



Universidad de Chile  
Facultad de Medicina  
Escuela de Kinesiología

**IMPACTO DEL ENTRENAMIENTO FUNCIONAL DE INTERVALOS DE ALTA  
INTENSIDAD Y DEL ACONDICIONAMIENTO FÍSICO MILITAR SOBRE LAS  
DETERMINANTES DEL ESTADO FÍSICO**

Luis Alfredo González Rojas

Mauricio Enrique Verdugo Maldonado

2012

**IMPACTO DEL ENTRENAMIENTO FUNCIONAL DE INTERVALOS DE ALTA  
INTENSIDAD Y DEL ACONDICIONAMIENTO FÍSICO MILITAR SOBRE LAS  
DETERMINANTES DEL ESTADO FÍSICO**

Tesis entregada a la  
UNIVERSIDAD DE CHILE  
En el cumplimiento de los requisitos  
para optar al grado de  
LICENCIADO EN KINESIOLOGÍA

FACULTAD DE MEDICINA

Por  
Luis Alfredo González Rojas  
Mauricio Enrique Verdugo Maldonado  
2012

DIRECTOR DE TESIS: Herman Zbinden Foncea

PATROCINANTE DE TESIS: Prof. Sylvia E. Ortiz

FACULTAD DE MEDICINA  
UNIVERSIDAD DE CHILE

INFORME DE APROBACIÓN  
TESIS DE LICENCIATURA

Se informa a la Escuela de Kinesiología de la Facultad de Medicina, que la Tesis de Licenciatura presentada por los candidatos:

Luis Alfredo González Rojas

Mauricio Enrique Verdugo Maldonado

Ha sido aprobada por la Comisión Informante de Tesis como requisito de Tesis para optar al grado de Licenciado en Kinesiología, en el examen de defensa de Tesis rendido el 19 de julio del 2012

DIRECTOR DE TESIS

FIRMA

Herman Zbinden Foncea

.....

COMISIÓN INFORMANTE DE TESIS

NOMBRE

FIRMA

Sylvia E. Ortiz Zúñiga

.....

Pablo Quiroga Marabolf

.....

Cristian Vargas Gyllen

.....

Aníbal Debandi Cuadra

.....

## INDICE

	Página
1. Resumen .....	i
2. Abstract .....	ii
3. Abreviaturas.....	iii
4. Introducción.....	1
5. Marco teórico.....	2
5.1 Presión arterial .....	2
5.2 Frecuencia cardiaca .....	3
5.3 Consumo de oxígeno .....	3
5.4 Entrenamiento militar.....	4
5.5 Entrenamiento intervalo alta intensidad.....	6
5.6 Pregunta de Investigación .....	7
5.7 Justificación .....	7
5.8 Objetivo general .....	7
5.9 Objetivos específicos.....	8
5.10 Hipótesis de investigación .....	8
6. Material y Métodos .....	8
6.2 Diseño de investigación .....	8
6.3 Población de estudio.....	8
6.4 Muestra de estudio.....	9
6.5 Variable independiente .....	9
6.5 Variables dependiente.....	9
6.6 Variables desconcertantes .....	10

6.7 Procedimiento .....	10
6.8 Procedimiento estadístico .....	11
7. resultados .....	11
8. Discusión.....	15
9. Conclusión .....	19
10. Proyecciones.....	19
11. Bibliografía.....	21
12. Apéndice.....	27
13. Anexos .....	31

## 1. RESUMEN

En el presente estudio se busca determinar los efectos del entrenamiento clásico militar y del entrenamiento de intervalos de alta intensidad (tipo Crossfit) sobre parámetros cardiopulmonares y determinantes del estado físico. Los datos expresados en el estudio fueron extraídos de 13 soldados profesionales con la especialidad de paracaidistas, con un promedio de 21 años. Estos fueron separados en dos grupos, uno al cual se le aplicó el entrenamiento militar y al otro entrenamiento funcional de intervalos de alta intensidad (tipo Crossfit) 3 veces por semana durante 4 semanas. Como primer paso se realizó un control basal de ambos grupos, este control consistía en medición de frecuencia cardíaca y presión arterial en reposo, posterior a esto se procedió a aplicar una batería de test para objetivar resistencia muscular localizada que consistía en extensiones de brazos, flexión de brazos en barra y abdominales, una vez finalizado esta batería de test se descansó por media hora para aplicar la prueba de Course Navette, inmediatamente finalizado este test se volvieron a tomar las medidas de frecuencia cardíaca y presión arterial. Estas evaluaciones fueron tomadas como diagnóstico y se volvieron a realizar después de someter ambos grupos a sus respectivos entrenamientos. Se realizó el test t-student considerando como significancia estadística valores de  $p < 0,05$ . Para el grupo sometido a entrenamiento militar clásico los resultados post entrenamiento muestran un aumento en el test de flexiones máximas en barra en un minuto (media aumento= $1 \pm 1$ ;  $p = 0,003$ ). A nivel de capacidad cardiopulmonar, se presencia un aumento en el período alcanzado en el test Course Navette (media aumento= $1 \pm 1$ ,  $p = 0,008$ ). En parámetros hemodinámicos se observó un aumento en la presión sistólica post ejercicio (media aumento= $20 \pm 14$ ;  $p = 0,01$ ), al igual que en la diferencia entre la presión sistólica post ejercicio y la presión sistólica basal (media aumento= $23 \pm 12$ ,  $p = 0,002$ ). A su vez, para el grupo que realizó entrenamiento de intervalos de alta intensidad, se observa un aumento en el test de flexiones máximas en barra (media aumento= $2 \pm 1$ ;  $p = 0,02$ ) y abdominales en un minuto (media aumento= $12 \pm 9$ ,  $p = 0,021$ ), sin encontrarse diferencias significativas en el test Course Navette (media variación= $0 \pm 1$ ;  $p = 0,456$ ) ni en parámetros hemodinámicos. Podemos concluir que luego de aplicar los protocolos establecidos los sujetos sometidos a entrenamiento militar clásico obtienen mejorías en su capacidad aeróbica y aumentos en parámetros de fuerza resistencia, a su vez en el grupo sometido a entrenamiento de intervalos de alta intensidad se observaron mejorías en parámetros de fuerza resistencia, sin generarse cambios en su capacidad cardio-pulmonar.

## 2. ABSTRACT

The present study seeks to determine the effects of classic military training and high intensity interval training (type Crossfit) on cardiopulmonary parameters and fitness determinants. The data presented in this study was drawn from 13 professional soldiers from the paratroop specialty, with an average of 21 years. The soldiers were separated into two groups, one of which was subjected to military training and the other to high intensity intervals training (Crossfit type) 3 times a week for 4 weeks. First, a baseline control was conducted on both groups, this control was to measure heart rate and blood pressure at rest, after this we applied a group of tests to objectify localized muscular endurance consisting of arms extensions, pull ups and abdominal exercise, once finalized the soldiers were allowed a half hour break before applying the Navette test, immediately after the test was completed the heart rate and blood pressure were measured again. These assessments were made as a diagnosis and were applied again after subjecting the two groups to their respective workouts. We performed a t-student test considering statistical significance at  $p < 0.05$ . For the group that underwent classic military training post training results show an increase in the maximum pull ups in one minute (mean increase =  $1 \pm 1$ ,  $P = 0.003$ ). On the level of cardiopulmonary capacity, an increase was observed in the period reached during the Course Navette test (mean increase =  $1 \pm 1$ ,  $p = 0.008$ ). Hemodynamic parameters showed an increase in systolic blood pressure after exercise (mean increase =  $20 \pm 14$ ,  $P = 0.01$ ), as in the difference between systolic and post exercise basal systolic pressure (mean increase =  $23 \pm 12$ ,  $p = 0.002$ ). In turn, for the training group that performed high-intensity intervals, there was an increase in the maximum pull ups in one minute (mean increase =  $2 \pm 1$ ,  $p = 0.02$ ) and abdominal workout in one minute (mean increase =  $12 \pm 9$ ,  $p = 0.021$ ), no significant differences were present in the Course Navette test (mean change =  $0 \pm 1$ ,  $P = 0.456$ ) nor in the hemodynamic parameters. We conclude that, after applying established protocols, subjects undergoing classic military training showed improvements in aerobic capacity and an increase in the strength endurance parameters, in turn, the group that underwent interval high intensity training presented improvements in the strength endurance parameters, without generating changes in cardiopulmonary capacity.

### **3. ABREVIATURAS**

ATP: Adenosín trifosfato

BOE: Brigada de operaciones especiales

CO<sub>2</sub>: Dióxido de carbono

EIAI: Entrenamiento de intervalos de alta intensidad

EISAI: Entrenamiento de intervalos sprint de alta intensidad

EMC: Entrenamiento militar clásico

EPF: Entrenamiento de la preparación física

FC: Frecuencia cardiaca

FRM: Fitness rendimiento muscular

GC: Gasto cardiaco

MmHg: Milímetros de mercurio

O<sub>2</sub>: Oxígeno

PA: Presión arterial

PAD: Presión arterial diastólica

PAS: Presión arterial sistólica

RML: Reforzamiento muscular localizado

SNS: Sistema nervioso simpático

VO<sub>2</sub>: Volumen de oxígeno

VO<sub>2</sub> máx.: Volumen de oxígeno máximo

#### 4. INTRODUCCIÓN

La Instrucción Física Militar tiene por finalidad el desarrollar, elevar y mantener una capacidad física acorde a las exigencias del combate en tiempos de guerra y a las tareas diarias, tanto de instrucción como administrativas en tiempos de paz. La aptitud física es parte vital de la preparación profesional, por lo tanto, cada miembro de la institución, cualquiera sea su puesto y jerarquía, deberá preocuparse prioritariamente de mantener o incrementar su rendimiento físico. (Reglamento instrucción física., 1993).

Al revisar la bibliografía actual, podemos percibir la inexistencia de material que refleje el impacto físico del entrenamiento clásico militar (EMC) y del entrenamiento funcional de intervalos de alta intensidad (EIAI) sobre población militar chilena. En este contexto, la idea de describir y conocer como estos sujetos se comportaron frente a cada entrenamiento al cual fueron sometidos, se vuelve bastante atractivo. Por este motivo, decidimos emprender este estudio, ya que creemos que una investigación de estas características, sin lugar a dudas, será un valioso aporte en el asunto.

Todo sistema de entrenamiento busca que las determinantes del estado físico se modifiquen cuando el sujeto es sometido a períodos de ejercicio, principalmente por la capacidad de adaptación propia del ser humano. En base a esto, buscamos reflejar la respuesta real de sujetos frente a dos tipos de entrenamiento aplicados a soldados profesionales de la brigada de operaciones especiales del ejército Chile, el entrenamiento clásico militar y el entrenamiento funcional de intervalos de alta intensidad.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1 Presión arterial

La presión arterial es un parámetro cardiovascular que refleja las variaciones del gasto cardíaco, la frecuencia cardíaca, las resistencias vasculares periféricas y volemia (López y cols., 2006). Es importante hacer notar que la hipertensión por sí sola es un factor de riesgo para varias enfermedades cardiovasculares (Paffenbarger, 1988), tales como accidente cerebrovascular, enfermedades coronarias, insuficiencia cardíaca, enfermedad arterial periférica, e insuficiencia renal (Pescatello y cols., 2004). Además de manera independiente, la disminución de la presión arterial (PA), frecuencia cardíaca (FC), y el producto frecuencia-presión arterial reducen el riesgo de enfermedad cardiovascular (Pescatello y cols., 2004). Un factor fundamental de mencionar son los efectos cardioprotectores de la actividad física regular, disminuyendo la presión arterial sistólica (PAS) y presión arterial diastólica (PAD), además de disminuir la frecuencia cardíaca en reposo (Williams y cols., 2007). El entrenamiento de resistencia aeróbica es la modalidad que ha demostrado promover beneficios en ciertas variables cardiovasculares, tanto en sedentarios como individuos hipertensos (Williams y cols., 2007). La hipótesis de que el entrenamiento de resistencia reduce la presión arterial y la activación del sistema nervioso simpático (SNS) son efectivas, sin embargo, se encontró que la reducción a nivel del (SNS) no era significativa. (Ray y cols., 2000). A su vez, nos encontramos con que el entrenamiento de intervalos de alta intensidad logró reducciones de medidas basales tanto para presión sistólica como diastólica. (Bouri y cols., 2010).

Otros estudios han demostrado una disminución post-ejercicio de la presión arterial sistólica (PAS) después de un entrenamiento de fuerza resistencia en circuito (cinco ejercicios a un 50% de una repetición máxima) en mujeres normotensas e hipertensas (McCartney, 1999).

## **5.2 Frecuencia cardiaca.**

El gasto cardiaco (GC) aumenta durante el ejercicio, ya que los mecanismos reguladores inducen cambios tanto en la frecuencia cardíaca como en el volumen sistólico. Cuanto mayor sea la intensidad del ejercicio dinámico, más elevado será el GC. Sin embargo, el aumento del GC no es proporcional al aumento de la intensidad del ejercicio. Solo hasta una intensidad de alrededor del 70% del ejercicio máximo el GC presenta una relación lineal con la intensidad del ejercicio (López y cols., 2006). Con el ejercicio físico regular se produce bradicardia en reposo, esta bradicardia inducida por la actividad física sistematizada puede estar asociada a los cambios en la actividad cardiaca del sistema nervioso autónomo. El ritmo cardíaco es un índice útil para expresar el grado de trabajo cardiovascular implicado durante la actividad física, ya que se incrementa para facilitar el transporte del oxígeno a los músculos que están trabajando en ese momento, pudiendo ser un indicador perfectamente válido para la determinación del compromiso fisiológico que provoca la actividad competitiva. (Barbero y cols., 2004).

Se ha establecido que el entrenamiento de volumen moderado y alto (30 y 60 minutos respectivamente), ambos con una intensidad del 70-80% de la FC máxima, provoca un aumento en el peak de consumo de O<sub>2</sub>, así como una reducción de la FC máxima, en un periodo de 8 semanas. (Tulppo y cols., 2003)

## **5.3 Consumo de oxígeno**

El consumo de oxígeno se determina por la demanda de O<sub>2</sub> celular hasta un cierto nivel, el cual equivale a la máxima tasa de transporte de O<sub>2</sub>. El VO<sub>2</sub> puede calcularse a partir del flujo sanguíneo y extracción de O<sub>2</sub> por los tejidos, existen factores que pueden influir en la disponibilidad de oxígeno, en donde se encuentran la capacidad de transporte de la sangre (disponibilidad de hemoglobina, saturación de O<sub>2</sub> arterial, la curva de disociación que cambia con la temperatura, CO<sub>2</sub> y pH), también tenemos la función cardíaca (frecuencia cardiaca, redistribución del flujo sanguíneo) y la extracción de periférica por los tejidos (densidad capilar, la densidad y función mitocondrial, adecuación de la perfusión y la difusión de los tejidos). (ATS/ACCP Statement on Cardiopulmonary Exercise Testing, 2003)

#### **5.4 Entrenamiento militar clásico**

La instrucción física militar: es un conjunto de actividades físicas y de procesos metodológicos, sistemáticos, periódicos y progresivos que permiten en forma eficiente, desarrollar, elevar y mantener la capacidad física de los miembros del ejército, cualquiera sea su sexo, edad, arma, servicio o especialidad, en lo individual y colectivo, a fin de obtener el más alto rendimiento físico en el entrenamiento militar y en el desarrollo de las cualidades morales y profesionales. Es parte del sistema de educación física del ejército. Orientada a cautelar en todo momento la salud física del combatiente, mejorar su calidad de vida y aumentar su capacidad de combate (Reglamento instrucción física., 1993)

La instrucción física militar forma parte del entrenamiento físico y forma parte del proceso de instrucción del ejército. Esta área la conforman, además de la instrucción física militar: combate especial, deportes y marchas (Reglamento instrucción física., 1993).

La metodología de entrenamiento militar utilizada en la agrupación de fuerzas especiales de Chile se agrupa esencialmente en la comunión entre: entrenamiento continuo, entrenamiento de intervalo de alta intensidad y reforzamiento muscular localizado.

De acuerdo a lo indicado por Army Physical Readiness Training, TC-3-22.20. 2010, del ejército de E.E.U.U hay ciertos componentes, determinantes, que deben estar presentes en un entrenamiento físico militar, por ejemplo, fuerza, resistencia y movilidad. El objetivo del programa de entrenamiento físico del ejército de Estados Unidos es el desarrollo de los soldados, que deberán ser físicamente capaces de llevar a cabo sus tareas de servicio o roles de combate. Para alcanzar este objetivo, los instructores utilizan sistemas de entrenamiento donde primero apuntan a desarrollar fuerza, resistencia y movilidad. Los soldados deben ser capaces de realizar tareas requeridas y mantener la actividad durante las operaciones de distintos grados de complejidad. Los soldados entrenados a través de entrenamiento de la preparación física (EPF) demuestran una adecuada movilidad, fuerza y resistencia, esto los lleva a la ejecución correcta de las habilidades básicas militares, tales como marchas, correr, saltar, escalar, etc. Estas habilidades son esenciales para la seguridad personal y el desempeño eficaz del soldado, no sólo

en la formación, sino también, y lo más importante, durante operaciones de combate. (Army Physical Readiness Training, TC-3-22.20. 2010)

El estudio publicado el 2011 por Cederbergs y cols, muestra que el rendimiento de resistencia y el fitness de rendimiento muscular (FRM) mejoraron durante este seguimiento, tanto la mejora en la resistencia y el desempeño de las FRM se correlaciono con una reducción en el peso, índice de masa corporal, circunferencia de la cintura, porcentaje grasa, área de grasa visceral y la presión arterial diastólica. La mejora en el rendimiento de resistencia también se correlaciona con la reducción de la presión arterial sistólica, colesterol total y LDL, además de una reducción en los niveles de triglicéridos. (Cederberg H. y cols., 2011)

Según un estudio en conscriptos finlandeses se encontró que la condición física de un grupo de soldados sometidos a un primer periodo de entrenamiento básico de 8 semanas, seguido de 8 semanas de entrenamiento militar especializado, mejoraron significativamente el rendimiento durante las primeras 8 semanas de entrenamiento básico, después se produjo una meseta en la mejora del rendimiento físico durante el entrenamiento militar especializado que se puede atribuir principalmente a la falta de progresión continua o periodización en su programa de entrenamiento. Para mejorar al máximo en el rendimiento físico durante el entrenamiento militar especializado, podría ser razonable incluir una formación física estructurada con mayor intensidad y volumen de entrenamiento. (Santtila y cols., 2012)

Existe un gran déficit de información e investigación sobre metodologías de entrenamientos y sus efectos a nivel de la población militar nacional, como dijimos anteriormente el entrenamiento en el grupo de soldados profesionales de la BOE del ejército de Chile es una mezcla de entrenamientos, que son principalmente entrenamiento aeróbico continuo, entrenamiento en intervalos y reforzamiento muscular localizado, es relevante mencionar que no existen estudios concluyentes respecto de la metodología utilizada en el ejército chileno, de sus efectos a niveles fisiológicos y en el rendimiento.

## 5.5 EIAI

El entrenamiento intervalo de alta intensidad (EIAI), describe el ejercicio físico que se caracteriza por ráfagas breves e intermitentes de actividad intensa, intercalados con períodos de descanso o de ejercicio de baja intensidad (Gibala y cols., 2012). Como entrenamiento funcional se utilizó la metodología tipo Crossfit con intervalos de alta intensidad. Al comparar y discutir diferentes estudios de EIAI se estableció que tanto en sujetos sedentarios como entrenados se mejora el VO<sub>2</sub> máx., la actividad enzimática máxima, potencia máxima de la capacidad anaeróbica, pudiendo determinar que mejora el rendimiento de resistencia en mayor medida que el entrenamiento continuo. Esto se debe en parte a una contribución de la regulación del metabolismo aeróbico y anaeróbico. El EIAI aumenta la disponibilidad de ATP, lo que mejora el estado del músculo que trabaja con la obtención de energía durante el entrenamiento anaeróbicos, intervalos altamente intensos. Además, durante la fase de recuperación de EIAI, el metabolismo aeróbico es importante en la re síntesis de fosfocreatina y la eliminación de ácido láctico, por lo tanto EIAI provoca una mejora en la capacidad del metabolismo aeróbico (Laursen y cols., 2002).

Los cortos entrenamiento de intervalo de velocidad provocan un mayor potencial oxidativo muscular y duplica la capacidad de resistencia aeróbica durante el ciclismo intenso, en individuos recreacionalmente activos. (Burgomaster y cols., 2005).

Talanian y cols., el 2007, realizaron siete sesiones de EIAI en un período de 2 semanas en mujeres con actividad física recreacional, en esta intervención se observó un aumento del V O<sub>2</sub> máximo en un 13%.

Al comparar el entrenamiento de intervalos sprint alta intensidad EISAI con el entrenamiento de resistencia en 16 hombres sanos y activos, se demostró que el grupo EISAI mejoró la capacidad oxidativa del músculo, capacidad de amortiguación de este, y el contenido de glucógeno muscular, concluyendo una vez más que EIAI es una metodología eficiente y puede generar el mismo rendimiento y beneficios fisiológicos como el entrenamiento continuo de resistencia. (Gibala y cols., 2006)

Al analizar un protocolo de EIAI con un entrenamiento tradicional de remo en un período de cuatro semanas, los datos obtenidos en las pruebas post intervención permitieron concluir que el

grupo de EIAI experimentó mejorías significativamente mayores en el tiempo en que se ejecutó una prueba de 2km, en comparación con el grupo control. Además, el grupo de EIAI experimentó incrementos en el VO2 máx., esta potencia peak eran mayores que el grupo de control, pero no significativamente diferente entre los grupos (Driller y cols., 2009).

### **5.6 Pregunta de Investigación**

¿Cuál es el impacto del entrenamiento de intervalos de alta intensidad (estructura tipo Crossfit) y del entrenamiento clásico militar, sobre la condición física de soldados profesionales de la BOE, entre 19 y 23 años?

### **5.7 Justificación**

Los protocolos de ejercicios físicos han sufrido drásticos cambios, los cuales han impactado en las terapias y en los modos de entrenamiento. Dentro de estos cambios nos encontramos con nuevas modalidades de ejercicios “funcionales” como el Crossfit.

La estructura del entrenamiento Crossfit (sin la alimentación) pretende ser instaurado e institucionalizado por las fuerzas militares chilenas, pero este no existen estudios que respalden su impacto sobre determinantes de condición física. Sus resultados solo se han demostrado en Chile en pruebas de campo no documentadas (actividades militares) y sin datos que establezcan directa relación entre los resultados de campo obtenidos y el entrenamiento en sí. A partir de esta información, nace la interrogante sobre la verdadera influencia en los distintos parámetros que serán estudiados en esta investigación.

Estos parámetros serán evaluados en soldados profesionales paracaidistas de la BOE, los que serán sometidos a este entrenamiento durante un período de 4 semanas y bajo supervisión del personal de la institución e instructor acreditado en entrenamiento Crossfit.

### **5.8 Objetivo general**

Determinar el impacto de la realización de un entrenamiento funcional tipo Crossfit y de un entrenamiento clásico militar durante 4 semanas a través de la variación de ciertas determinantes del estado físico tales como capacidad cardiopulmonar, fuerza resistencia y parámetros hemodinámicos.

### **5.9 Objetivos específicos**

- Determinar parámetros fisiológicos de capacidad de ejercicio físico tales como capacidad cardiopulmonar, presión arterial y fuerza muscular.
- Pesquisar antes y después, la variación tanto del entrenamiento funcional (tipo Crossfit) como del entrenamiento clásico militar, respecto de los parámetros fisiológicos de ejercicio establecidos con anterioridad.
- Establecer la variación durante el ejercicio físico intenso de parámetros hemodinámicos asociados a aptitud física.

### **5.10 Hipótesis de investigación**

H1: El tipo de entrenamiento mejora la capacidad aeróbica en militares paracaidistas de la Brigada de Operaciones Especiales del ejército.

H2: El tipo de entrenamiento mejora la fuerza muscular en paracaidistas de la Brigada de Operaciones Especiales del ejército.

## **6.- MATERIALES Y MÉTODOS**

### **6.1 Diseño de investigación**

La investigación corresponde a un estudio pre-experimental.

### **6.2 Población de estudio**

Sujetos pertenecientes al cuerpo de paracaidistas de la BOE del ejército de Chile.

#### **Criterios de inclusión**

Tener especialidad de paracaidistas.

- Tener entre 19-23 años
- Sexo masculino
- Sin intervenciones quirúrgicas en los últimos 6 meses
- No presentar lesiones musculoesqueléticas en los últimos 6 meses.
- Haber leído, entendido, aceptado y firmado el consentimiento informado.

### **Criterios de exclusión**

- Tener IMC mayor a 28 kg/m<sup>2</sup>
- Tabaquismo
- Consumir algún tipo de medicamento que influya en la adecuada realización del entrenamiento

### **6.3 Muestra del estudio**

13 soldados profesionales paracaidistas de la BOE entre 19 y 23 años de edad.

El entrenamiento de intervalo de alta intensidad fue compuesto por 6 soldados profesionales y el entrenamiento militar clásico por 7 soldados profesionales.

### **Selección de la muestra**

- Esta fue realizada de manera no probabilística, por conveniencia.

### **6.4 Variable independiente**

- Tipo de entrenamiento, a efectuar por soldados profesionales paracaidistas de la BOE.

### **6.5 Variables dependientes**

- Capacidad aeróbica:

Definición conceptual: es la magnitud del volumen de trabajo que se puede realizar por la vía metabólica aeróbica.

Definición operacional: capacidad del cuerpo para mantener un ejercicio submáximo durante períodos prolongados de tiempo.

Esta será evaluada a través del test de Course Navette y por los siguientes indicadores:

- Frecuencia cardíaca:

Definición conceptual: Números de latidos producto de la sístole cardíaca que se producen por minuto.

Definición operacional: Los latidos por minutos son obtenidos a través de un monitor cardíaco marca polar modelo PTE800cx; dichos resultados se expresan en lpm.

○ Presión arterial:

Definición conceptual: La presión arterial representa la presión ejercida por la sangre contra la pared de las arterias.

Definición operacional: Medición con esfigmomanómetro de mercurio, expresada en mmHg.

➤ Fuerza muscular:

Definición conceptual: capacidad para realizar una adecuada tensión muscular.

Definición operacional: repeticiones máximas realizadas por un sujeto en un tiempo determinado. Flexión de codos en barra, flexo-extensión de codos en piso, abdominales; protocolos establecidos por ejercito de chile.

## **6.6 Variables desconcertantes**

Dentro de las variables desconcertantes nos encontramos con la motivación, el grado de compromiso con el estudio el ciclo circadiano por su impacto sobre las concentraciones hormonales relacionadas con el desempeño físico. La experticia de los sujetos encargados de aplicar los entrenamientos y el grado de asistencia a los entrenamientos.

## **6.7 Procedimiento (Anexo 2)**

Se realizó un control previo al ejercicio, en el cual se objetivo la frecuencia cardíaca y la presión arterial (protocolos descritos en anexo 2). Luego se realizaron test de repeticiones máximas (extensiones de codo, abdominales y flexiones de codo; en el mismo orden y con intervalos de 10 minutos entre cada uno) (Anexo 4), posterior a un descanso de media hora se procedió a la ejecución del test Course Navette (Anexo3). Inmediatamente terminado este último se realizó un control posterior al ejercicio de frecuencia cardíaca y presión arterial (Anexo 2).

Se realizó un descanso de 30 minutos entre el test de repeticiones máximas y el course navette.

### **6.8 Procedimiento estadístico**

El análisis de los datos fue realizado utilizando el software IBM SPSS Statistics 19. Se aplicó la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov para determinar la distribución de los datos, a partir de esto concluimos que estos presentaban una distribución normal. Debido a esto se aplicó el test t-student para variables dependientes, considerando como control los datos del mismo sujeto previo al entrenamiento y comparando así las medias de las variaciones de cada individuo.

## **7. RESULTADOS**

Los resultados son presentados en gráficos en el caso de las variables que obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) y las variables cuyas modificaciones no pueden ser atribuidas al entrenamiento ( $p > 0,05$ ) se expondrán en tablas adjuntas en la sección apéndice. Los barras expuestas en las tablas representan las variaciones obtenidas por cada sujeto (post entrenamiento-pre entrenamiento) para un determinado parámetro y en la barra ubicada al margen derecho se grafica la media de las variaciones de los sujeto de un grupo determinado.

### a) Fortalecimiento muscular:

Dentro del grupo de sujetos que fueron sometidos a EIAI funcional observamos un aumento en el número de abdominales en un minuto ( $p= 0,046$ ) (fig.1) (Apéndice G).

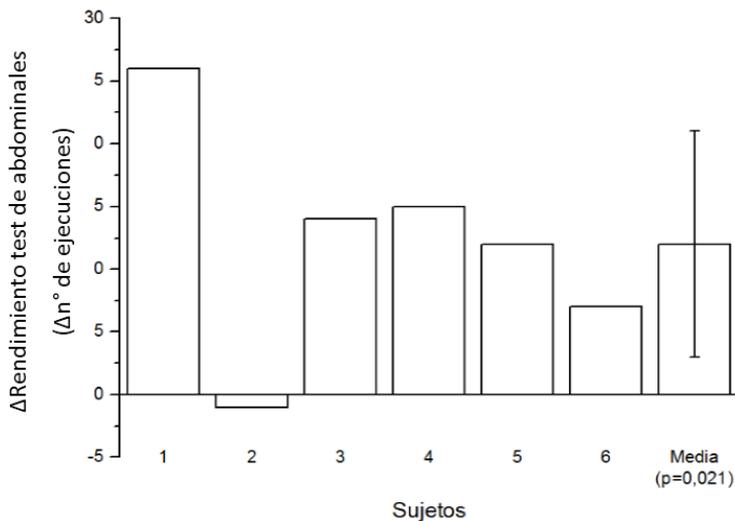


Fig.1.- En el grafico se expresa la variación del número de ejecuciones durante el test de repeticiones máximas de abdominales en un minuto (posterior al entrenamiento – previo al entrenamiento) para cada uno de los sujetos sometidos a entrenamiento de intervalos de alta intensidad.

Este mismo grupo, en el test de flexiones de codo en barra, aumentó el número de repeticiones realizadas ( $p= 0,020$ ) (fig. 2) (tabla1). La evaluación de flexo-extensiones de codo en prono no presento una variación estadísticamente significativa (Apéndice G).

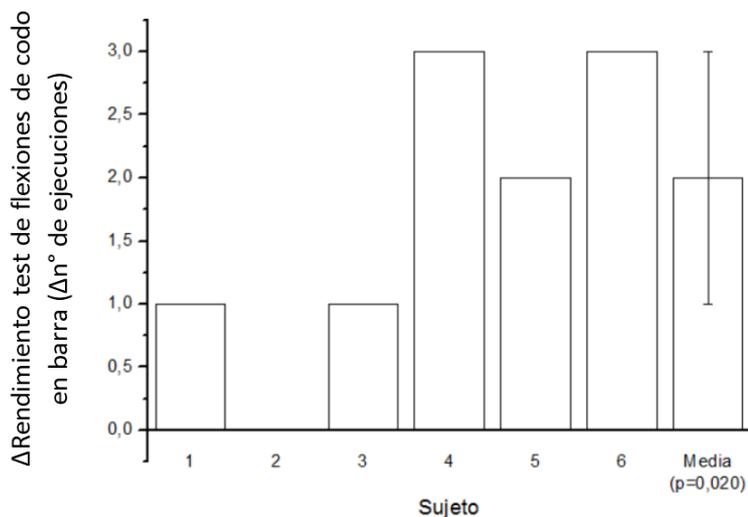


Fig.2.- En el grafico se expresa la variación del número de ejecuciones durante el test de Flexiones de codo en barra en un minuto (posterior al entrenamiento – previo al entrenamiento) para cada uno de los sujetos sometidos a entrenamiento de intervalos de alta intensidad.

A su vez, los resultados obtenidos en el grupo que realizó el entrenamiento clásico evidencian un mayor número de flexiones en barra post entrenamiento ( $p= 0,003$ ). (fig. 3). En el test de flexo-

extensiones de codo en prono y Abdominales no presentaron variaciones estadísticamente significativas. (Apéndice C)

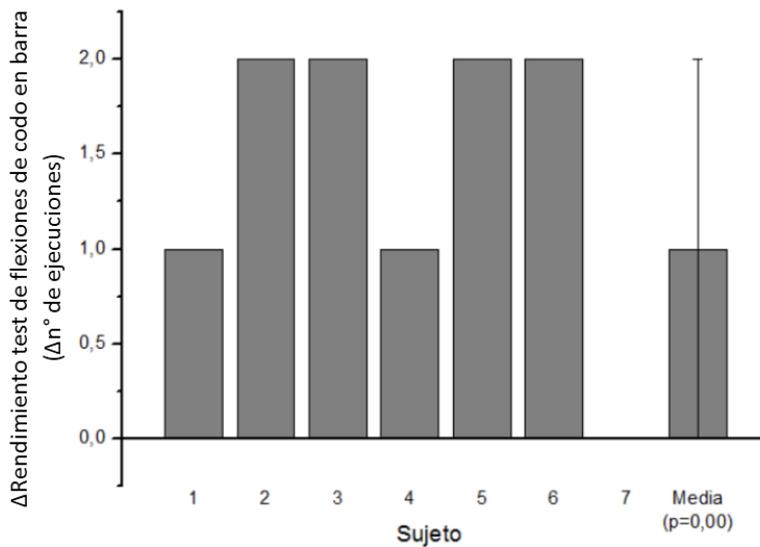


Fig.3. En el grafico se expresa la variación del número de ejecuciones durante el test de Flexiones de codo en barra en un minuto (posterior al entrenamiento – previo al entrenamiento) para cada uno de los sujetos sometidos a entrenamiento militar clásico.

#### b) Evaluación aeróbica

Dentro de los parámetros hemodinámicos basales (pre ejercicio) no se aprecian diferencias significativas para ninguno de los dos grupos posterior a las 4 semanas de entrenamiento (Apéndice A y E).

A su vez podemos observar un aumento en la presión sistólica posterior al test Navette para el grupo EMC ( $p= 0,007$ ) (fig.4, Apéndice A). En el caso de los sujetos que se sometieron al entrenamiento EIAI no presentaron variaciones estadísticamente significativas posteriores a las 4 semanas. (Apéndice E)

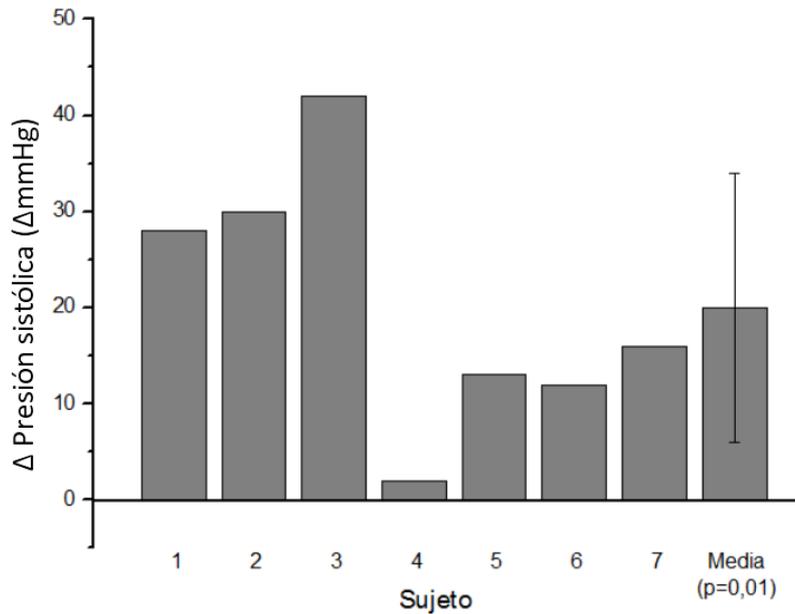


Fig.4.- En el grafico se expresa la variación de la presión sistólica posterior al ejercicio (posterior al entrenamiento – previo al entrenamiento) en el grupo de sujetos sometidos a entrenamiento militar clásico.

Para los sujetos sometidos a entrenamiento tradicional, posterior a la aplicación de la intervención y luego de la realización del test de Navette se observó un aumento significativo en los períodos alcanzados ( $p = 0,008$ ) (fig. 5, Apéndice B). Para el caso de los sujetos sometidos a EIAl funcional no se encontraron diferencias significativas (Apéndice F)

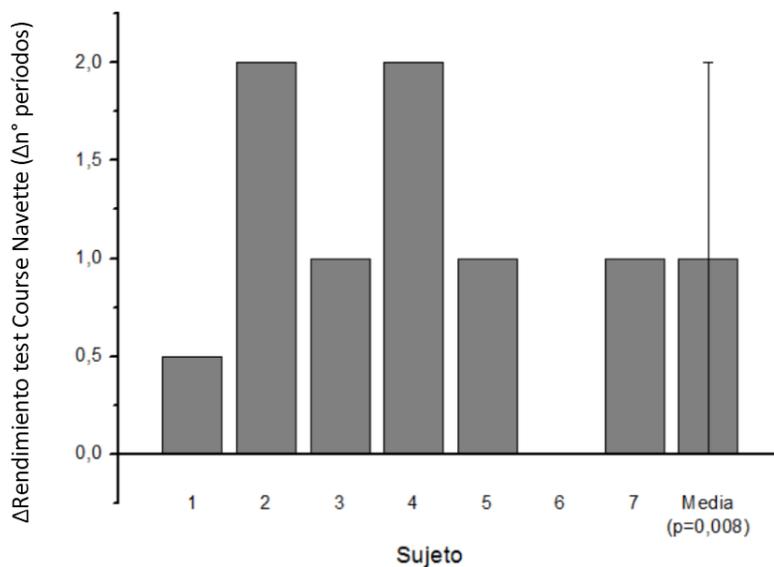


Fig. 5.- En el grafico se aprecia la variación entre los períodos alcanzados en el test Course Navette (posterior al entrenamiento – previo al entrenamiento) por los sujetos sometidos a entrenamiento militar clásico.

## 8. DISCUSIÓN

Existen múltiples estudios que comparan los resultados obtenidos después de la aplicación de entrenamientos continuos vs. entrenamiento de intervalos (Eddy y cols., 1977; Fournier y cols., 1982; Gorostiaga y cols., 1991; Edge y cols., 2006, Gibala y cols., 2006, Burgomaster y cols., 2008). En el presente estudio se discutirán los resultados antes enunciados, sin ser el objetivo la comparación entre ambos grupos, sino el contraste de cada entrenamiento, por separado, con los expuestos por otros autores. Esto último debido a que lo que se busca con este estudio es describir el impacto sobre la condición física de cada sujeto y no cuál de los dos entrenamientos obtenía mejores resultados.

### Entrenamiento funcional EIAI

Desde la perspectiva del objetivo de entrenamiento, según diferentes estudios, para que un entrenamiento de fuerza genere mejorías en la capacidad aeróbica debe guiarse por los siguientes criterios (Astrand y cols., 1986): la intensidad mínima durante las sesiones debe ser del 50% del VO<sub>2</sub> máx. (Davies y cols., 1971), el entrenamiento debe realizarse durante 7 semanas para obtener resultados mínimos (según Balabinis y cols., 2003; para 3 sesiones semanales) siendo 10-12 semanas lo óptimo (Hickson, 1980; Sale y cols., 1990; McCarthy y cols., 1995; Hurley y cols., 1984). Además de las variables recién expuestas otros factores que podrían haber influido son la edad, la condición física inicial, el sexo de los participantes (Chtara y cols., 2005) y la relación duración/frecuencia de cada sesión (Astrand y cols., 1986). Es posible, que la ausencia de variaciones significativas en la capacidad aeróbica, de los sujetos sometidos a EIAI, se deba a una relación insuficiente entre los parámetros recién mencionados.

Desde el punto de vista de la estructura del entrenamiento, podríamos reafirmar que los resultados apreciados en la capacidad aeróbica se podrían deber a una inadecuada relación entre los factores expresados con anterioridad. Esto, fundamentalmente, por la existencia de estudios en los que se han aplicado entrenamientos de intervalos de alta intensidad y han logrado aumentos en este parámetro, en el mismo tiempo de intervención, como por ejemplo Driller y cols. el 2009 (estudio realizado hombres y mujeres entrenados en remo, 7 sesiones de 60

minutos durante 4 semanas) y Dunham el 2011 (15 sujetos desentrenados, 3 sesiones por semana de 20 minutos cada una durante 4 semanas). Inclusive, se encuentra variada bibliografía sobre aumentos en capacidad aeróbica, en menos tiempo y sesiones de entrenamiento, como lo observado por Talanian y cols. el 2006 ( estudio en mujeres que consto de 7 sesiones de 60 minutos durante 13 días).

El entrenamiento induce expresiones génicas que pueden ser influenciadas por el tipo específico de fibras musculares reclutadas (Godin y cols 2010). El efecto de los entrenamientos de intervalos de alta intensidad intramuscularmente o la adaptaciones de los tipos de fibras han sido poco estudiados (Kohn y cols. 2011). Según los estudios existentes el entrenamiento de intervalos ha demostrado generar aumentos significativos en el mRNA y la PGC-1alfa en solo una sesión (Wang y cols., 2012). Los efectos sobre la fuerza resistencia del EIAI evaluado en pruebas de campo no ha sido estudiada, a pesar de la vasta información sobre este tipo de entrenamiento. En nuestro estudio encontramos mejoras significativas en la cantidad de repeticiones en el test de flexiones de codo y abdominales, no así en el test de extensiones de codo. Esto, sin existir variaciones en la masa de los sujetos, por lo que no se podría considerar como un factor que sesgue los resultados (Anexo 5.h). El que se hayan producido aumentos en la prueba de extensiones de codo podría deberse a una falta de congruencia entre los ejercicios realizados en el entrenamiento y el grupo muscular evaluado en el test.

#### Entrenamiento militar clásico

Los datos obtenidos en el presente texto, reflejan un aumento en capacidad aeróbica en los sujetos sometidos en un entrenamiento militar clásico chileno, siendo esta objetivada a través del test de Navette. Es importante destacar, que el porcentaje de aumento, no puede ser contrastado cuantitativamente con la bibliografía existente, principalmente por su forma de medición (indirecta) respecto a la medición directa realizada en la mayoría de los estudios (VO2 máx.). Pero, cualitativamente, este aumento se condice con los hallazgos de Mckenzie y cols. el 2000 y Chtara y cols. el 2005. Mackenzie encontró un aumento en la capacidad aeróbica (VO2 máx. relativo y total) en sujetos sometidos a 38 días de entrenamiento cuyo objetivo era mejorar su resistencia aeróbica, este constaba de 5 sesiones de entrenamiento a la semana de ejercicio

continuo y una sesión a la semana de entrenamiento de intervalos de alta intensidad. En el estudio Chtara nos encontramos con estructuras de entrenamientos semejantes a las aplicadas en nuestro estudio, pero en un período de 12 semanas (2 sesiones por semana) y siendo planteado desde la base de diferencias en objetivos de entrenamiento (fuerza VS resistencia aeróbica). Chtara y cols. encontraron un aumento de la capacidad aeróbica (aumento de VO<sub>2</sub> máx. absoluto y del VO<sub>2</sub> máx. relativo) mayor en los sujetos sometidos a los entrenamientos combinados resistencia y fuerza que para el grupo de sujetos sometidos solo a entrenamiento de fuerza.

Otro factor que puede haber influenciado el aumento significativo en la capacidad aeróbica, es la secuencia de la planificación de las sesiones. Ya que a pesar de que Collins y Snow en 1993 afirmaran que el orden, en cada sesión, de los ejercicios de fuerza y resistencia aeróbica no afecta los resultados obtenidos en VO<sub>2</sub> máx., según Gravelle y Blessing, en el 2000, esto sí afectaría, a partir de lo observado en su estudio realizado en mujeres, el mayor aumento se lograría al realizar el entrenamiento de resistencia aeróbica previo al entrenamiento de fuerza en cada sesión, que coincide con el orden utilizado en el presente estudio y con los mayores aumentos obtenidos por Chtara y cols. en el 2005.

Estudios sobre el aumento de la presión sistólica en períodos de entrenamiento tan acotados, de un entrenamiento mixto como el entrenamiento clásico militar, son inexistentes; aun así, como medida de estimación, estos pueden ser contrastados con el estudio realizado por Bouri y cols., el 2010; en el cual se apreció una disminución en la frecuencia cardiaca y la presión arterial, medidas en reposo, previo y posterior a someter a 2 grupos de enfermos coronarios a entrenamientos de intervalos de alta intensidad y entrenamiento continuo, durante 8 semanas. Siendo estadísticamente significativa solo la variación encontrada en el grupo sometido a entrenamiento de intervalos de alta intensidad (con el entrenamiento continuo ocurrió una disminución, pero no fue significativa).

Existen múltiples estudios en los que se busca establecer algún patrón respecto a la interferencia que se produce al someter a sujetos a entrenamientos conjuntos de resistencia aeróbica y fuerza, ya sea durante la misma sesión o en sesiones diferentes. Algunos estudios, han concluido, que el entrenamiento de fuerza, inhibe o interfiere con el entrenamiento aeróbico si se aplican

simultáneamente (Hickson, 1980; Kraemer y cols., 1995), mientras otros estudios no han encontrado dicha interferencia (Häkkinen y cols., 2003; Marzolini y cols., 2008)

En el presente estudio, los sujetos sometidos a entrenamiento militar clásico, solo lograron aumentar significativamente sus resultados en la prueba de flexiones de barra. Esto no se vio acompañado de una disminución del peso ( $p < 0,05$ ) (Anexo 5.D), por lo que no podemos atribuir a este factor el aumento en el número de repeticiones. Respecto a la fuerza, se ha establecido en estudios previos, que la interferencia también afectaría los resultados obtenidos sobre este parámetro. Existen estudios que han demostrado que en cortos periodos (menos de  $7 \pm 10$  semanas), aplicando entrenamiento de fuerza y resistencia aeróbica, por separado o simultáneamente, se pueden obtener similares variaciones en ambos parámetros (Hickson, 1980; Hunter y cols., 1987; Bell y cols., 1991). Mientras otros estudios han mostrado un impacto en los aumentos de la fuerza, aproximadamente después de 7-12 semanas de la aplicación de los entrenamientos en conjunto (Dudley y cols., 1987; Hortobagyi y cols., 1991; Hennessy y cols., 1994; Kraemer y cols., 1995; Bell y cols., 1998). A su vez, los resultados obtenidos en fuerza, podrían deberse a que el ambiente fisiológico generado por la mezcla de entrenamientos atenuaría la adhesión de aminoácidos importantes para el crecimiento máximo de la fibra muscular y su consecuente capacidad de producir fuerza. (Babcock y cols., 2012).

Es válido recalcar que no todos los estudios realizados combinando ambos tipos de entrenamiento o realizando entrenamiento solo de fuerza han tenido impacto en este parámetro (Nelson y cols., 1990; Sale y cols., 1990; McCarthy y cols., 1995). La razón posible para estas diferencias, aparte de las señaladas anteriormente, podrían ser los tipos de entrenamiento de fuerza (por ej. isocinético, pesos libres), diseño experimental, la muestra (entrenados vs desentrenados), el diseño del programa de ejercicios (Bell y cols., 2011) y la relación entre el volumen/frecuencia de los entrenamientos (Häkkinen y cols., 2003). Siendo fundamental, en el presente estudio, la fatiga residual que el entrenamiento de resistencia aeróbica puede causar en cada sesión, comprometiendo la función neuromuscular (García-Pallarés y cols., 2011) y por lo tanto su desempeño en el entrenamiento de fuerza muscular.

## **9. CONCLUSIONES**

A partir de los resultados obtenidos en el presente estudio y del análisis estadístico pertinente podemos concluir que luego de someter a un grupo de sujetos a 12 sesiones de entrenamiento militar durante 4 semanas se obtienen mejorías en su capacidad aeróbica y aumentos en parámetros de fuerza resistencia. A su vez al realizar 12 sesiones de entrenamiento de intervalos de alta intensidad (con la estructura de Crossfit) y durante el mismo período de tiempo, se observaron mejorías en parámetros de fuerza resistencia, sin generarse cambios en su capacidad aeróbica.

## **10. PROYECCIONES**

A partir de la revisión realizada y de los resultados estimamos conveniente continuar con estudios en esta área enfocándose en los perfiles físicos necesarios para cada contingente del ejército buscando definir una gama de entrenamientos que puedan ser utilizados de acuerdo a sus necesidades. Siendo de gran importancia el incluir variables como la alimentación o la falta de tiempo dentro de futuras investigaciones. Es de vital importancia actualizar las metodologías y protocolos de entrenamientos, de acuerdo a los constantes avances de la ciencia en esta área.

Dentro de las limitantes teóricas del estudio, nos encontramos con el impacto que podría tener sobre los resultados el reducido tamaño muestral ( $n=7$  para el grupo EIAI y  $n=6$  para el grupo EMC), respecto a la población de la brigada de operaciones especiales del ejército.

A su vez, el hecho de que la medición y consignación de los parámetros hemodinámicos haya sido realizada por uno de los integrantes del estudio (con los protocolos expresados en los anexos) también podría haber influido sobre los valores expresados en la presente investigación.

Respecto a los limitantes prácticos de la realización del estudio, la principal barrera fue la ausencia, dentro de la brigada, de personal especializado en deporte que pudiese aplicar ambos entrenamientos, requiriendo la participación de personal externo para la realización de estos.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- Astrand P., Rodahl K., 1986. Physiological bases of exercise. Textbook of work physiology. Tercera edición. Editorial McGraw-Hill-Interamericana.
- ATS/ACCP Statement on Cardiopulmonary Exercise Testing, 2003. American Journal Respiratory and Critical Care Medicine; 167(2):211-277.
- Babcock L., Escano M., D'Lugos A., Todd K., Murach K., Luden N., 2012. Concurrent aerobic exercise interferes with the satellite cell response to acute resistance exercise. American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology; 302: 458-465.
- Barbero J.C., Granada J., Soto V.M., 2004. Análisis de la frecuencia cardíaca durante la competición en jugadores de fútbol sala. Apuntes: Educación física y deportes; 77:71-78.
- Bell G., Attwood K., Syrotuik D., Quinney H.A., 1998. Physiological adaptations to high and low stroke training in rowers. Sports Medicine; 8(2):113-122.
- Bell G., Peterson S., Wessel J., Bagnell K., Quinney H.A., 1991. Physiological adaptations to concurrent endurance and low velocity resistance training. International Journal of Sports Medicine; 4:384-390.
- Bouri Z.S., Arshadi S., 2010. Sports Physiology: Reaction of resting heart rate and blood pressure to high intensity interval and modern continuous training in coronary artery diseases. British Journal of Sport Medicine; 44:20
- Burgomaster K.A, Howarth K.R, Phillips S.M, Rakobowchuk M., Macdonald M.J., McGee S.L. & Gibala M.J., 2008. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. Journal of Physiology; 586: 151–160.

- Burgomaster K.A., Hughes S.C., Heigenhauser G. J. F., Bradwell S.N., Gibala M.J., 2005. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *Journal of Applied Physiology*; 98: 1985-1990.
- Chtara M., Chamari K., Chaouachi M., Chaouachi A., Koubaa D., Feki Y., Millet G. P., Amri M., 2005. Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity. *British Journal of Sport Medicine*; 39: 555–560.
- Cederberg H., Mikkola I., Jokelainen J., Laakso M., Harkonen P., Ikaheimo T., Laakso M., Keinanen-Kiukaanniemi S., 2011. Exercise during military training improves cardiovascular risk factors in young men. *Atherosclerosis*; 216(2), 489-495.
- Collins M.A., Snow T.K., 1993. Are adaptations to combined endurance and strength training affected by the sequence of training. *Journal of Sports Sciences*; 11:485–91.
- Davies C.T., Knibbs A.V., 1971. The training stimulus: the effect of intensity duration and frequency of effort on aerobic power output. *Internationale Zeitschrift für Angewandte Physiologie*; 29:299–305.
- Driller M.W., Fell J.W., Gregory J.R., Shing C.M., Williams A.D., 2009. The effects of high intensity interval training in well-trained rowers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*; 4:110-121.
- Dudley G., Fleck S., 1987. Strength and endurance training: are they mutually exclusive?, *Sports Medicine*; 4:78-85.
- Eddy F. B., Lomholt J. P., Weber R. E., Johansen K., 1977. Blood respiratory properties of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) kept in water of high CO<sub>2</sub> tension. *Journal of Experimental Biology*; 67, 37–47.
- Fournier M., Ricci J., Taylor A.W., Ferguson R.J., Montpetit R.R., Chaitman Br., 1982. Skeletal muscle adaptation in adolescent boys: sprint and endurance training and detraining. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 14(6): 453-456.

- García-Pallarés J., Izquierdo M., 2011. New strategies to optimize concurrent training in rowing and canoeing. *Sports Medicine*; 41(4): 329-343.
- Gibala M.J., Little J.P., van Essen M., Wilkin G.P., Burgomaster K.A., Safdar A., Raha, S., Tarnopolsky M.A., 2006. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: Similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *Journal of Physiology*; 575(3):901-911.
- Gibala M.J., Little P.J., MacDonald M. J., Hawley J. A., 2012. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *Journal of Physiology*; 590(5):1077–1084.
- Gravelle B.L., Blessing D.L., 2000. Physiological adaptation in women concurrently training for strength and endurance. *Journal of Strength and Conditioning Research*; 14:5–13.
- Godin R., Ascah A., Daussin F.N., 2010. Intensity-dependent activation of intracellular signalling pathways in skeletal muscle: role of fibre type recruitment during exercise. *Journal of Physiology*; 588:4073-4074.
- Hakkinen K., Alen M., Kraemer W.J., Gorostiaga E., Izquierdo M., Rusko H., Mikkola J., Hakkinen A., Valkeinen H., Kaarakainen E., Romu S., Erola V., Ahtiainen J., Paavolainen L., 2001. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*; 89:42–52.
- Hennessy L.C, Watson A.W.S., 1994. The interference effects of training for strength and endurance simultaneously. *Journal of Strength and Conditioning Research*; 8:12-19.
- Hickson R., 1980. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*; 45:255-263.
- Hortobagyi T., Katch F., Lachance P., 1991. Effects of simultaneous training for strength and endurance on upper and lower body strength and running performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*; 31:20-30.

- Hunter G., Demment R., Miller D., 1987. Development of strength and maximal oxygen uptake during simultaneous training for strength and endurance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*; 27:269-275.
- Hurley B.F, Seals D.R, Ehsani A.A, Cartier L.J., Dalsky G.P., Hagberg J.M., Holloszy J.O ., 1984. Effects of high intensity strength training on cardiovascular functions. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 16(5):483–8.
- Kohn T.A., Essen-Gustavsson B., Myburgh K.H., 2011. Specific muscle adaptations in type II fibers after high-intensity interval training of well-trained runners. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*; 21: 765-772.
- Kraemer W.J., Patton J.F., Gordon S.E., Harman E.A., Deschenes M.R., Reynolds K., Newton R.U., Triplett N.T., Dziados J.D., 1995. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*; 78:976-989.
- Laursen P.B., Jenkins D.G., 2002. The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training: Optimising Training Programmes and Maximising Performance in Highly Trained Endurance Athletes. *Sports Medicine*; 32 (1): 53-73.
- López J., Fernández A., 2006. Fisiología del ejercicio. tercera edición. Editorial panamericana. Capítulo 18.
- Marzolini S., Oh P.I., Thomas S.G., Goodman J.M., 2008. Aerobic and resistance training in coronary disease: single versus multiple sets. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 40: 1557–1564.
- McCartney N., 1999. Acute responses to resistance training and safety. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 31(1):31–37.
- McCarthy J.P., Agre J.C., Graf B.K., Pozniak M.A., Vailas A.C., 1995. Compatibility of adaptive responses with combining strength and endurance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 27: 429–436.
- McKenzie S., Phillips S.M., Carter S.L., Lowther S., Gibala M.J., Tarnopolsky M.A., 2000. Endurance exercise training attenuates leucine oxidation and BCOAD activation

during exercise in humans 2000. *American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism*; 278:580–587.

- Ministerio de defensa nacional ejército de Chile, 1993. Reglamento de instrucción física militar. Doctrina de la instrucción militar Comando en jefe cje.emge.doe.II., capítulo 1, pág. 15.reimpresion año 2000
- Nelson A.G., Arnall D.A., Loy S.F., Silvester L.J., Conlee R.K., 1990. Consequences of combining strength and endurance training regimens. *Physical Therapy*; 70: 287–294
- Paffenbarger Jr R. S., 1988. Contributions of epidemiology to exercise science and cardiovascular health. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 20(5):426–438.
- Pescatello L. S., Franklin B. A., Fagard R., Farquhar W. B., Kelley G. A., Ray C. A., 2004. American college of sports medicine position stand. Exercise and hypertension. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 36(3):533–553.
- Ray C.A., Carrasco D.I., 2000. Isometric handgrip training reduces arterial pressure at rest without changes in sympathetic nerve activity. *American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology*; 279: 245–249.
- Sale D., MacDougall J., Jacobs I., Garner S., 1990. Interaction between concurrent strength and endurance training *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*; 68:260-270.
- Santtila M., Häkkinen K., Nindl B.C., Kyröläinen H., 2012. Cardiovascular and Neuromuscular Performance Responses Induced by 8 Weeks of Basic Training Followed by 8 Weeks of Specialized Military Training. *Journal of Strength & Conditioning*; 26(3):745-751.
- Talanian J.L., Galloway S.D., Heigenhauser G.J., Bonen A., Spriet L.L., 2007. Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*; 102: 1439–1447.

- Tullpo M.P., Hautala A.J., Mäkikallio T.H., Laukkanen R.T., Nissilä S., Hughson R.L., Huikuri H.V., 2003. Effects of aerobic training on heart rate dynamics in sedentary subjects *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*; 95:364-372.
- Williams M. A., Haskell W. L., Ades P. A. 2007. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease. Scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; 116(5):572–584.
- Wang L., Sahlin K., 2012. The effect of continuous and interval exercise on PGC-1 $\alpha$  and PDK4 mRNA in type I and type II fibres of human skeletal muscle. *Acta Physiologica*; 204(4): 525–532.

## 12. APÉNDICE

A. Tabla correspondiente a la variación de los parámetros cardio-respiratorios de los sujetos sometidos a EMC.

N° sujeto	Pre-ejercicio			Diferencia Post-Pre ejercicio			Post-ejercicio		
	Variación Presión Sistólica	Variación presión diastólica	Variación frecuencia cardiaca	Variación presión sistólica	Variación presión diastólica	Variación frecuencia cardiaca	Variación presión sistólica	Variación presión diastólica	Variación frecuencia cardiaca
1	-2	-3	-2	30	3	-1	28	0	-3
2	8	-1	-5	22	-12	96	30	-13	91
3	-5	0	1	47	-13	-36	42	-13	-35
4	-15	-9	-5	17	24	6	2	15	1
5	-3	3	12	16	-13	-22	13	-10	-10
6	0	-5	-17	12	-2	26	12	-7	9
7	0	0	0	16	-5	7	16	-5	7
Media	-2	-2	-2	23	-3	11	20	-5	9
DE	7	4	9	12	13	43	14	10	39
Significancia	0,39	0,20	0,51	0,002**	0,63	0,53	0,01*	0,25	0,58

Variación: Valor post entrenamiento - Valor pre entrenamiento

Media: Media Aritmética.

DE: Desviación Estándar

Significancia: valor de p post aplicación t-student para variables relacionadas

\* : p<0,05

\*\* : p<0,01

B. Tabla correspondiente a la variación de los períodos alcanzados en el test de Navette de los sujetos sometidos a EMC.

N° sujeto	Variación período
1	0,5
2	2
3	1
4	2
5	1
6	0
7	1
Media	1,00
DE	1,00
Significancia	,008*

Variación: Valor post entrenamiento - Valor pre entrenamiento

Media: Media Aritmética.

DE: Desviación Estándar

Significancia: valor de p post aplicación t-student para variables relacionadas

\* : p<0,05

C. Tabla correspondiente a la variación observada en los test de repeticiones máximas en los sujetos sometidos a EMC.

Nº sujeto	Extensión	Abdominal	Flexión barra
1	-2	-10	1
2	-5	0	2
3	-6	3	2
4	14	11	1
5	6	4	2
6	8	1	2
7	22	23	0
Media	5	5	1
DE	10	10	1
Significancia	0,23	0,28	0,003**

Media: Media Aritmética.

DE: Desviación Estándar

Significancia: valor de p post aplicación t-student para variables relacionadas

\*\* :  $p < 0,01$

D. Tabla correspondiente a la variación de peso de los sujetos sometidos a EMC.

Nº Sujeto	Variación Peso
1	-1,3
2	0,1
3	2,4
4	1
5	-0,4
6	0,3
7	1,7
Media	-0,543
DE	1,26
Significancia	0,298

Media: Media Aritmética.

DE: Desviación Estándar

Significancia: valor de p post aplicación t-student para variables relacionadas

E. Tabla correspondiente a la variación de los parámetros cardio-respiratorios de los sujetos sometidos a EIAI.

N° sujeto	Pre-ejercicio			Diferencia Post-Pre ejercicio			Post-ejercicio		
	Variación Presión Sistólica	Variación presión diastólica	Variación frecuencia cardiaca	Variación presión sistólica	Variación presión diastólica	Variación frecuencia cardiaca	Variación presión sistólica	Variación presión diastólica	Variación frecuencia cardiaca
1	10	-8	17	-20	13	-15	-10	5	2
2	1	-18	4	11	-7	-34	12	-25	-30
3	-9	-2	-12	14	-1	33	5	-3	21
4	-7	1	1	16	7	-8	9	8	-7
5	6	-4	18	-31	-9	-26	-25	-13	-8
6	-2	0	-5	2	-9	-10	0	-9	-15
<b>Media</b>	0	5	4	1	1	10	2	6	6
<b>DE</b>	7	7	12	20	9	23	14	12	17
<b>Significancia</b>	0,958	0,133	-0,467	0,874	0,801	0,341	0,802	0,271	0,416

Variación: Valor post entrenamiento - Valor pre entrenamiento

Media: Media Aritmética.

DE: Desviación Estándar

Significancia: valor de p post aplicación t-student para variables relacionadas

F. Tabla correspondiente a la variación de los períodos alcanzados en el test de Navette de los sujetos sometidos a EIAI.

N° sujeto	Variación período
1	1,5
2	-0,5
3	0,5
4	-0,5
5	0,5
6	0
<b>Media</b>	0
<b>DE</b>	1
<b>Significancia</b>	0,456

Variación: Valor post entrenamiento - Valor pre entrenamiento

Media: Media Aritmética.

DE: Desviación Estándar

Significancia: valor de p post aplicación t-student para variables relacionadas

G. Tabla correspondiente a la variación observada en los test de repeticiones máximas en los sujetos sometidos a EIAl.

N° sujeto	Extensión	Abdominal	Flexión barra
1	8	26	1
2	-3	-1	0
3	5	14	1
4	2	15	3
5	8	12	2
6	15	7	3
<b>Media</b>	6	12	2
<b>DE</b>	6	9	1
<b>Significancia</b>	0,067	0,021*	0,02*

Variación: Valor post entrenamiento - Valor pre entrenamiento

Media: Media Aritmética.

DE: Desviación Estándar

Significancia: valor de p post aplicación t-student para variables relacionadas

\* : p<0,05

H. Tabla correspondiente a las variaciones de peso de los sujetos sometidos a EIAl.

N sujeto	Variación Peso
1	-0,6
2	-1,3
3	-0,3
4	1
5	0,1
6	-0,7
<b>Media</b>	0,3
<b>Desviación estándar</b>	0,787
<b>Significancia</b>	0,394

Media: Media Aritmética.

DE: Desviación Estándar

Significancia: valor de p post aplicación t-student para variables relacionadas

## 13. ANEXOS

### 1. Pautas entrenamiento

A) Pauta entrenamiento EIAI tipo Crossfit

#### Planificación de entrenamiento funcional con estructura de entrenamiento Crossfit

- Miércoles 21-12-2011: (WOD de comparación)

Por tiempo

Máx. Rondas posibles en 12 min.

3 subidas en barra

6 flexiones de brazos

12 sentadillas

24 saltos en cuerda

Trabajo cardiovascular

Trabajo de gimnasia

Objetivo: mejorar el control del cuerpo perfeccionando los componentes neurológicos como la coordinación, el equilibrio, la agilidad, y la exactitud además de mejorar la fuerza del tronco y la capacidad funcional de la parte superior del cuerpo.

- Jueves 22/12/2011

A) Endurance:

3 series (descanso 3 minutos, entre serie)

Durante 5 minutos

Correr 15 s/ por 15 s de descanso

B) Abdominales y extensiones de columna

Trabajo cardiovascular

Fortalecimiento de la zona media.

- Viernes 23/12/2011

Tarea:

18-15-12-9-6-3 Rep.

Peso muerto

Power clean (levantamiento olímpico en el cual se debe llevar la barra desde el suelo a los hombros)

Press empuje (llevar la barra desde los hombros sobre la cabeza)

Trabajo de levantamiento

- Martes 27/12/2011

“Tarea”

4 rondas (desc. 3 min. Entre ronda)

15 saltos al cajón con chalecos 10 kg.

20 mts de estocadas

Correr 200 mts

-Trabajo cardiovascular

-Trabajo de gimnasia

Objetivo: mejorar el control del cuerpo perfeccionando los componentes neurológicos como la coordinación, el equilibrio, la agilidad, y la exactitud además de mejorar la fuerza del tronco y la capacidad funcional de la parte superior del cuerpo.

-Trabajo de levantamiento

Objetivo: incrementar la fuerza y la capacidad de generar potencia desde la cadera y piernas

- Miércoles 28/12/2011

“Tarea”

3 rondas

5 subidas en barra

10 burpees (acostar el cuerpo en el suelo, luego pararse y saltar aplaudiendo)

20 abdominales en v (nos colocamos en posición de abdominales, pero que la planta de los pies se estén tocando)

-Trabajo de gimnasia

Objetivo: mejorar el control del cuerpo perfeccionando los componentes neurológicos como la coordinación, el equilibrio, la agilidad, y la exactitud además de mejorar la fuerza del tronco y la capacidad funcional de la parte superior del cuerpo.

- Jueves 29/12/2011

Endurance

A) 4 rondas (des. 3 min. Entre ronda)

Correr 5 min. A un 80/85%

B) 4 series/ 10 Rep. Extensiones de columna

Objetivo: fortalecimiento de la zona media

- Viernes 30/12/2011

“Por tiempo”

100 saltos en cuerda

20 lanzamientos de mochila con 10 kg (tomar la mochila y sostenerla sobre el pecho con las manos, luego ejecutar una sentadilla y cuando me paro lanzar la mochila a una altura de 3 mts)

20 flexiones de brazos

20 t's (sentadilla con pres empuje, se realiza con una barra)

100 saltos en cuerda

Trabajo de levantamiento

Objetivo: incrementar la fuerza y la capacidad de generar potencia desde la cadera y piernas

Objetivo: mejorar la capacidad cardiorrespiratoria y la resistencia

Trabajo de gimnasia

Objetivo: mejorar el control del cuerpo perfeccionando los componentes neurológicos como la coordinación, el equilibrio, la agilidad, y la exactitud además de mejorar la fuerza del tronco y la capacidad funcional de la parte superior del cuerpo

- Martes 3/1/2012

Tarea

3 rondas:

Correr 400 mts.

10 rodillas a pecho (colgarse de la barra y llevar las rodillas al pecho)

15 péndulos (colocar una mancuerna entremedio de las piernas e imitar el movimiento de un péndulo hasta que la mancuerna llegue sobre la cabeza)

-Trabajo cardiovascular

Objetivo: mejorar la resistencia

-Trabajo de gimnasia

Objetivo: mejorar el control del cuerpo perfeccionando los componentes neurológicos como la coordinación, el equilibrio, la agilidad, y la exactitud además de mejorar la fuerza del tronco y la capacidad funcional de la parte superior del cuerpo.

-Trabajo de levantamiento

Objetivo: incrementar la fuerza y la capacidad de generar potencia desde la cadera y piernas

- Miércoles 4/1/2012

A)4 rondas (3 min. De descanso entre ronda)

Correr 5 min. Entre el 80/85 % VO2 máx.

Fortalecimiento de la zona media

B) Abdominales y extensiones de columna

Objetivo: mejorar la resistencia

- Viernes 6/12/2012

Wod “la pelea salió mal “

3 rondas

1 min. Sentadillas con salto (chaleco 10 kg.)

1 min. Levantamiento sumo alto (apoyar la barra en las canillas y jalar hasta que esta llegue al mentón)

1 min. Saltos al cajón (60/50 cm.)

1 min. Press empuje (llevar la barra desde los hombros sobre la cabeza)

1 min. Saltos en cuerda

De un 1 min. A 2 min. De descanso (depende del atleta)

Objetivo: mejorar la resistencia

-Trabajo de gimnasia

Objetivo: mejorar el control del cuerpo perfeccionando los componentes neurológicos como la coordinación, el equilibrio, la agilidad, y la exactitud además de mejorar la fuerza del tronco y la capacidad funcional de la parte superior del cuerpo.

-Trabajo de levantamiento

Objetivo: incrementar la fuerza y la capacidad de generar potencia desde la cadera y piernas

- Lunes 9/1/2012

Wod Por tiempo

Correr 400 mts.

10/8/6/4/2 Rep.

Burpees con sub. A barra (acostarse en el suelo, luego saltar hasta realizar una subida en barra)

Abdominales aéreos

Correr 400 mts.

Trabajo cardiovascular

Trabajo de gimnasia

Objetivo: mejorar el control del cuerpo perfeccionando los componentes neurológicos como la coordinación, el equilibrio, la agilidad, y la exactitud además de mejorar la fuerza del tronco y la capacidad funcional de la parte superior del cuerpo.

- Miércoles 11/1/2012

A)5 rondas

Correr 200 mts hacia adelante y correr 200mts hacia atrás Con chaleco de 10 kg. (desc. 2 min. Entre ronda)

B) 3 rondas

Máx. Hundidas en paralelas

Máx. Extensiones de columna

Desc. 3 min entre ronda

Trabajo cardiovascular

Objetivo: mejorar la resistencia

Trabajo de gimnasia

Objetivo: mejorar el control del cuerpo perfeccionando los componentes neurológicos como la coordinación, el equilibrio, la agilidad, y la exactitud además de mejorar la fuerza del tronco y la capacidad funcional de la parte superior del cuerpo

- Jueves 12/1/2012

Wod “murph” (en parejas)

Correr 1600 mts

100 sub. En barra

200 flexiones de brazos (cuando el pecho toca el suelo se saca las manos)

300 sentadillas

Correr 1600 mts.

Objetivo: mejorar la resistencia

Trabajo de gimnasia

Objetivo: mejorar el control del cuerpo perfeccionando los componentes neurológicos como la coordinación, el equilibrio, la agilidad, y la exactitud además de mejorar la fuerza del tronco y la capacidad funcional de la parte superior del cuerpo

- Lunes 16/1/2012

Se realiza una comparación con la primera rutina (21/12/2011)

Máx. Rondas posibles en 12 min.

3 subidas en barra

6 flexiones de brazos

12 sentadillas

24 saltos en cuerda

## B) Pauta entrenamiento militar clásico

Actividades			Calent. Previo		Cancha Entren. en Circuito				Desarrollo de la Capacidad Aeróbica					Reforz. Muscular		Regreso a Calma		Tiempo Total de la Sesión	
Programación	Secuencia de los Ejerc.	Tiempo Parcial	Carga de Trabajo	Tiempo Acción e/Est.	Pausa en e/Est.	Tiempo Parcial	Método	Distancia a recorrer (metros)	Tiempo e/400 metros	Tiempo e/1000 metros	Nº de Vueltas e/400 m.	Pulsos en 15" / 1'	Tiempo Sesión Aeróbica	Secuencia de los Ejerc.	Tiempo Parcial	Secuencia de los Ejerc.	Tiempo Parcial		
Seman.	Nivel	Días																	
9	A	Lunes	B - C	7'	-	-	-	Medio	7.529	2'08"	5'20"	18,8	40/162	40'12"	-	-	C	3'	50'
		Martes	A	5'	-	-	-	Lento	7.210	2'19"	5'49"	18	38/150	41'59"	-	-	A	3'	50'
		Miérc.	B	4'	Media	30"	30"	44'	-	-	-	-	-	-	-	-	B	2'	50'
		Jueves	C	4'	-	-	-	Medio	5.057	2'05"	5'14"	12,6	41/166	26'30"	A	18'	C	2'	50'
		* Viernes	A - B	7'	Baja	20"	40"	40"	Lento	6.823	2'19"	5'49"	17	38/150	39'44"	-	-	A	3'
9	B	Lunes	B - C	7'	-	-	-	Medio	7.968	2'01"	5'02"	19,9	40/162	40'12"	-	-	C	3'	50'
		Martes	A	5'	-	-	-	Lento	7.630	2'12"	5'30"	19	38/150	41'59"	-	-	A	3'	50'
		Miérc.	B	4'	Media	30"	30"	44'	-	-	-	-	-	-	-	-	B	2'	50'
		Jueves	C	4'	-	-	-	Medio	5.352	1'58"	4'57"	13,4	41/166	26'30"	A	18'	C	2'	50'
		* Viernes	A - B	7'	Baja	20"	40"	40"	Lento	7.221	2'12"	5'30"	18	38/150	39'44"	-	-	A	3'
9	C	Lunes	B - C	7'	-	-	-	Medio	8.406	1'54"	4'46"	21	40/162	40'12"	-	-	C	3'	50'
		Martes	A	5'	-	-	-	Lento	8.050	2'05"	5'13"	20,1	38/150	41'59"	-	-	A	3'	50'
		Miérc.	B	4'	Media	30"	30"	44'	-	-	-	-	-	-	-	-	B	2'	50'
		Jueves	C	4'	-	-	-	Medio	5.446	1'52"	4'41"	14,1	41/166	26'30"	A	18'	C	2'	50'
		* Viernes	A - B	7'	Baja	20"	40"	40"	Lento	7.618	2'05"	5'13"	19	38/150	39'44"	-	-	A	3'

## 2. Protocolo medición parámetros fisiológicos.

### A) Protocolo medición Frecuencia cardiaca

Se utilizo medidor digital de frecuencia cardiaca - Reloj Polar PTE800cx, la cinta se ubicara 5 o 6 traveses de dedo bajo la línea intermamilar. Se ajustará de acuerdo a la composición física del sujeto y se comprobará la transmisión previa grabación del registro.

Se efectuará 2 tomas de presión Frecuencia cardiaca:

- 1.- La primera toma será efectuada en reposo
- 2.- La segunda toma se realizara apenas termine el sujeto el test de esfuerzo

### B) Protocolo medición presión arterial.

#### MÉTODO AUSCULTATORIO

- ❖ Información al paciente de lo que se le va a hacer, preservando su intimidad. Deberá estar en reposo unos 3 ó 5 minutos antes de efectuar la toma.
- ❖ Si es posible, el paciente a la hora de hacer la toma estará colocado en Decúbito Supino con la espalda y la cabeza ligeramente elevada 30° o bien sentado en una silla o sillón con el antebrazo a explorar apoyado en una mesa o camilla.
- ❖ El antebrazo deberá estar totalmente descubierto y la palma de la mano colocada hacia arriba.
- ❖ Colocar el manguito del esfigmomanómetro alrededor del brazo del paciente (2 cm. por encima de la fosa antero cubital) dejando libre el codo.

- ❖ Localizar por palpación el latido de la Arteria Braquial y situar la membrana del Fonendoscopio sobre ese punto.
- ❖ Cerrar la válvula de la pera de caucho e insuflar rápidamente el manguito unos 30 mm. de mercurio por encima del punto en que se deje de palpar el pulso braquial (o hasta 180-200 mm. de Hg).
- ❖ Abrir la válvula muy lentamente (velocidad aproximada de 2-3 mm. de Hg por segundo) dejando salir el aire hasta escuchar el primer latido cardíaco, al observar el número en la esfera o columna esa cifra corresponde a la presión sistólica o máxima.
- ❖ Continuar dejando salir el aire del manguito -a la misma velocidad antes indicada- hasta que desaparezca el tono del latido cardíaco y observar el número en la columna o esfera, el cual corresponde a la tensión diastólica o mínima.
- ❖ Abrir la válvula dejando salir el aire restante del manguito.
- ❖ Se efectuará 2 tomas de presión arterial:
  - a).- La primera toma será efectuada en reposo
  - b).- La segunda toma se realizara apenas termine el sujeto el test de esfuerzo

### **3. Protocolo Test de Course-Navette.**

Esta prueba evalúa la capacidad aeróbica máxima a partir de un test de campo

Indirecto-incremental-máximo de ida y vuelta de 20m, utilizando las ecuaciones propuestas por Léger y cols, para estimar el consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub> máx.). La fiabilidad y validez de este test para predecir el VO<sub>2</sub> máx. han sido ratificadas de manera constante.

La prueba de Course navette o carrera de 20 metros (20 MST) es un test de aptitud cardiorrespiratoria, mide la potencia aeróbica máxima e indirectamente el consumo máximo de oxígeno.

Los sujetos comienzan la prueba con un trote suave y la finalizan corriendo. Se desplazan de un punto a otro situado a veinte metros de distancia al ritmo indicado por una señal sonora que va acelerándose progresivamente. Deben haber llegado al otro punto en el momento que suena la señal y hacer un cambio de sentido para encaminarse al punto inicial al que deben llegar cuando vuelva a sonar la señal y así sucesivamente. El momento en el que el sujeto interrumpe la prueba es el que indica su resistencia cardiorrespiratoria.

Los sujetos deben desplazarse corriendo de una línea a otra separada veinte metros, al ritmo que marca una cinta magnetofónica. Este ritmo de carrera aumentará cada minuto. Los sujetos empiezan la prueba a una velocidad de ocho kilómetros por hora, el primer minuto aumenta a nueve kilómetros por hora y, a partir de aquí, cada minuto aumenta el ritmo medio kilómetro por hora. La prueba finaliza cuando no pueden seguir el ritmo marcado.

Se toma la máxima velocidad a la que ha conseguido desplazarse antes de pararse y se introduce este valor en una fórmula que estima el VO<sub>2</sub> máx.

Por tanto, se trata de un test máximo y progresivo. Esta prueba mide la potencia aeróbica máxima e indirectamente el consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub> máx.). El consumo máximo de oxígeno es la máxima cantidad de oxígeno que pueden absorber las células. Se expresa en litros por minuto (l/m) o en mililitros por kilogramo por minuto (ml./kg./min.).

Cuanto mayor sea este valor mayor capacidad tendrá ese organismo para producir energía mediante el metabolismo aeróbico, menor necesidad de recurrir al metabolismo anaeróbico láctico y mayor capacidad de eliminación de ácido láctico en caso de haber sido producido.

## 4. Pruebas militares estándar

### 1.- Extensión de codos

Descripción maniobra:

- i. Posición inicial: decúbito prono, rodillas juntas, metatarsos y manos apoyadas en el suelo, manos lateralizadas respecto a la articulación del hombro (fig. 7) con dedos dirigidos a craneal, y los codos extendidos.(fig. 8)
- ii. Ejecución: a partir de la posición de inicio, realizar una flexión de ambos codos, hasta lograr alineación entre la articulación del codo y el hombro. (fig. 9)
- iii. Control: se contará como una ejecución, al momento de extender por completo los codos en fase ascendente
- iv. Durante la ejecución no se permitirá:
  - a. No levantar o bajar en bloque el cuerpo; por ejemplo, primero los brazos, luego la pelvis. En ese caso se anula la repetición.
  - b. Modificarla posición de las manos, provocando un cambio en el grado de abducción o aducción de la articulación del hombro. En ese caso se detiene el conteo y termina la prueba
- v. Se debe dar la partida con un pitazo, junto con poner en funcionamiento el cronómetro.
- vi. Registrar el máximo de repeticiones correctas realizadas en un minuto.

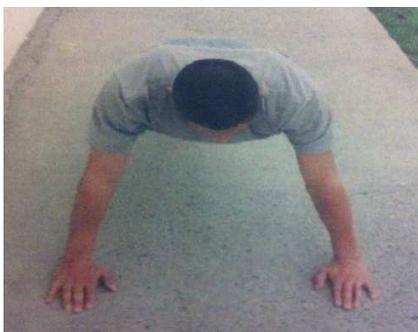


Figura 7

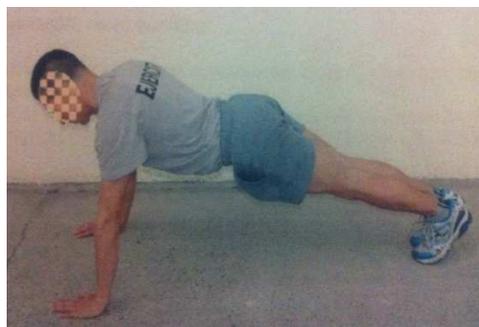


Figura 8

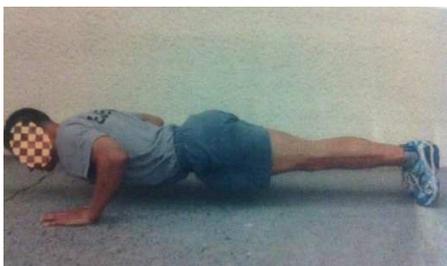


Figura 9

## 2.- Test abdominal

Descripción maniobra:

- i. Posición inicial: decúbito supino, rodillas flectadas, plantas y talones de ambos pies apoyados, brazos extendidos a los costados del cuerpo. Los dedos más prominentes de ambas manos deberán estar en la primera marca (más craneal). (fig. 10)
- ii. Ejecución: a partir de la posición inicial, realizar una flexión de tronco (sin ayuda externa en el apoyo de los pies) con la finalidad de alcanzar la segunda marca que se encuentra 15 cm más adelante y, posteriormente, volver al inicio. Durante la flexión y extensión de tronco, a lo menos las puntas de los dedos deberán estar en contacto con el suelo durante todo el recorrido, si se levanta una o ambas manos por completo se anulará esa repetición. (fig. 11)

- iii. Control: se contará como una ejecución, al momento de tocar la marca de inicio (primera marca), y después de haber tocado la de término (segunda marca).
- iv. Durante la ejecución no se permitirá:
  - a. Levantar las manos del suelo, porque se anula la repetición.
  - b. Levantar ambos pies del suelo, porque se anula la repetición.
  - c. Levantar la pelvis con el fin de hacer péndulo, porque se anula la repetición.
- v. Se debe dar la partida con un pitazo, junto con poner en funcionamiento el cronómetro.
- vi. Registrar el máximo de repeticiones correctas realizadas en un minuto.



Figura 10

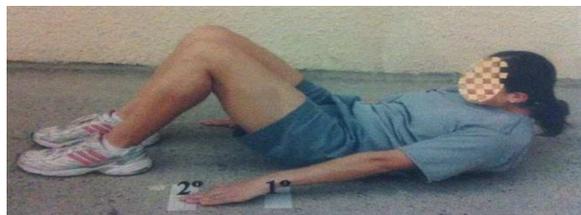


Figura 11

### .3.- Test flexiones de barra

Descripción maniobra:

- i. Posición inicial: tomar la barra en pronación con los codos completamente extendidos, y las piernas una sobre la otra con una leve flexión a nivel de la articulación de la rodilla. (fig. 12)

- ii. Ejecución: a partir de la posición de inicio, realizar una flexión de ambos codos, hasta lograr que el mentón sobrepase la barra, y luego extender los codos completamente. (fig. 13)
- iii. Control: se contará como una ejecución al momento de extender por completo los codos en fase descendente.
- iv. Durante la ejecución no se permitirá:
  - a. Realizar anteproyección cabeza con el fin de que sobrepase la barra. En ese caso se anula la repetición.
  - b. Hacer péndulo con el cuerpo en este caso se anula la repetición
- v. Se debe dar la partida con un pitazo, junto con poner en funcionamiento el cronómetro.
- vi. Registrar el máximo de repeticiones correctas realizadas en un minuto.



Figura 12



Figura 13