALES Y  
ESPECIALISTAS DE DURANGO A.C.  
SOCIO FUNDADOR- EXSECRETARIO.

### COMISIONES.

MIEMBRO DE LA COMISIÓN  
DICTAMINADORA PARA LA REVISIÓN Y  
ANÁLISIS DEL REGLAMENTO DEL  
PROGRAMA DE ESTÍMULOS AL  
DESEMPEÑO DEL PERSONAL DOCENTE DE  
LA UJED. (MAYO-SEPTIEMBRE 1998)

INTEGRANTE DE LA COMISIÓN  
ELECTORAL PARA LA ELECCIÓN DE  
RECTOR UJED PERIODO 1998-2004.  
(AGOSTO-OCTUBRE 1998)

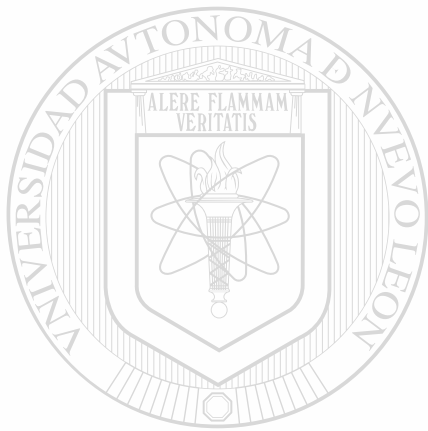
MIEMBRO DEL JURADO PARA EXAMENES  
PROFESIONALES DE LICENCIATURA Y  
POSGRADO DE LA FACULTAD DE  
MEDICINA UJED

U A N L

SOCIEDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



CONSEJO GENERAL DE BIBLIOTECAS



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



