



Universidad de Valparaíso
Facultad de Medicina
Carrera de Kinesiología

**HIDRATACIÓN Y VARIACIÓN DEL FLUJO ESPIRATORIO
MÁXIMO EVALUADO MEDIANTE FLUJOMETRÍA, EN CADETES
DE LA ESCUELA NAVAL ARTURO PRAT, DURANTE UNA
CORRIDA EN PISTA ATLÉTICA, CON UNA INTENSIDAD AL 70%
DE SU CAPACIDAD AERÓBICA MÁXIMA**

SEMINARIO DE TÍTULO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN
KINESIOLOGÍA

Autores: Jorge Arriagada Chacón
Camilo López Muñoz
Francisco Tapia Román
Andrés Vásquez Gómez

Profesor Guía: Pablo Manríquez Villarroel, Klg. Msc.
Carrera de Kinesiología
Facultad de Medicina

Valparaíso – Chile

2010

DEDICATORIA

La presente tesis va dedicada a mi familia, principalmente a mi padre y madre quienes confiaron en mí siempre, a mis hermanas que de alguna forma siempre me dieron fuerza y vibras positivas, a todos ellos gracias, en mi mente y corazón siempre.

Jorge

A mis padres por el apoyo incondicional; a mi familia por siempre estar preocupados y pendientes; a los amigos, imprescindibles en este camino. Gracias por todo y por los granitos que seguirán aportando.

Camilo

Mamá, sin duda que tu esfuerzo es el fiel reflejo de este trabajo. Gracias por tu apoyo y ánimo incondicional, y por la confianza que depositaste en mí desde el primer momento. Vivi y Lety, sus palabras de ánimo constantes son un gran estímulo para seguir adelante. Familia, gracias por toda la preocupación. Y a ti, que si bien te nombro último, Dios, sabes bien que eres el primero en todo.

Andrés

Primero a Dios por su ayuda en todos estos años, a mis dos mamitas por todo el esfuerzo y paciencia, a la familia por el cariño entregado, y por último a mis amores Pamela y Tomás que me han dado la alegría y fuerza para terminar este proceso.

Francisco

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecemos a nuestro tutor de Tesis, el kinesiólogo Pablo Manríquez Villarroel, quien nos orientó en los conocimientos necesarios para la realización de este estudio, junto con su constante preocupación y dedicación.

Agradecemos también a la Escuela Naval Arturo Prat, especialmente al Capitán de Corbeta IM Jorge Serón, por su disposición y cooperación en el desarrollo del presente estudio. También, al profesor Claudio Dalmazzo, por el apoyo desinteresado y oportuno.

Al profesor Jorge Cancino, por su voluntariosa cooperación, orientación en los conocimientos, optimismo y ánimo, en la realización de nuestro estudio. También agradecemos la ayuda generosa y siempre acertada de la profesora Lorena Villarroel, quien puso a disposición sus conocimientos para con nosotros en el desarrollo de esta tesis.

Y a todos aquellos quienes de alguna u otra forma, colaborando tanto directa como indirectamente en cada uno de los pasos que dimos, tuvieron alguna injerencia sobre la realización de tan anhelado proyecto.

ÍNDICE

Introducción	1
<i>Planteamiento y justificación del problema</i>	2
Marco Teórico	
<i>Función Pulmonar</i>	4
<i>Evaluación de la función pulmonar</i>	4

<i>Flujometría</i>	6
<i>Alteración de la función pulmonar</i>	10
<i>Broncoconstricción</i>	10
<i>Broncoconstricción inducida por ejercicio (BIE)</i>	10
<i>Epidemiología</i>	11
<i>Mecanismo de la BIE</i>	11
<i>BIE en sujetos sanos no asmáticos ni atópicos</i>	13
<i>Manifestaciones fisiológicas en corredores de maratón</i>	15
<i>Hidratación y ambiente</i>	18
<i>Hidratación en el ejercicio aeróbico</i>	21
<i>Evaluación de la hidratación</i>	24
<i>Protocolo de hidratación</i>	28
Hipótesis	33
Objetivo General	34
Objetivos Específicos	35
Materiales y métodos	
<i>Población</i>	36
<i>Descripción de la población</i>	36
<i>Muestra</i>	37
<i>Criterios de selección de la muestra</i>	39
<i>Materiales</i>	40
<i>Variables</i>	41

<i>Metodología</i>	42
Análisis Estadístico	48
Resultados	49
Discusión	72
<i>Implicancias y proyecciones</i>	78
Conclusión	81
Referencias	82
Anexos	
<i>Anexo 1</i>	89
<i>Anexo 2</i>	90
<i>Anexo 3</i>	91
<i>Anexo 4</i>	92
<i>Anexo 5</i>	93
<i>Anexo 6</i>	94

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1: Estimación de las necesidades de agua según cambios en la actividad física y temperatura del aire	20
Figura 2: Selección de la muestra	39
Figura 3: Flujograma de metodología de estudio	47
Figura 4: Valores de Peso obtenidos en el primer día de medición	54

Figura 5: Comparación de medias, primer día de medición sin hidratación, entre el Peso pre NH y peso Post NH	55
Figura 6: Valores de FEM obtenidos en el primer día de medición	58
Figura 7: Comparación de medias, primer día de medición sin hidratación, entre FEM Pre NH, y FEM Post NH.	59
Figura 8: Porcentaje de variabilidad del FEM en el primer día de medición	61
Figura 9: Valores de peso, obtenidos en el segundo día de medición	64
Figura 10: Comparación de medias, segundo día de medición con hidratación, entre el peso pre H y peso post H	65
Figura 11: Valores de FEM obtenidos en el segundo día de medición	68
Figura 12: Comparación de medias segundo día de medición con hidratación, entre FEM pre H y FEM post H	69
Figura 13: Porcentaje de variabilidad de FEM, en el segundo día de medición	71
Tabla 1: Indicador del estado de hidratación según cambio porcentual del peso corporal.	27
Tabla 2: Criterios de Inclusión y exclusión	40
Tabla 3: Variables del estudio	41
Tabla 4: Información nutricional bebida <i>Gatorade</i>	46
Tabla 5: Siglas para el análisis de resultados	49
Tabla 6: Caracterización de la muestra	50

Tabla 7: Caracterización del FEM basal	51
Tabla 8: Caracterización de la variación del líquido corporal en el primer día de medición	52
Tabla 9: Valores de peso obtenidos en el primer día de medición	53
Tabla 10: Caracterización de la variación del FEM, en el primer día de medición	56
Tabla 11: Valores de FEM obtenidos en el primer día de medición	57
Tabla 12: Variabilidad de FEM en el primer día de medición	60
Tabla 13: Caracterización de la variación del líquido corporal, en el segundo día de medición	62
Tabla 14: Valores de peso, obtenidos en el segundo día de medición	63
Tabla 15: Caracterización de la variación del FEM, en el segundo día de medición	66
Tabla 16: Valores de FEM obtenidos en el segundo día de medición	67
Tabla 17: Variabilidad de FEM en el segundo día de medición	70

ABSTRACT

Objective: Evaluate and compare the variation of the peak expiratory flow measured by peak flow-meter, according to body fluid loss, measured through weight changes in subjects with 20 hours of physical activity per week, during a run on a athletics track.

Hypothesis: Subjects who perform a one-hour long run on a athletics track, on a non hydration conditions, will decrease their values of peak expiratory flow.

Sample: A sample of 16 subjects belonging to the Escuela Naval Arturo Prat, with 20 hours of physical activity per week, belonging to Rowing, Military Pentathlon and Athletics branch, aged between 18 and 23.

Materials and method: The group of subjects was evaluated in similar climatic and physical conditions in two times. In the first intervention, they don't consume any liquids during the realization of the exercise. In the second intervention, passed a week, subjects were submitted to a protocol of hydration with isotonic drinks, according to the individual liquid loss found in the first measurement. In both days, the exercise consisted in a race on a athletics track during 60 minutes at 70% of his maximum aerobic capacity; also was registered the weight and the peak expiratory flow before and after the exercise.

Results: We found a significant difference in peak expiratory flow values ($P=0,0026$) showed an increase of these in relation to his previous values, after the application of a specific hydration protocol for each subject. We used a confidence level of 95%.

Conclusions: The subjects who performed the test under a no-hydration condition maintained their peak expiratory flows, whereas when they were performed under a specific protocol of hydration, they improved their peak expiratory flow values.

Key Words

Exercise induced bronchoconstriction - Dehydration – Lung Function - Aerobic Exercise - Isotonic solutions.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar y comparar la variación del flujo espiratorio máximo mediante flujometría, de acuerdo a la pérdida de líquido corporal, evaluada a través de la variación del peso, en sujetos con 20 horas de actividad física semanales durante una corrida en pista atlética.

Hipótesis: Los sujetos que realizan una corrida de una hora de duración en pista atlética, en condiciones de no hidratación, disminuyen sus valores de flujo espiratorio máximo.

Muestra: Se seleccionó una muestra de 16 sujetos pertenecientes a la Escuela Naval Arturo Prat, con 20 horas de actividad física por semana, pertenecientes

a las ramas de Remo, Pentatlón Militar y Atletismo cuyas edades fluctúan entre los 18 y 23 años.

Materiales y Método: El grupo de sujetos fue evaluado en condiciones climáticas y físicas similares en dos ocasiones. En la primera intervención, no se consumió líquido durante la realización del ejercicio. En la segunda intervención, transcurrida una semana, los sujetos fueron sometidos a un protocolo de hidratación con bebidas isotónicas, de acuerdo a la pérdida de líquido individual encontrada en la primera medición. En ambos días, el ejercicio consistió en una corrida en pista atlética durante 60 minutos a una intensidad del 70% de su capacidad aeróbica máxima; además se registró el peso y el flujo espiratorio máximo tanto antes, como después del ejercicio.

Resultados: Se encontraron diferencias significativas en los valores del flujo espiratorio máximo ($p=0,0026$), donde se evidenció un aumento de éstos respecto a sus valores previos, tras la aplicación de un protocolo de hidratación específico para cada sujeto. Se utilizó un nivel de confianza de 95%.

Conclusiones: Los sujetos que realizaron la prueba en condiciones de no hidratación conservaron sus valores de flujo espiratorio máximo, mientras que al ser intervenidos con un protocolo de hidratación específico, aumentaron sus valores de flujo espiratorio máximo.

Palabras Claves

Broncoconstricción inducida por ejercicio, Deshidratación, Función Pulmonar, Ejercicio Aeróbico, Solución Isotónica.

ABREVIATURAS

FEM:	Flujo espiratorio máximo.
FEM Pre NH:	Flujo espiratorio máximo previo a la prueba, no hidratados
FEM Post NH:	Flujo espiratorio máximo posterior a la prueba, no hidratados
FEM Pre H:	Flujo espiratorio máximo previo a la prueba, hidratados

FEM Post H:	Flujo espiratorio máximo posterior a la prueba, hidratados
Peso Pre NH:	Peso previo a la prueba, no hidratados
Peso Post NH:	Peso posterior a la prueba, no hidratados
Peso Pre H:	Peso previo a la prueba, hidratados
Peso Post H:	Peso posterior a la prueba, hidratados
CVF:	Capacidad vital forzada
VEF1:	Volumen espiratorio forzado al primer segundo de la CVF
BTPS:	<i>Body Temperature and ambient pressure saturated with water vapour</i>
BIE:	Broncoconstricción inducida por ejercicio
CPT:	Capacidad pulmonar total
PEF:	<i>Peak Expiratory Flow</i>
HAE:	Hiponatremia asociada a ejercicio
Kg:	kilógramo
hPa:	hectopascal
mL:	mililitro
L:	litro
Min:	minutos
mm:	milímetros
L/min:	litros por minuto
°C:	grados celsius
cm:	centímetro

mEq: miliequivalente

I. INTRODUCCIÓN

La función pulmonar es uno de los parámetros fisiológicos a considerar cuando se quiere observar la respuesta del organismo ante el ejercicio^{1,2,3}. Dicha función puede llegar a modificarse debido a diversos factores, tales como patologías neuromusculares, metabólicas, infecciosas o alteraciones alérgicas, entre otras^{1,4}. Estas patologías se pueden dividir en dos grupos distintos: enfermedades restrictivas y obstructivas⁴, siendo la broncoconstricción inducida por ejercicio (BIE) un ejemplo del último tipo nombrado.

Estudios han determinado que la incidencia de la BIE dentro de la población general, tiene un porcentaje a considerar, abarcando entre un 4% a un 20% de los individuos que no poseen antecedentes de atopía o asma^{5 6,7}.

1- Planteamiento y justificación del problema

Existe una población que realiza actividad física de manera regular practicando el trote al aire libre, que por lo general se trata de sujetos que no poseen un conocimiento adecuado sobre los factores que pudiesen afectar su rendimiento deportivo. Este grupo busca constantemente mejorar los tiempos de trote, pero sin la claridad de qué puede influir en el aumento o disminución de estas marcas⁸.

La hidratación es un factor fundamental en el buen rendimiento deportivo, ya que, sujetos con una buena hidratación evitan problemas como la hiponatremia, el aumento excesivo de la temperatura corporal, mareos, lesiones musculoesqueléticas y manifestaciones pulmonares, entre otras^{8,9}.

Debido a tal situación, actualmente existen protocolos de hidratación que aseguran la mantención de la homeostasis durante el ejercicio, y que incluyen bebidas con alto contenido en sodio, para restablecer los niveles adecuados de electrolitos en el organismo^{10,11}.

Por otra parte, se ha visto que la función pulmonar en el ejercicio puede verse afectada por una broncoconstricción de la vía aérea y que ésta puede ser secundaria a la deshidratación de la mucosa bronquial. Esto último ha quedado de manifiesto en poblaciones de atletas que presentan antecedentes de asma o atopía^{3,7,12,13}.

Existe una población de sujetos sanos que durante el ejercicio presentan síntomas respiratorios tales como disnea, tos, sibilancias, aumento de la producción de esputo y opresión torácica. Dichos síntomas no son bien reportados por los atletas ni por el personal de salud a cargo, tanto por desconocimiento como por el deseo del deportista de no interferir en el rendimiento^{14,15}.

Actualmente, existe escasa evidencia de que una correcta hidratación mantenida durante el ejercicio de larga duración pudiese evitar la deshidratación del epitelio respiratorio contrarrestando la broncoconstricción de la vía aérea y la correspondiente disminución de la función pulmonar, en sujetos que no han sido diagnosticados como asmáticos o atópicos¹².

Por lo tanto, el presente estudio intenta demostrar el efecto de la correcta hidratación sobre el flujo espiratorio máximo en sujetos sanos con 20 horas de entrenamiento semanal, pretendiendo responder a la pregunta: *La aplicación de un protocolo de hidratación, específico para cada individuo, ¿podría modificar los valores del flujo espiratorio máximo en sujetos que realizan una corrida en pista atlética?*

Esta investigación fue desarrollada durante el año 2010 en las instalaciones de la Escuela Naval Arturo Prat.

II. MARCO TEÓRICO

1- Función Pulmonar

La función más importante del sistema respiratorio es poner en contacto el aire presente en la atmósfera con la sangre de nuestro cuerpo, y que de esta forma ocurra el intercambio gaseoso, obteniendo el gas oxígeno como principal sustrato y desechando el gas dióxido de carbono proveniente de los procesos metabólicos de todos los órganos de nuestro cuerpo^{16,17}.

La hematosis se puede lograr gracias a tres componentes principales, que son:

- El área de intercambio gaseoso
- Las vías de conducción del aire
- El intersticio pulmonar⁴.

2- Evaluación de la Función Pulmonar

La función pulmonar puede ser utilizada para evaluar de manera fisiológica los síntomas de una patología respiratoria, como también para determinar la severidad del estado del paciente, identificar los mecanismos

detonantes de la enfermedad o simplemente para objetivar la intervención terapéutica y seguir el curso a una patología¹⁸.

Dentro de los métodos para evaluar la función respiratoria a través de volúmenes y flujos, podemos destacar la flujometría y la espirometría. El espirómetro corresponde a un equipo de evaluación de mayor precisión que el flujómetro, sin embargo su aplicación es menos factible de realizar de manera práctica en la consulta médica habitual, por lo que su utilización se ve limitada^{18,19}.

Una de las ventajas que posee el uso de la flujometría para medir el flujo espiratorio máximo (FEM), en desmedro de la espirometría, se basa en la técnica utilizada para obtener la prueba. En el caso del espirometría, el flujo debe mantenerse por al menos 6 segundos de espiración, mientras que en la flujometría se busca expulsar la mayor cantidad de aire posible en menos de un segundo. Esto ha provocado que los flujos espiratorios máximos por espirometría sean menores²⁰.

2.1- Flujometría

En 1979, Perks²¹ afirma que la flujometría es una prueba de función pulmonar que se basa en la medición de la resistencia calibrada, que un resorte ejerce al movimiento de un émbolo ante el paso del aire que el sujeto realiza, y que queda registrado mediante una escala graduada en el instrumento en el cual se mide. El valor obtenido se denomina FEM o por sus siglas en inglés PEF (*Peak Expiratory Flow*).

En la actualidad, ciertos estudios mencionan que la flujometría puede ser obtenida mediante un instrumento denominado flujómetro de mini *Wright*, el cual ha demostrado una correlación significativa con otro instrumento de mayor antigüedad denominado flujómetro de *Wright*, de mayor tamaño, y por tanto, menos portable^{18,19,21}.

El FEM se define como el flujo más alto logrado en una maniobra de espiración forzada máxima, comenzando desde la capacidad pulmonar total (CPT). Cuando se obtiene desde espirómetros, se mide en litros por minuto (L/min) a temperatura corporal y presión de ambiente saturada con vapor de agua o por sus siglas en inglés *BTPS*; mientras que si se mide a partir de flujómetros se expresa simplemente en L/min²².

Entre sus indicaciones se encuentran:

- Evaluación de la variabilidad circadiana de los FEM
- Cuantificación de la gravedad de la alteración respiratoria
- Objetivación de las respuestas broncodilatadoras o esteroidales
- Evaluación en el tiempo de la patología de base
- Evaluación de la obstrucción bronquial por ejercicio²³.

En mujeres, el rango normal del FEM va desde los 380 a los 500 L/min, mientras que en hombres el rango va desde los 500 a los 700 L/min. Estos valores referenciales se calculan en base a la talla y edad^{23,24}.

El FEM indica el estado de las vías aéreas de gran calibre, por lo que podría subestimar el estado pulmonar de un sujeto, además de ser menos sensible a los cambios de la vía aérea, tanto a la exposición de un broncodilatador como a la de un broncoconstrictor, a diferencia del Volumen Espiratorio Forzado al primer segundo (VEF1) que es posible de obtener mediante la espirometría, el cual es altamente sensible a estos estímulos²⁴. Sin embargo, la medición del FEM se considera como un índice aceptado como medición independiente para la función pulmonar¹⁹.

El VEF1 se define como el máximo volumen exhalado en el primer segundo de una espiración forzada a CPT. Este valor se expresa en L/min a

*BTPS*²². Se ha consensuado que ante la evaluación de la hiperreactividad de la vía aérea, es necesario de una reducción de un 10 a un 20% para el uso del VEF1, mientras que si se toma en cuenta el uso del FEM, es necesaria una reducción de un 15 a un 25%^{14,25}. Más recientemente, se ha encontrado que los resultados de la medida del FEM, se correlacionan con las medidas del VEF1, proporcionando una estimación del grado de obstrucción bronquial¹⁹.

El monitoreo diario del FEM en el asma es útil para detectar los cambios de estado de las enfermedades que requieran tratamiento, para evaluar la respuesta a la terapia y para proveer una medida cuantitativa de la discapacidad de las personas que la sufren²⁶. Sin embargo, la aplicación del flujómetro para medir FEM no sólo se acota al diagnóstico del asma, sino que también se ha encontrado incidencia de hiperreactividad de la vía aérea detectada con flujómetro, en jugadores de fútbol americano de Filadelfia, Estados Unidos¹⁴; sumado a esto, se identificó la presencia de hiperreactividad de la vía aérea mediante la medición del FEM, que también incluyó el VEF1, en jugadores de fútbol sin antecedentes de asma o atopía⁶.

Para la medición del FEM se realiza la siguiente secuencia:

- La persona debe estar en posición bípeda.
- Realizar una inspiración máxima.
- Colocarse la boquilla en la boca.
- Fijar adecuadamente la boquilla con los labios.
- Espirar lo más fuerte y rápido posible, antes de 4 segundos de haberse realizado la inspiración máxima.

Esta maniobra debe repetirse al menos 3 veces, no debiendo sobrepasar los 20 L/min entre una y otra medición, de las cuales se registra la más alta alcanzada. Para evaluar la variabilidad del FEM luego de una intervención a los sujetos, se calcula en base a la siguiente fórmula^{14,18,19,23}.

$$\text{Variabilidad} = \frac{\text{FEM máximo} - \text{FEM mínimo}}{\text{FEM máximo}} * 100$$

3- Alteración de la Función Pulmonar

La función pulmonar se puede alterar en caso de que alguna patología afecte al componente de vía aérea, al componente alveolar, intersticial o a la mecánica torácica.

3.1- Broncoconstricción

La broncoconstricción es el nombre que recibe el estrechamiento de las vías aéreas en el pulmón, debido a la contracción de la musculatura lisa que las rodea, lo que genera un cuadro de obstrucción y una sintomatología que incluye tos, sibilancias y disnea. Este cuadro se presenta en patologías como el asma, pero también puede ser causada en sujetos con antecedentes de atopía (alergias) o donde algún antígeno específico cause la hiperreactividad de la musculatura lisa⁴.

3.2- Broncoconstricción inducida por ejercicio (BIE)

BIE es un término aplicado comúnmente para señalar la obstrucción de la vía aérea que ocurre durante o posterior a la realización de ejercicio. Se caracteriza principalmente por una caída de la función pulmonar post ejercicio y se expresa generalmente como una reducción del VEF1 evaluado después de

la actividad física. Corredores de largas distancias a menudo reportan correr con sensación de disnea, con ningún o un pequeño detrimento en la función pulmonar post ejercicio⁵.

3.2.1- Epidemiología

La prevalencia de la BIE es poco estudiada, sin embargo se habla de que entre un 80% a un 90% de los sujetos asmáticos la poseen; 40% de aquellos que padecen rinitis alérgica y de un 12% a un 15% de la población general⁵.

A pesar de que numerosos estudios han investigado la prevalencia de BIE en atletas, la mayoría de ellos incluye sujetos asmáticos en sus análisis o no indican la proporción de sujetos no asmáticos que participaron del estudio¹⁵.

3.2.2- Mecanismos de la BIE

Actualmente el enfoque que se le da a esta patología ha migrado desde la necesidad de averiguar los estímulos y los efectos de ésta en el ejercicio, hacia el entendimiento de la patogénesis de la enfermedad. Esto se debe a que últimamente se han incrementado los casos de BIE en sujetos sanos que presentan parámetros dinámicos normales a la espirometría, y que realizan ejercicio de manera regular, ya sea de manera competitiva o no²⁷.

Existen factores ambientales que pueden influenciar el desarrollo de BIE; dentro de ellos se ha estudiado que la presencia de aire frío y seco durante el ejercicio ha reportado incrementar la broncoconstricción en sujetos asmáticos, comparados con el ejercicio en un ambiente cerrado y humidificado¹³.

El aumento de la ventilación durante el ejercicio físico, promueve que los mecanismos para entibiar y humedecer el aire inspirado fallen, por lo que una gran cantidad de aire frío y seco llega hasta las vías aéreas periféricas de bajo calibre²⁷. La sequedad de la vía aérea, produce un aumento de la osmolaridad en el líquido extracelular, más específicamente en la membrana mucosa, asociada a una entrada secundaria de iones extracelulares cloro y calcio al interior de las células²⁷. Este evento es el que inicia la activación de adenilciclase, fosfolipasa, la liberación de mediadores formados en mastocitos y otras células inflamatorias de la vía aérea, que causarían broncoconstricción en sujetos con asma o con BIE^{28,29}.

Dentro de los mediadores que generan BIE encontramos la sobreexpresión de leucotrienos de cisteína y la eosinofilia de la vía aérea, siendo mediadores característicos de esta patología³⁰. También, otras células que participan de la respuesta inflamatoria son los linfocitos T, los macrófagos y los neutrófilos. Sin embargo, los mastocitos son las células más importantes en la liberación de mediadores inflamatorios hacia la vía aérea. La liberación de

mediadores inflamatorios por parte de los mastocitos ocurre cuando un alérgeno compatible con la inmunoglobulina E (IgE) induce su activación³¹.

En sujetos con asma diagnosticada de base, la hiperreactividad de la vía aérea como respuesta a la pérdida de agua, aparece tempranamente en la enfermedad en forma de BIE, relacionándose con la inflamación de la vía aérea³².

Otros factores predisponentes, como la producción excesiva de factor de crecimiento vascular endotelial, contribuye también a la fisiopatología de la BIE, aumentando la permeabilidad vascular en sujetos asmáticos, lo que conlleva a un mayor paso de mediadores y células inflamatorias a la vía aérea³³.

3.2.3- BIE en sujetos sanos no asmáticos ni atópicos

Cuando hablamos de BIE, debemos tener en cuenta que éste término debe ser reservado para aquellos que sólo presentan broncoespasmo de la musculatura lisa de la vía aérea cuando realizan actividad física, mientras que el término de asma inducido por ejercicio se refiere a sujetos con asma persistente que, además, manifiestan sintomatología respiratoria cuando se encuentran realizando ejercicio³.

La BIE en los atletas, es un problema mucho más presente de lo que comúnmente se diagnostica. Las consecuencias de no detectar la patología inciden en el deportista directamente, el cual puede ver disminuido su rendimiento en competencia, así como también su salud³. Por otro lado, el no reconocimiento de los síntomas puede deberse a que el atleta presente una pérdida de su condición física, o a una falta de motivación que le impidan completar el ejercicio físico³⁴, aunque también puede deberse al desconocimiento de los sujetos o de sus entrenadores y personal de salud a cargo sobre la sintomatología de la BIE¹⁵.

Podría ser entonces, que estas células inflamatorias estén presentes en la vía aérea, pero se encuentren inactivas, representando una adaptación al ejercicio y no necesariamente una disminución de la función pulmonar. Esto se debe a que la mayoría de los atletas son asintomáticos y este incremento en la acumulación de células inflamatorias no se correlaciona con la BIE³⁵.

En cuanto al tipo de deporte en el cual los síntomas se presentan con mayor frecuencia, se dice que en aquellos que son de resistencia como la natación o las corridas de larga distancia, existe una mayor posibilidad de encontrarse con BIE, debido a que en esos deportes la ventilación se incrementa y se ejecuta mecanismos de hiperreactividad previamente explicados¹⁵.

Por otra parte, la BIE no solo se presenta en sujetos de alto rendimiento o que realizan algún deporte en específico, sino que también se han encontrado células polimorfonucleadas en las muestras de esputo recolectadas a partir de corredores aficionados no asmáticos; sin embargo, los sujetos no presentaron síntomas ni arrojaron anomalía en la espirometría³⁶.

Desde otra perspectiva, al parecer, la prevalencia de BIE depende en cierta medida de la carga de ejercicio que realiza el sujeto. Se ha demostrado que la reducción en el VEF1 luego de correr sobre un *treadmill*, llegó a ser más del doble, empleando una carga del 95%, comparado con el 85% de la carga máxima calculada³⁷.

4.- Manifestaciones fisiológicas en los corredores de maratón

Los individuos que participan constantemente de carreras y maratones, presentan ciertas problemáticas, las cuales se manifiestan principalmente en el sistema músculo-esquelético, cardíaco, pulmonar y renal, durante o después de la competencia³⁸.

Dentro de las lesiones músculo-esqueléticas, las más comunes son contracturas, calambres, flictenas y lesiones agudas de tobillo y rodilla³⁸. Las

lesiones de rodilla son más comunes en las corridas urbanas, mientras que las de tobillo se presentan con mayor frecuencia en pista atlética³⁹.

Aunque los corredores de maratón son 2 a 3 veces más propensos a reportar problemas músculo-esqueléticos, después de una carrera de larga duración, en comparación a corredores de pruebas más cortas, no existen evidencias claras que la ejecución de ejercicio por períodos prolongados, conlleve a lesiones músculo-esqueléticos a largo plazo^{38,40}.

Respecto a la función respiratoria, las complicaciones que surgen en carreras de maratón van desde la BIE, hasta el edema pulmonar no cardiogénico³⁸.

En relación a las capacidades pulmonares, estudios post maratón, indican que existe una disminución de la capacidad vital de hasta un 17%^{38,41} y se cree que podría ser por el aumento del volumen residual^{38 42}.

Durante la competencia, destacan también alteraciones electrolíticas. Una de las manifestaciones de éstas, es el descenso en los niveles de sodio plasmáticos inferiores a 136 mEq/L, lo que se conoce como hiponatremia⁴³; dicha condición está en estrecha relación con los atletas, los cuales pueden manifestar edema pulmonar no cardiogénico durante la maratón asociándose a

hiponatremia severa³⁸. La hiponatremia, es causada por el ingesta rápida y excesiva de agua durante el ejercicio, o por la pérdida de sodio a través del sudor, el cual es denominado "sudor salado"^{44,45}.

Durante la última década, la hiponatremia asociada con el ejercicio (HAE), se ha convertido en una complicación importante en las actividades de resistencia prolongada^{29,46}. La HAE, es una causa de colapso y confusión después del ejercicio prolongado, tal como en maratones, corridas y triatlones. Inicialmente esto se atribuyó a la pérdida de sal; sin embargo, en la actualidad, se piensa que es debido principalmente a un exceso en la ingesta de líquidos hipotónicos durante y después del período de esfuerzo, y la supresión asociada a la diuresis²⁹.

Muchos competidores que desarrollan hiponatremia, presentan mínimos síntomas e incluso, a veces se presentan asintomáticos; también se ha descrito que desarrollan complicaciones graves como la encefalopatía hiponatrémica e incluso muerte⁴⁷. Existen factores de riesgo individuales que incluyen: el sexo femenino, el uso de antiinflamatorios no esteroideos y el exceso de ingesta de líquido⁴⁸. Por otro lado, las condiciones meteorológicas y los consejos dados a los corredores sobre la ingesta de líquido, tienen una profunda incidencia en los efectos de la HAE⁴⁷.

5.- Hidratación y ambiente

El desarrollo de actividad física expone a los individuos a diversos factores que influyen en la pérdida de sudor, entre los que destacan la duración e intensidad del ejercicio, las condiciones ambientales y el tipo de ropa utilizada. En ciertas ocasiones, dichos factores están estandarizados para una actividad o deporte específico (por ejemplo, la temperatura del aire acondicionado en el interior de un estadio, o el uniforme utilizado por un equipo deportivo); no obstante, en la mayoría de las actividades, hay una variabilidad considerable entre los participantes en cuanto a la exposición de tales factores, que contribuyen a las distintas tasas de sudoración^{11,38}.

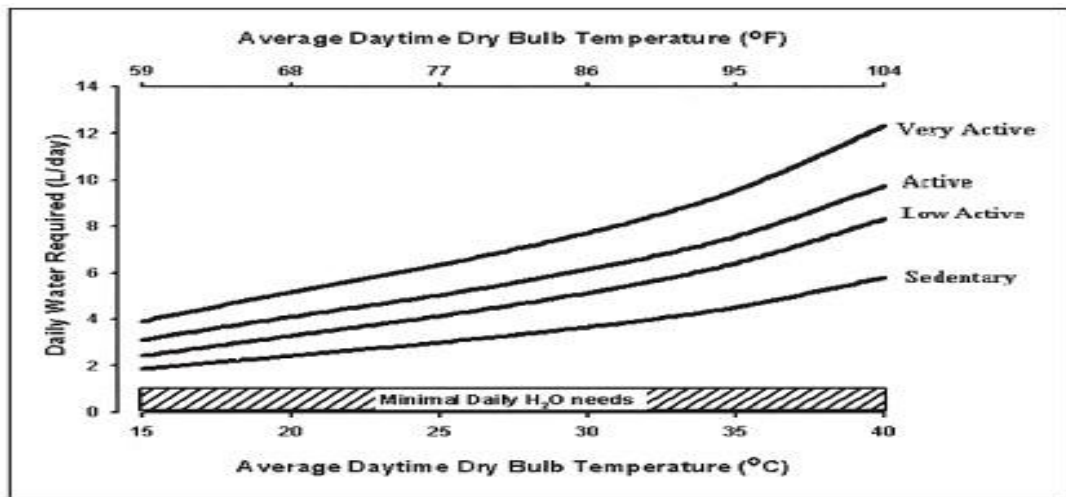
Se ha postulado que los atletas que desarrollan ejercicio en ambientes templados o calurosos, presentan pérdidas de líquido por sudor generalmente mayores, junto con la posibilidad de presentar problemas físicos relacionados con el calor⁴⁴.

Los mecanismos termorreguladores protegen contra el aumento de temperatura corporal. Entre estos podemos encontrar la pérdida de calor por radiación, conducción, convección y evaporación. Este último mecanismo es el principal protector ante la realización de ejercicio en ambientes calurosos, abarcando un 80% de participación como mecanismo de pérdida, mientras que

en reposo, alcanza un 20%. Esta forma, consiste en la evaporación del agua procedente desde la superficie de la vía aérea, y por otra parte, de la superficie cutánea, que transfiere calor hacia el entorno. Desde ambas zonas, se disipan en condiciones normales y de forma inconsciente, aproximadamente 300 y 350 mL/día, respectivamente^{49,50}.

La figura 1¹¹, muestra las aproximaciones de un modelo generalizado para la tasa de sudoración diaria, en función de las actividades por día, la tasa metabólica (nivel de actividad) y la temperatura del aire (°C). Aplicando este modelo de predicción, es evidente que las necesidades de agua pueden aumentar de dos a seis veces en ambientes más calurosos. Por ejemplo, las necesidades de agua al día para cualquier gasto de energía en climas templados (20°C), se pueden triplicar en clima muy cálido (40°C). Además de la temperatura ambiental, otros factores también pueden modificar las pérdidas de sudor, entre los que se incluyen la humedad relativa, velocidad del aire y la elección de la ropa de protección^{11,51}. De dicha evidencia, se espera que las pérdidas de agua, y por tanto las necesidades de ésta, varíen considerablemente entre las personas con un nivel de actividad física moderada, según la incidencia de factores externos.

Figura 1: Estimación de las necesidades de agua según cambio en la actividad física y la temperatura del aire.



La variación de condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad del aire inspirado, influye directamente sobre la estructuras del sistema respiratorio, principalmente en el grado de broncoconstricción desarrollado durante el ejercicio, ya que inspirar aire frío y seco durante la actividad física, conduce a un aumento de broncoconstricción; mientras que el aire caliente y húmedo genera el efecto contrario⁵¹.

Por otra parte, no se ha estudiado ninguna relación para los valores de FEM, entre los diferentes niveles de humedad. Sin embargo, valores para el VEF1, si han presentado variaciones significativas entre los distintos niveles de

humedad relativa, comparando valores tanto a un 40% como a un 95% de esta^{29,51}.

Es muy importante considerar que un aumento de la ventilación influye directamente sobre el sistema respiratorio, al aumentar la pérdida de agua en la superficie de la vía aérea, constituyendo el principal estímulo para provocar broncoconstricción^{36,51,52}, como ya fue explicado previamente.

6- Hidratación en el ejercicio aeróbico

El agua corporal total, es el principal constituyente del cuerpo humano en un hombre adulto, representando entre el 50 al 60% del peso corporal; la masa magra contiene un 73% de agua, mientras que la masa grasa solo posee un 10% de agua^{11,38}. Durante el ejercicio, los primeros mecanismos de pérdida de calor, son el aumento de flujo sanguíneo cutáneo, y la generación de sudor⁵³.

Existe evidencia en donde se pone de manifiesto la importancia que tiene la ingesta de líquidos durante el ejercicio, a la vez que se expresa la injerencia que tiene sobre el rendimiento deportivo. Por otra parte, la pérdida de agua afecta la capacidad de los sujetos para la realización de actividad física. Esta condición de pérdida de líquido, y su efecto sobre el rendimiento, varía entre los

distintos individuos, debido en parte a que el estado de hidratación no es uniforme en la población⁴⁷.

Aquellas personas que cuentan con cinco o más días de actividad física, muestran una mayor ingesta de agua (0,5 L/día) en comparación con individuos menos activos^{11,45}. Se estima que el volumen de agua a consumir diariamente es alrededor de 3,3 L para sedentarios y 4,5 L para hombres medianamente activos, mientras que, para poblaciones con un nivel de actividad física profesional, se han encontrado valores de incluso hasta 6 L. La información sobre las mujeres es escasa, pero en general su consumo es inferior en relación al hombre, mostrando tasas de consumo de agua al día 0,5 a 1 L menos que sus homólogos masculinos¹¹.

Las personas que recorren una mayor cantidad de kilómetros diarios, o semanales en ambientes templados, aumentan sus requerimientos de agua de 1,2 a 1,4 L/día, debido principalmente a la pérdida de sudor¹¹. En jugadores de fútbol americano, quienes poseen grandes masas musculares y el uso de ropa protectora, se obtuvo una mayor pérdida de sudor de aproximadamente 8,8 L/día, mientras que en los fondistas, se encontró una pérdida de aproximadamente 3,5 L/día, considerando un entrenamiento en similar ambiente y duración. Estas diferencias en las tasas de sudor según sus

respectivos deportes, y las distintas condiciones climáticas, suelen demostrar las dificultades para generalizar un tipo de hidratación a la población general⁴⁸.

Es común que durante la práctica deportiva, se utilice el cambio de peso corporal como un índice de cambio en el contenido de agua¹¹; esto debe ser considerado en todos los atletas, y se torna perjudicial para el rendimiento deportivo cuando esta pérdida excede al menos el 1% del peso corporal, hecho que se observa especialmente en ambientes calurosos⁴⁵.

La deshidratación puede incrementar la concentración de cloro y sodio, en función de la tasa de sudoración. Dicho proceso es regulado por la reabsorción iónica mediada por las glándulas sudoríparas. Sin embargo, la capacidad de reabsorber estos electrolitos no aumenta proporcionalmente con la tasa de sudoración⁴⁸.

A lo largo del tiempo, se ha utilizado el término "euhidratación" para referirse al contenido de agua corporal "normal", mientras que los términos "hipohidratación" e "hiperhidratación" se refieren al contenido de agua corporal aludiendo al déficit y los excesos de ésta respectivamente. A su vez, el término "deshidratación" se refiere a la pérdida de agua corporal^{11,48}. El déficit de agua sin pérdida proporcional de cloruro de sodio, es la forma más frecuente de deshidratación durante el ejercicio en ambiente caluroso; cabe destacar que, si

el déficit de cloruro de sodio se produce en gran medida durante el ejercicio, el volumen de líquido extracelular se reduce y causa deshidratación por depleción de sal^{43,54}.

La deshidratación excesiva durante ejercicios aeróbicos, afecta el rendimiento mental y cognitivo en ambientes templados y calurosos¹¹. En estado de deshidratación, se produce una reducción compensatoria en la producción de orina, la que será extremadamente concentrada en electrolitos y de un color muy amarillo⁴³.

7.- Evaluación de la hidratación

El balance de agua diario, depende de la diferencia neta entre la ganancia y la pérdida de agua, y está determinada por la ingesta de líquidos y alimentos por una parte, y por la pérdida de agua a través del sistema respiratorio, el sistema renal y el sudor por otra⁴⁸. Este último, en los atletas, es el mecanismo más eficiente para perder calor en ambientes calurosos durante la realización de actividad física. El ejercicio, provoca una disminución tanto en el flujo sanguíneo renal, como en la filtración glomerular, dando como resultado una disminución en la producción de orina^{11,43}.

Existen distintas formas de medir la deshidratación, entre las que destacan: a) el total de agua corporal medida por dilución de isótopos o estimado por análisis de impedancia bioeléctrica; b) marcadores plasmáticos, método semejante a la osmolaridad, cambios en sodio, hematocrito y hemoglobina, y de las hormonas que ayudan a regular la cantidad de agua del cuerpo; c) marcadores de orina, su densidad específica, o el color de ésta, y d) cambios en la masa corporal⁵¹.

En la mayoría de los escenarios atléticos, el uso de mediciones del peso corporal, en combinación con alguna medida de concentración de orina o color, en la primera micción de la mañana, otorga una adecuada sensibilidad para detectar desviaciones diarias de hidratación normal (la euhidratación); dicha combinación puede aportar una valiosa aproximación al estado real del individuo en cuestión⁵¹.

La medición del peso corporal es considerada como una herramienta simple y efectiva para evaluar el balance hídrico. Se mide al despertar por la mañana luego de la primera micción del día, tomándose tres medidas consecutivas en tres días distintos, para establecer un valor basal, el cual se aproxima a la euhidratación en hombres activos¹.

A medida que se realiza actividad física, se producen cambios en el peso corporal, los que pueden ser medidos y calculados, con el fin de conocer el ritmo o tasa de sudoración de un individuo, en los distintos ambientes a los que puede ser sometido⁵¹. Este enfoque asume que 1 mililitro de sudor perdido, representa a 1 gramo de peso corporal perdido, lo que conduce a que se puedan realizar las mediciones del peso post ejercicio, por las pérdidas de orina y el volumen bebido en el transcurso de la actividad⁵⁵. Esta medición, al término de la actividad, debe realizarse idealmente desnudo o con lo mínimo de ropa; cabe destacar que debe ser la misma cantidad que se usó en la medición pre ejercicio, ya que de esta manera, se puede obviar el sudor atrapado en la ropa¹¹.

Una correcta hidratación, no debería generar cambios mayores al 1% del peso corporal medido en un principio, con respecto a los medidos al finalizar la prueba. Los cambios agudos que se pueden presentar debido a la diferencia de peso entre estas mediciones, determinan finalmente el estado de hidratación; si este sobrepasa el límite anteriormente nombrado, clarifica que la euhidratación se ha perdido⁵¹.

La tabla 1, muestra la clasificación del estado de hidratación en sujetos deportistas. Se considera que un sujeto está euhidratado, cuando el cambio del peso corporal medido antes y luego de la realización de actividad física no varía

más allá del 1%. A su vez, un cambio que exceda el 5% del peso clarifica un estado severo de deshidratación⁵⁶.

Tabla 1: Indicador del estado de hidratación según cambio porcentual del peso corporal.

Condición de hidratación	Porcentaje de variación para peso corporal (%)
Bien hidratado	Entre 1 y -1
Deshidratación mínima	Entre -1 y -3
Deshidratación significativa	Entre -3 y -5
Deshidratación severa	Mayor a -5

Los cambios en el peso corporal pueden reflejar las pérdidas de sudor durante el ejercicio y pueden usarse para calcular las necesidades individuales de reposición de líquidos para ejercicios y condiciones ambientales específicos. Además, los individuos pueden monitorear su estado de hidratación al emplear mediciones simples de la orina y el peso corporal⁴⁸.

8.- Protocolo de hidratación

La realización de actividad física expone a los individuos a una cantidad de factores que influyen la pérdida de agua o la producción de sudor⁹. Dependiendo de la variación individual, del tipo de ejercicio y, fundamentalmente, de la intensidad del mismo, la cantidad de sudor puede incluso alcanzar valores iguales o superiores a 3 L/h⁵⁴.

Durante la realización de actividad física, una cantidad de calor considerable se genera como un producto natural de la energía metabólica, que sostiene los procesos de contracción y relajación en los músculos activos, el que puede llegar a ser cien veces mayor que los músculos inactivos; en el caso de que este aumento de temperatura no fuese controlado por parte del cuerpo, se produciría un crecimiento exponencial de la temperatura corporal¹¹.

En ambientes más fríos, la mayor facilidad para la pérdida de temperatura disminuye los requerimientos de enfriamiento por evaporación, lo que hace que la producción de sudor sea pequeña⁹. En ambientes cálidos, las pequeñas diferencias de temperatura entre la piel y el medio ambiente resultan en una baja tasa de transferencia de calor radiativo y convectivo, lo que implica que el cuerpo debe contar con la evaporación del sudor para disipar el calor, por tanto, con pérdida de agua⁵⁷.

De esta manera, durante la realización de ejercicio en un clima cálido, se llega al objetivo de disminuir o minimizar la deshidratación y por ende, el riesgo de una hipertermia excesiva, a la vez que se busca restablecer el equilibrio de iones⁴⁸. Con una correcta metodología de rehidratación, bebiendo determinados fluidos a intervalos frecuentes, es posible obtener un manejo positivo en cuanto al nivel de hidratación, al momento del realizar actividad física⁴⁸.

El objetivo de la pre-hidratación es comenzar la actividad física correctamente hidratado, y con un adecuado nivel de electrolitos en plasma, por lo que es importante identificar cualquier déficit o alteración en cuanto a estos, para ser corregido antes de iniciar el ejercicio⁴⁸. Si esta pre-hidratación fuese solo con agua, el resultado será una dilución de la sangre, y por ende, del sodio que allí se encuentre, con el posterior aumento en la necesidad de orinar^{57,58}. La cantidad de orina eliminada después de un esfuerzo físico es inversamente proporcional al sodio ingerido⁵⁴.

Se ha comparado la eficacia (osmolaridad plasmática) de la rehidratación de una bebida con un contenido alto en sodio (0,15g/100mL) con una solución de bajo contenido en sodio (0,07g/100mL), en el que todos los voluntarios ingirieron líquido en un 150% de la pérdida de peso post ejercicio, y concluyeron que, con la bebida con un contenido elevado en sodio, la

rehidratación fue más rápida que con la bebida con bajo contenido de este ion¹⁰.

La adición de sodio a las bebidas con el fin de rehidratar puede, por tanto, justificarse en base a que este ión estimula la absorción de glucosa en el intestino delgado; la absorción de agua desde la luz intestinal es puramente un proceso pasivo que está determinado mayormente por gradientes osmóticos locales. El cotransporte activo de glucosa y sodio crea un gradiente osmótico que actúa para fomentar la absorción neta de agua, y la proporción de rehidratación es, por tanto, mayor cuando se consumen las soluciones de glucosa con cloruro sódico que cuando se ingiere agua corriente⁵⁸. Es así como la ingesta de una bebida con 20 a 50 mEq por litro de sodio, ayuda a estimular la retención de fluidos ingeridos^{9,59}.

Para asegurar una correcta hidratación, el individuo debería consumir aproximadamente 4 a 7 mL por cada kilogramo de peso de bebida deportiva^{45,55,56}, tres horas antes del ejercicio, con el fin de otorgar el tiempo suficiente al sistema renal para regular el volumen total del líquido corporal y la osmolaridad, a valores óptimos pre ejercicio, ayudando a retrasar o evitar los efectos perjudiciales de la deshidratación durante el ejercicio⁹. Si el individuo no orina, o si el color de ésta es muy oscuro, se procederá a una mayor ingesta de

bebida, de 3 a 4 mL por kilogramo de peso, dos horas previas al inicio de la actividad⁹.

La temperatura de la bebida, idealmente debe ser de 10 a 17 °C. Una bebida demasiado fría, si bien es más agradable, enlentece la absorción, al igual que una bebida de elevada temperatura^{9,60}.

Durante la realización del ejercicio, el objetivo de la hidratación será prevenir la pérdida del 1% del peso corporal, que se determina como deshidratación^{56,59}. Si bien, es difícil dar orientación específica y concreta de un programa que explique cómo hidratarse, debido a los distintos factores que pueden influir (duración, equipo, ambiente, estado de entrenamiento, genética), es importante que los individuos chequeen los cambios en el peso corporal durante las sesiones de entrenamiento o las competencias, para estimar sus pérdidas de sudoración durante un determinado ejercicio, lo que conlleva a una personalización de los requerimientos de reposición de líquidos de los atletas; dichas pérdidas serán medidas en L/hora⁵⁹.

Se recomienda la ingesta de 150 a 350 mL (dependiendo del peso corporal) de líquido a intervalos de 15 a 20 minutos, comenzando desde el inicio del ejercicio, con una concentración de sodio entre 20 a 40 mEq/L para prevenir la hiponatremia⁵⁹.

Después de terminado el ejercicio físico, el objetivo fundamental es el restablecimiento inmediato de la función fisiológica muscular, como así también la deficiencia de líquidos y electrolitos durante el transcurso de la actividad, especialmente si una sesión de ejercicios se continúa de otra, tras cierto periodo de tiempo⁴⁵. Lo ideal es completar la rehidratación durante las dos primeras horas después de finalizado un ejercicio, aunque la agresividad de la hidratación dependerá de la magnitud de la pérdida. Si no se logra reponer el estado basal de sodio, no se logra llegar a un equilibrio en la hidratación, y consecuentemente se estimula la producción de orina⁶¹.

Para una correcta y rápida rehidratación post ejercicio, se recomienda la ingesta de al menos un 150% de la pérdida de peso para cubrir la pérdida de líquido por el sudor, más las pérdidas obligatorias de orina, con una concentración de sodio entre 50 y 60 mEq/L, para mantener la osmolaridad plasmática y el deseo de beber^{62,63}.

Por lo anteriormente descrito y, en base a la evidencia encontrada, es que se hace necesaria la aplicación de una forma estructurada de hidratación, suponiendo que dicho procedimiento traerá beneficios manifestados en los valores de flujo espiratorio máximo, durante la realización de actividad física, en los sujetos que sean parte de nuestra investigación.

III. HIPÓTESIS

Los sujetos que realizan una corrida en pista atlética de una hora de duración, en condiciones de no hidratación, disminuyen sus valores de flujo espiratorio máximo (FEM).

IV. OBJETIVO GENERAL

Evaluar y comparar la variación del flujo espiratorio máximo mediante flujometría, de acuerdo a la pérdida de líquido corporal, medida a través de la variación del peso, en cadetes pertenecientes a la Escuela Naval Arturo Prat.

V. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el comportamiento de la muestra en base a la edad, estatura, talla, FEM teórico y distancia recorrida en el *test* de Cooper.
- Determinar y comparar la variación de líquido corporal, a través de la medición del peso previo y post prueba, según la modalidad de hidratación impuesta a la muestra de estudio.
- Determinar el flujo espiratorio máximo (FEM), mediante flujometría, pre y post ejercicio.
- Evaluar y comparar la variabilidad del FEM pre y post ejercicio, en ambos días de medición.

VI. MATERIALES Y MÉTODO

1. Población

1.1 Descripción de población

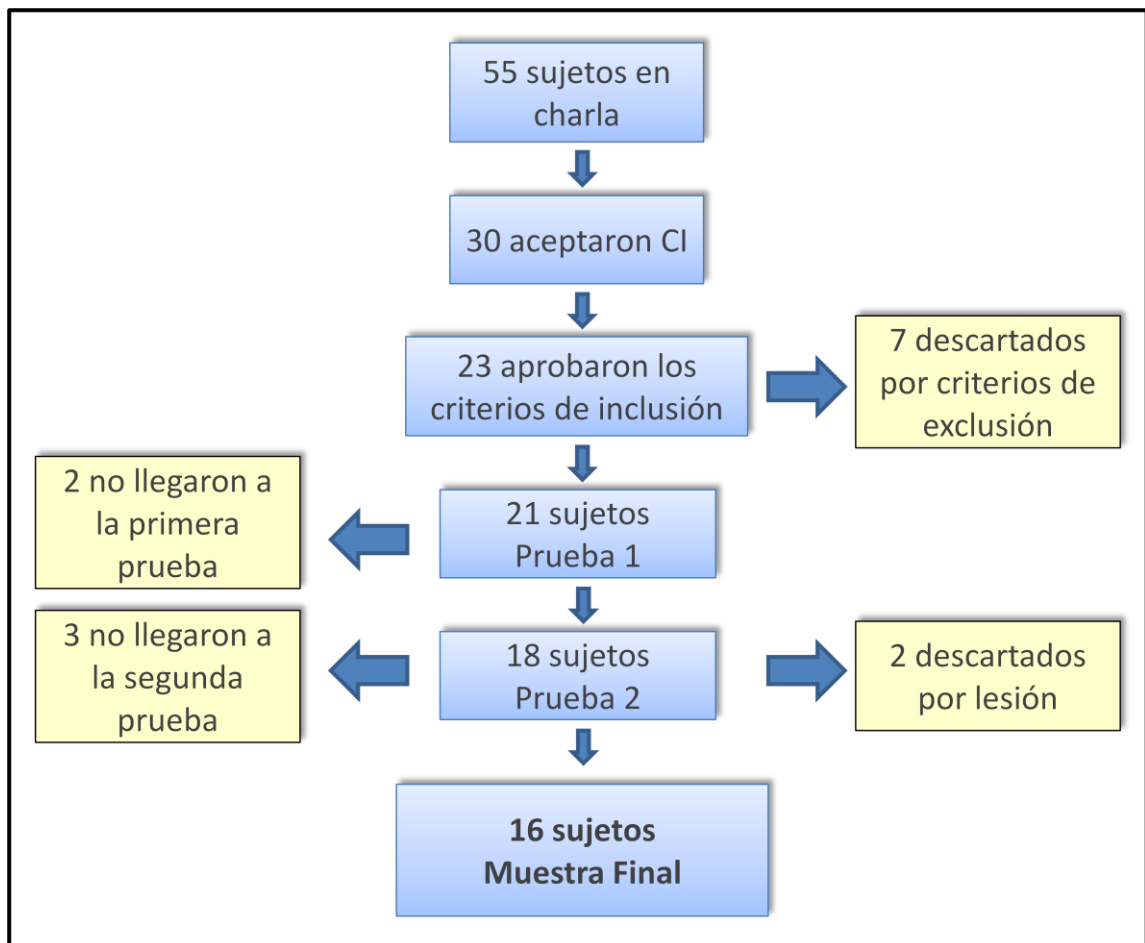
La población corresponde a 55 sujetos que pertenecen a la Escuela Naval Arturo Prat durante el año 2010, y son parte de una de las siguientes ramas deportivas: Remo, Pentatlón Militar y Atletismo. Todos estos sujetos fueron citados a la charla de información, donde a su vez se realizó la firma del consentimiento informado.

2. Muestra

Del total de la población, 30 sujetos aceptaron el consentimiento informado. De estos, 7 fueron descartados por ser parte de los criterios de exclusión, 5 fumadores y 2 por presentar FEM basal bajo el 80% del teórico ^[19], por lo que el número de corredores que registraron su FEM basal fue de 23 sujetos. A estos 23 sujetos se les revisó la ficha médica y se confirmó que no poseían ningún impedimento para incluirlos en la prueba.

Para el primer día de medición, asistieron 21 sujetos, los cuales completaron satisfactoriamente la intervención. Para el segundo día de medición asistieron 18 sujetos, y durante el transcurso de este, 2 de ellos abandonaron la prueba por lesión. El número total de sujetos que completó ambas pruebas fue 16, lo que constituye la muestra final. Este proceso se detalla de manera esquemática en el flujograma a continuación (Figura 2).

Figura 2. Selección de la muestra



2.1 Criterios de selección de la muestra

Para la selección de la muestra, se aplicaron los siguientes criterios de inclusión y exclusión, detallados en la tabla 2.

Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Hombres	Mujeres
Nivel de entrenamiento deportivo equivalente a un mínimo de 20 horas semanales	Presencia de patología respiratoria, renal, metabólica, nutricional, cardiovascular, musculo esquelético agudas o crónicas
Edad entre 18 y 23 años	Fumadores
Aprobación del consentimiento informado	Uso de fármacos que alteren el rendimiento deportivo
	Valor de FEM basal bajo el 80% del teórico

3. Materiales

- Mini Estándar *Wright Peak Flow Meter* Escala ATS, escala púrpura.
Ref. 3103085 (3 unidades).
- Boquillas de cartón 30x28x67mm (100 unidades).
- Bebidas isotónicas *Gatorade Sport Bottle* de 591 mL (36 unidades).
- Balanza mecánica Detecto para adultos con cartabón, Ref. 2391.
- Cronómetro *Software Time Left 3.43 Nestersoft Inc.* 2008.
- Peto deportivo Mitre (16 unidades).
- Silbato *Fox* 40.

4. Variables

Las variables utilizadas son de tipo cuantitativa, las que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Variables del estudio

Variable	Dimensiones	Definición nominal	Operacionalización
Flujo Espiratorio Máximo	Medido a través de la variación del flujo espiratorio expresado en L/min.	Flujo más alto logrado en una maniobra de espiración forzada máxima, comenzando desde la capacidad pulmonar total.	Su determinación es mediante el uso del flujómetro mini <i>Wright</i> , en tres ocasiones distintas, tanto previo como posterior a la realización de ejercicio
Variación líquido corporal	Medida a través de la variación de peso corporal en Kg.	Modificación del contenido hídrico corporal.	Su determinación es medida por la variación de peso corporal pre y post ejercicio. Se utilizará una pesa Detecto.

5. Metodología

Con el propósito de que los sujetos se informaran del sentido del estudio, se realizó una charla informando los alcances de éste, a la vez que se detalló las características de la medición.

La prueba consistió en un trote sobre una pista atlética durante 60 minutos. Dicha intervención fue realizada en dos días distintos, con similares condiciones ambientales, en horario diurno entre las 16:30 y las 18:00 horas, donde se midieron las variables previamente descritas, las que se llevaron a cabo tanto antes como tras la finalización de ésta, con excepción del FEM basal que se registró en condiciones de reposo, tres días antes de la prueba.

La distancia recorrida fue la misma para todos los sujetos, los que siguieron la trayectoria del carril uno de la pista atlética, que contempla 400 m de largo. En base a dicha distancia, se obtuvieron sus resultados individuales del *Test de Cooper*, el que fue utilizado posteriormente para determinar la intensidad de la realización del ejercicio. Ésta, tomó como límite inferior el 70% de su rapidez máxima, para cada vuelta alrededor del circuito. Estos datos fueron obtenidos a partir los registros deportivos de cada sujeto, facilitados por el personal a cargo en la Escuela Naval.

Un mes antes, se realizó un ensayo con cuatro estudiantes de la carrera de Kinesiología de la Universidad de Valparaíso, en la pista atlética del Estadio Regional Chiledeportes, simulando las condiciones de la intervención original de datos, en cuanto a espacio físico y operacionalización de ésta. En tal ocasión, se realizó la medición de FEM a los sujetos que participaron en el ensayo, por los mismos evaluadores que la realizarían en la prueba original, los que fueron previamente certificados (Anexo 6). A su vez, se hidrató a los participantes del ensayo, de la misma manera que a la población para el día de la prueba.

Durante la toma original, se conformó un solo grupo, el cual fue evaluado en dos ocasiones distintas, con una semana de diferencia entre ellas, en condiciones climáticas y físicas similares (Anexo 2).

Durante el primer día de evaluación, los sujetos accedieron a una pequeña sala adyacente a la pista atlética, en la cual se registró el peso previo a la prueba. Dicha medición se realizó solo con ropa interior. Luego, accedieron a la pista atlética, donde, asignados en tres subgrupos previamente definidos a cargo de cada uno de los tres evaluadores, se registró el FEM previo a la prueba de acuerdo a la estandarización para la toma de flujometría, la cual contempla la realización de 3 mediciones y considerar el valor más alto a partir de éstas^{18, 19, 23}. Tras la totalidad de las mediciones, un silbato marcó el inicio del trote, donde tres sujetos, uno de cada subgrupo inicia el recorrido. El

siguiente sujeto a evaluar, inició la prueba transcurridos dos minutos del silbato inicial. Dicho período se repitió hasta que el último sujeto iniciase la prueba.

Para verificar la intensidad a la cual los sujetos debían correr, se les proporcionó un cronómetro digital con el fin de conservar los tiempos de vuelta establecidos para cada sujeto de acuerdo al 70% de su capacidad aeróbica máxima. A su vez, para tener un control sobre el tiempo total de la prueba se utilizó un programa computacional que simuló un cronómetro (*software TimeLeft*).

Tras cumplir con una hora de trote, los sujetos llegaron al mismo punto donde iniciaron la prueba, lugar donde nuevamente se les evaluó el FEM. Tras finalizar la prueba, accedieron a la sala adyacente a la pista, para registrar el peso posterior al trote. Para ambas mediciones, tanto el primer como el segundo día, el requisito fue secarse completamente, es decir, eliminando completamente el sudor, junto al cambio de ropa interior, con el fin de obtener las mismas condiciones de la evaluación de peso inicial¹¹.

En el primer día, quienes realizaron la prueba no fueron sometidos a ningún tipo de hidratación, excepto al terminar ésta, donde consumieron 4 a 7 mL/Kg de bebida isotónica, para prevenir complicaciones posteriores.

Durante el segundo día de evaluación, se realizó exactamente el mismo procedimiento anteriormente descrito, con la diferencia de que los sujetos fueron hidratados utilizando como referencia un protocolo elaborado por el *Gatorade Sports Science Institute*^{9,56,58}.

El protocolo de hidratación, consiste en consumir la cantidad de bebida isotónica, calculada para cada sujeto en particular, en base a la pérdida de peso obtenida durante el primer día de medición. A cada sujeto se le proporcionó dos botellas, marcadas con la cantidad de mililitros a consumir durante el transcurso de la prueba, la que se dividió en cuatro intervalos que tienen una duración de 15 minutos cada uno.

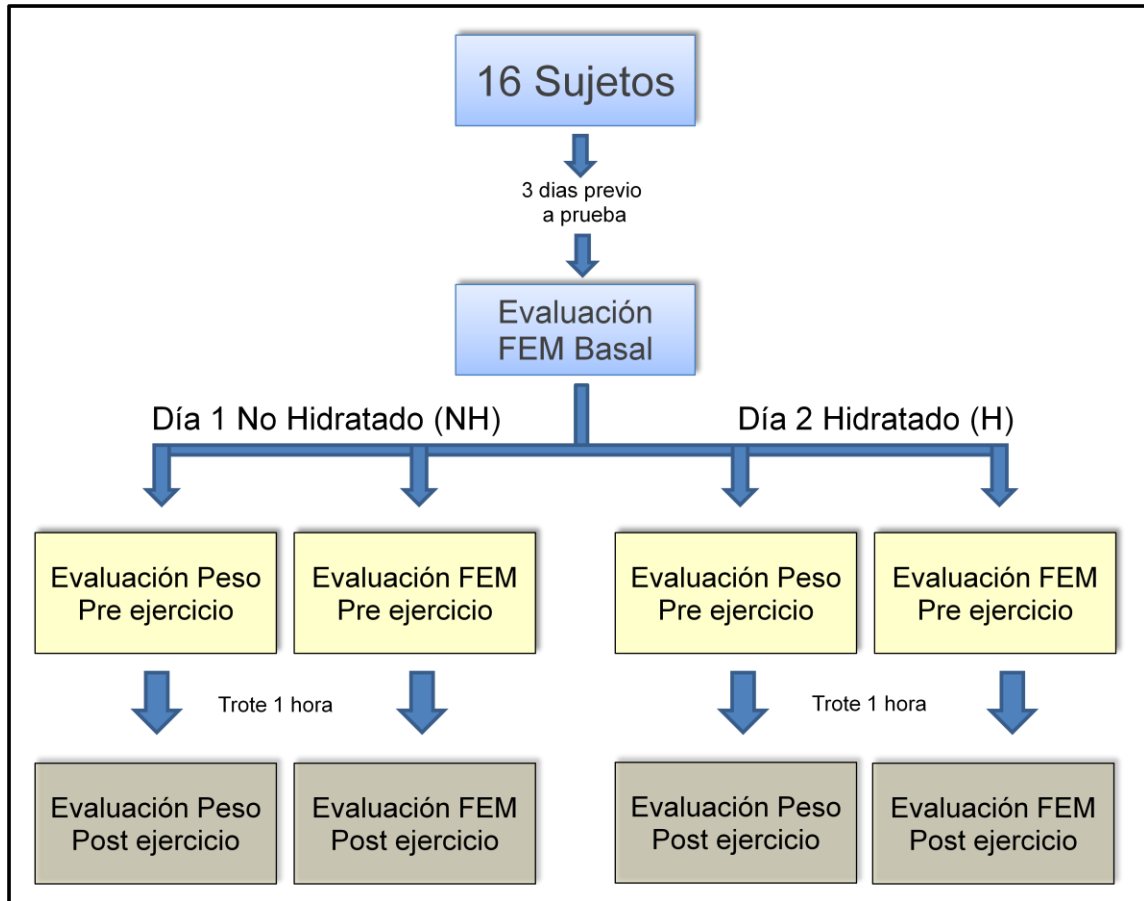
Las botellas utilizadas durante la evaluación, permiten realizar la prueba sin generar interrupción del trote, gracias al dosificador adosado en la tapa del envase. Por tanto, durante la prueba, el evaluador asignado a cada subgrupo, fue quien les proporcionó la cantidad de bebida, durante el tiempo destinado para su consumo. A su vez, fueron previamente informados en relación al inicio y término de cada intervalo, con el fin de que pudiesen ingerir la totalidad de mililitros impuesta para dicho tiempo.

Tabla 4. Información nutricional bebida *Gatorade*

Botella contenido neto 591 ml	En 100 ml.	Por porción 200 ml.
Energía (Kcal)	24	48
Grasas Totales (g)	0	0
Proteínas (g)	0	0
Hidratos carbono disponibles (g)	6	12
Sodio (mg)	49	98
Potasio (mg)	24	48

En función de esquematizar los procedimientos llevados a cabo para lograr la extracción de datos desde la muestra, se elaboró un flujograma que se muestra a continuación (Figura 3).

Figura 3. Flujograma: metodología del estudio.



VII. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la caracterización de la muestra, se utilizó media, desviación estándar y rango. Se realizó un *test* de *Kolmogorov - Smirnov*, para analizar si la población presentó una distribución normal.

Se llevó a cabo una prueba de diferencia de medias, entre los datos obtenidos para los dos días de medición, utilizando *T- test* para datos pareados, con un nivel de significancia del 95% ($p < 0,05$). La información fue organizada mediante figuras, y su respectiva información en tablas.

El programa estadístico utilizado fue *Graph Pad Prism*, *Graph Pad Software Inc*, versión 5.01, Agosto 2007 para *Windows*.

VIII. RESULTADOS

Para facilitar la comprensión de los resultados, se dispuso de siglas que clarifican los datos de las variables obtenidas, las que se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Siglas para el análisis de resultados.

Medición	Sigla
Primer día de intervención (No Hidratados)	NH
Segundo día de intervención (Hidratados)	H
Peso previo al ejercicio	Peso Pre
Peso posterior al ejercicio	Peso Post
Flujo espiratorio máximo previo al ejercicio	FEM Pre
Flujo espiratorio máximo posterior al ejercicio	FEM Post

1. Caracterización de la muestra.

Se estableció que la media de edad fue $20,3 \pm 1,6$ años, observando además que el rango va desde 18 a 23 años. En cuanto a la talla, se determinó que el valor de la media es de $174,1 \pm 6,7$ cm, mientras que el rango fluctúa entre 162 y 186 cm.

Para los valores del *Test de Cooper*, la media fue de 3.049,1 ± 196,4 m. El rango va desde 2650 a 3390 m recorridos. Por otro lado, para el FEM teórico se obtuvo una media 590,2 ± 16,1 L/min y su rango va desde los 555,2 a los 610,5 L/min. Dichos resultados se detallan a continuación, en la tabla 6.

Tabla 6. Caracterización de la muestra.

	Media		D.E	Mínimo- Máximo
Edad (años)	20,3	±	1,6	[18 - 23]
Estatura (cm)	174,1	±	6,7	[162 - 186]
Test de Cooper (m)	3049,1	±	196,4	[2650 - 3390]
FEM Teórico (L/min)	590,2	±	16,1	[555,2 - 610,5]

n=16; D.E: Desviación estándar

2. Análisis de normalidad de la muestra

Para determinar la normalidad de los datos obtenidos en la muestra, se realizó el *test de Kolmogorov – Smirnov*. Dicho *test* incluyó el análisis de FEM, entre los que se encuentran FEM Basal, FEM Pre NH y FEM Pre H. A su vez, se analizó el peso, específicamente el Peso Pre NH y Peso Pre H.

Los valores de FEM y peso nombrados anteriormente, fueron comparados entre sí de manera sucesiva. Se observó que todos presentaron una distribución normal, en condiciones previas al ejercicio ($\alpha = 0,05$).

3. Valores obtenidos para FEM Basal

Para el FEM Basal, se estableció que la media fue de 641 ± 56 L/min, y sus valores fluctuaron entre 540 y 740 L/min. Dichos resultados se detallan a continuación, en la tabla 7.

Tabla 7. Caracterización del FEM basal

	<i>Media</i>		<i>D.E.</i>	<i>Mínimo - Máximo</i>
FEM Basal (L/min)	641	±	56	[540 - 740]

Primer día de medición, en condiciones de no hidratación

4. Variación de líquido corporal entre Peso Pre NH y Peso Post NH

Para el Peso Pre NH, se estableció que la media fue de $69,9 \pm 6,6$ Kg, y sus valores fluctuaron entre 58,9 y 82,3 Kg. Por su parte, en los valores obtenidos en el Peso Post NH, se encontró una media de $68,8 \pm 6,5$ Kg, en tanto que sus valores fluctuaron entre 57,7 y 81,1 Kg. Dichos resultados, se detallan a continuación en la tabla 8.

Tabla 8. Caracterización de la variación de líquido corporal en el primer día de medición.

	<i>Media</i>		<i>D.E.</i>		<i>Mínimo - Máximo</i>
Peso (kg) Pre NH	69,9	±	6,6		[58,9 - 82,3]
Peso (kg) Post NH	68,8	±	6,5		[57,7 - 81,1]

n=16; D.E: Desviación estándar

Tabla 9. Valores de peso obtenidos en el primer día de medición

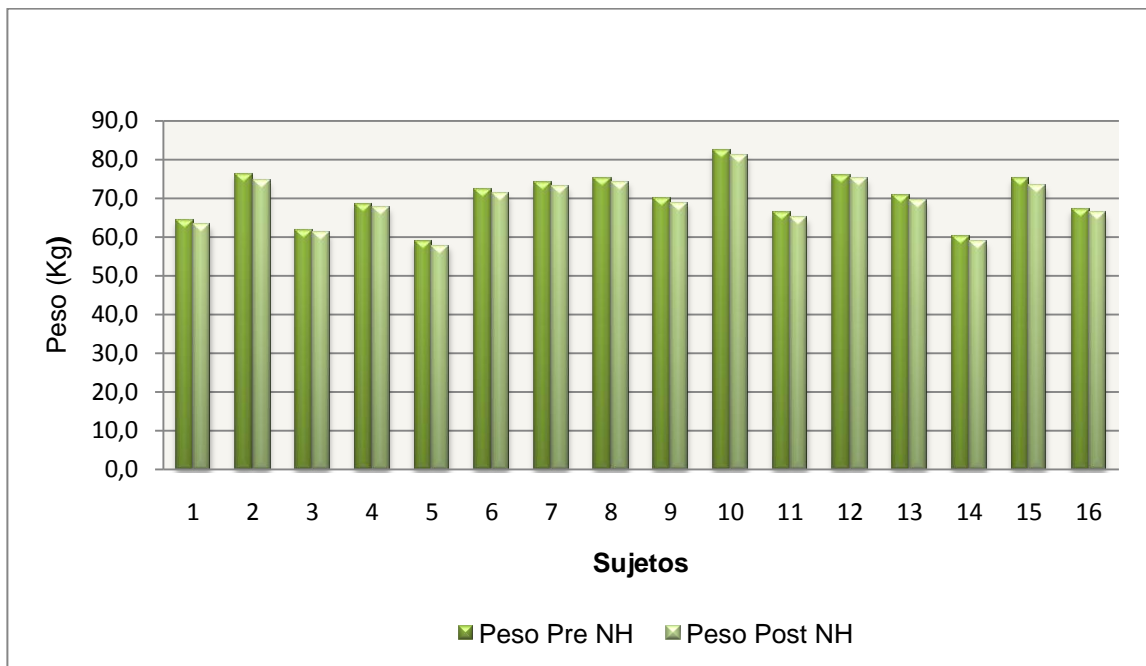
Sujeto	Peso Pre NH (Kg)	Peso post NH (Kg)
1	64,2	63,2
2	76,3	74,6
3	61,8	61,2
4	68,6	67,7
5	58,9	57,7
6	72,2	71,1
7	74,2	73,1
8	75,3	74,2
9	70,0	68,8
10	82,3	81,1
11	66,2	65,0
12	75,9	75,1
13	70,6	69,4
14	60,0	58,8
15	75,2	73,4
16	67,2	66,2

$n=16$

De los datos obtenidos de la tabla 9, se puede apreciar que la totalidad de los sujetos perdieron líquido corporal tras realizar la corrida, 15 de ellos, que representan el 93,75% de la muestra presentaron pérdida de líquido corporal mayor al 1%. A su vez, el sujeto 3, fue quien menos perdió líquido corporal (0,9% de su peso inicial), en tanto que el sujeto 15 fue quién más perdió líquido (2,4% de su peso inicial).

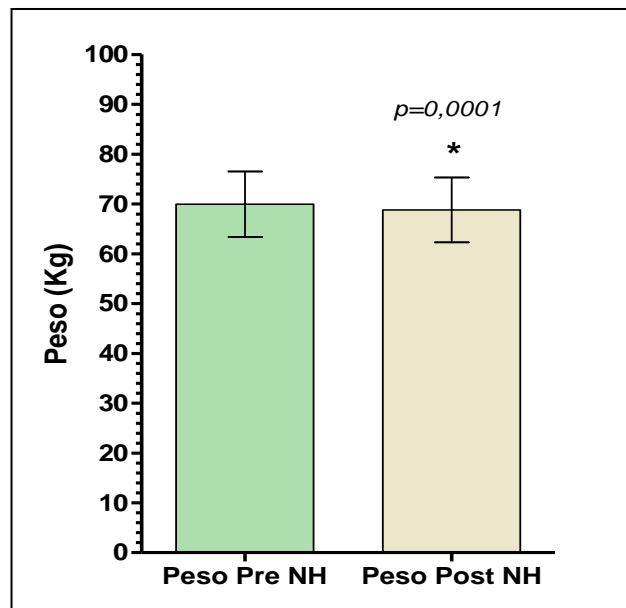
En función de clarificar los datos expresados en la tabla 9, se muestra la figura 4, que representa gráficamente la comparación individual de los valores de FEM obtenidos.

Figura 4. Valores de Peso obtenidos en el primer día de medición



Al analizar los datos con *T-test*, se observa que existe diferencia entre las medias del Peso Pre NH y Peso Post NH, obteniendo un valor $p < 0,05$, con un nivel de confianza de 95% tal como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Comparación de medias, primer día de medición, sin hidratación entre el Peso Pre NH y Peso Post NH.



$n=16; p < 0,05$

5. Variación entre FEM Pre NH y FEM Post NH

En relación al FEM Pre NH se encontró una media de 638 ± 62 L/min, fluctuando entre 530 y 770 L/min. Por su parte, en el FEM Post NH la media fue de 649 ± 65 L/min y sus valores fluctuaron entre 550 y 800 L/min. Dichos resultados, se detallan a continuación en la tabla 10.

Tabla 10. Caracterización de la variación del flujo espiratorio máximo, en el primer día de medición.

	<i>Media</i>		<i>D.E.</i>	<i>Mínimo - Máximo</i>
FEM Pre NH (L/Min)	638	±	62	[530 - 770]
FEM Post NH (L/Min)	649	±	65	[550 - 800]

n=16; D.E: Desviación estándar

Tabla 11. Valores de FEM obtenidos en el primer día de medición

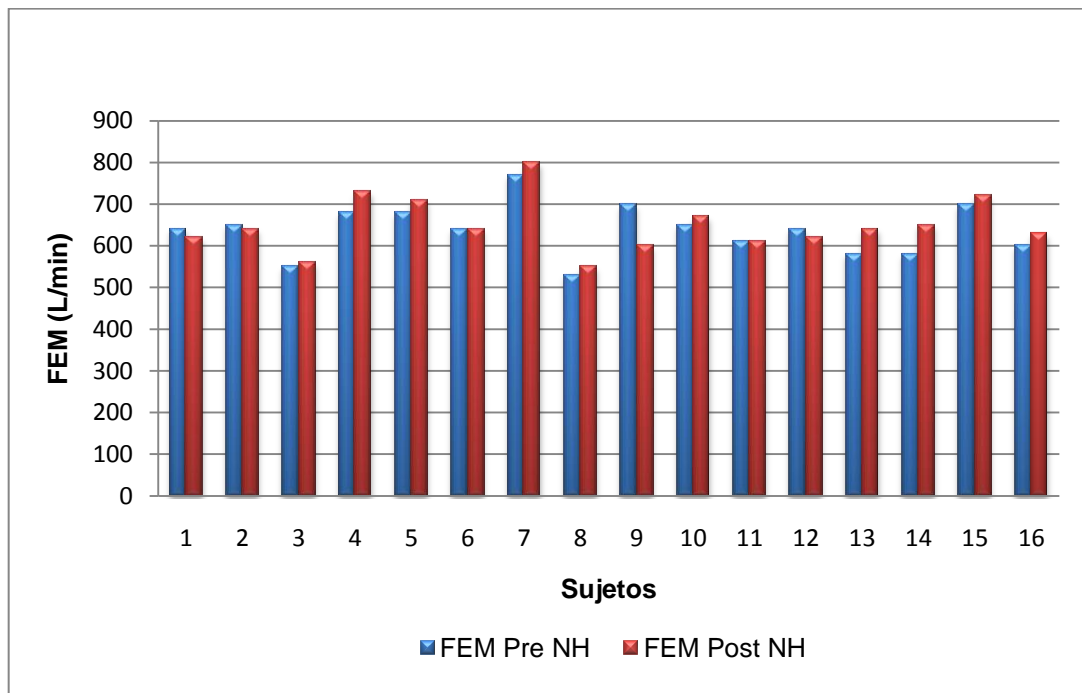
Sujeto	FEM Pre NH (L/min)	FEM Post NH (L/min)
1	640	620
2	650	640
3	550	560
4	680	730
5	680	710
6	640	640
7	770	800
8	530	550
9	700	600
10	650	670
11	610	610
12	640	620
13	580	640
14	580	650
15	700	720
16	600	630

n=16

De los datos obtenidos en la tabla 11, se puede apreciar que 2 sujetos, correspondientes al 12,5% del total de la muestra, mantuvieron sus valores de FEM. A su vez, 10 sujetos que corresponden al 62,5% del total de la muestra, aumentaron sus valores de FEM Post NH, en relación al FEM Pre NH, en tanto que 4 sujetos correspondientes al 25% de la totalidad de la muestra, disminuyeron sus valores de FEM Post NH.

En función de clarificar los datos expresados en la tabla 11, se muestra la figura 6, que representa gráficamente la comparación individual de los valores de FEM obtenidos.

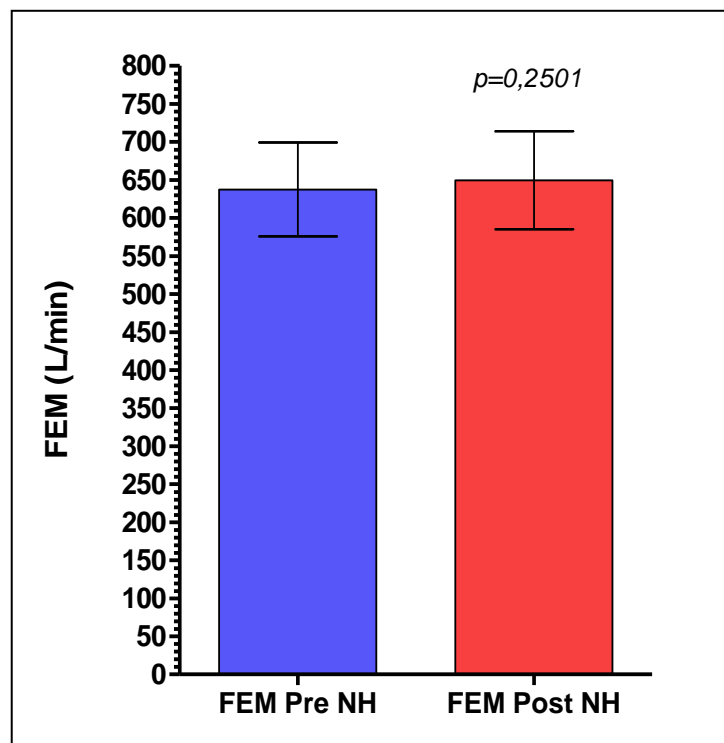
Figura 6. Valores de FEM obtenidos en el primer día de medición.



n=16

Al analizar los datos con *T-test*, se observa que no existe diferencia entre las medias de los valores FEM Pre NH y FEM Post NH, con un nivel de confianza de un 95% tal como se muestra en la figura 7.

Figura 7. Comparación de medias, primer día de medición sin hidratación, entre FEM Pre NH y FEM Post NH.



n=16

6. Variabilidad entre FEM Pre NH y FEM Post NH

La tabla 12 muestra la variabilidad del FEM en la primera medición. Los valores se expresan en porcentajes, según la siguiente fórmula (Kukafka D, 1998; Perelló J, 2002)

$$\text{Variabilidad} = \frac{\text{FEM máximo} - \text{FEM mínimo}}{\text{FEM máximo}} * 100$$

Tabla 12. Variabilidad de FEM en el primer día de medición

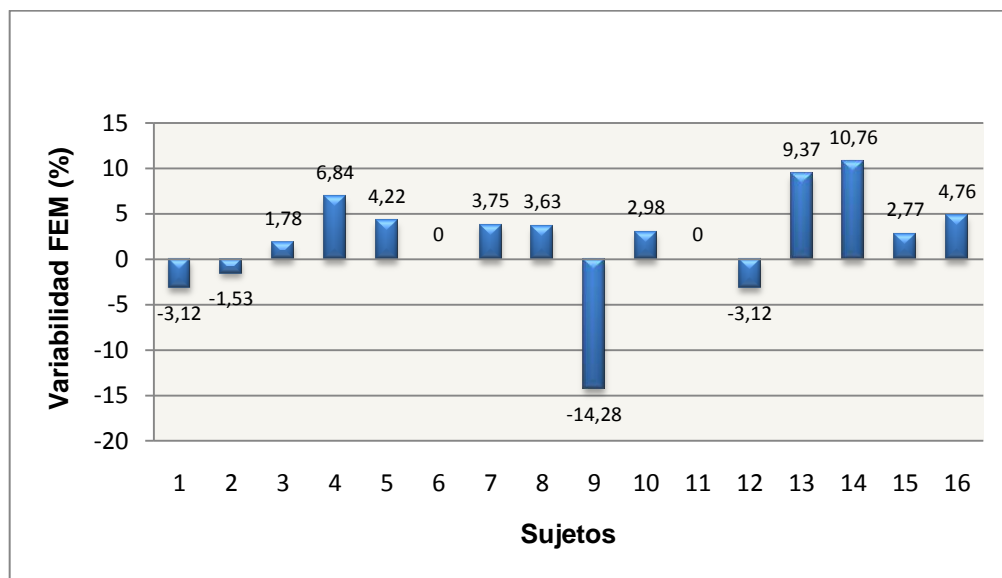
Sujeto	Variabilidad FEM primer día medición
1	-3,12
2	-1,53
3	1,78
4	6,84
5	4,22
6	0
7	3,75
8	3,63
9	-14,28
10	2,98
11	0
12	-3,12
13	9,37
14	10,76
15	2,77
16	4,76

n=16. Los valores se expresan en porcentaje (%)

De los datos obtenidos en la tabla 12, se puede apreciar que el sujeto 9, presentó una diferencia negativa de un 14,28%, respecto de su FEM Pre NH.

En función de clarificar los datos expresados en la tabla 12, se muestra la figura 8, que representa gráficamente la variabilidad individual de los valores de FEM obtenidos.

Figura 8. Porcentaje de variabilidad del FEM en el primer día de medición



$n=16$

Segundo día de medición, en condiciones de hidratación

7. Variación de líquido corporal entre Peso Pre H y Peso Post H

Para el Peso Pre H, se estableció que la media fue de $69,7 \pm 6,5$ Kg, y sus valores fluctuaron entre 58,3 y 82,3 Kg. Por su parte, en los valores obtenidos en el Peso Post H, se encontró una media de $69,7 \pm 6,6$ Kg, en tanto que sus valores fluctuaron entre 58,9 y 82,1 Kg. Dichos resultados, se detallan a continuación en la tabla 13.

Tabla 13. Caracterización de la variación de líquido corporal, en el segundo día de medición.

	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>	<i>Mínimo - Máximo</i>
Peso (kg) Pre H	69,7 ± 6,5		[58,3 - 82,3]
Peso (kg) Post H	69,7 ± 6,6		[58,9 - 82,1]

n=16; D.E: Desviación Estándar

Tabla 14. Valores de peso, obtenidos en el segundo día de medición

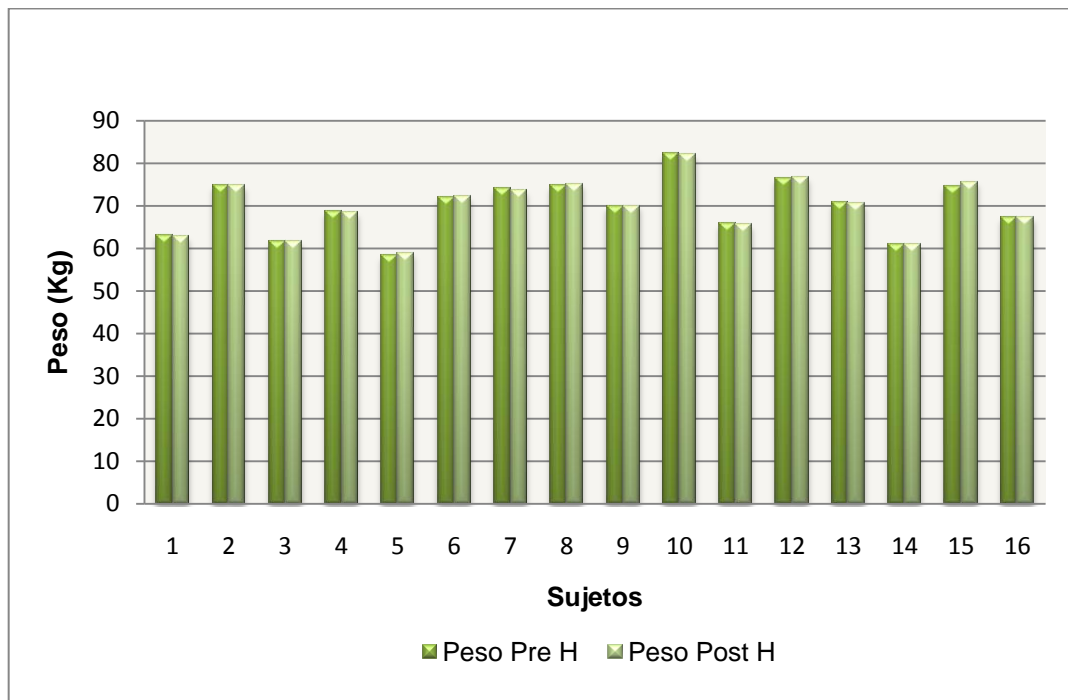
Sujeto	Peso Pre H (Kg)	Peso Post H (Kg)
1	63,2	62,8
2	74,8	74,8
3	61,6	61,6
4	68,7	68,5
5	58,3	58,9
6	72,0	72,2
7	74,1	73,5
8	74,8	75,1
9	69,8	70,0
10	82,3	82,1
11	65,9	65,6
12	76,4	76,7
13	70,7	70,6
14	60,8	60,8
15	74,6	75,6
16	67,2	67,1

$n=16$

De los datos obtenidos en la tabla 14, se puede apreciar que 3 sujetos, que corresponden al 18,75% del total de la muestra, mantuvieron su peso. A su vez, 7 sujetos que corresponden al 43,75% de la muestra total, presentaron pérdida de líquido corporal, de las cuales ninguna fue mayor al 1% de su peso. Por otra parte, 6 sujetos que corresponden al 37,5% de la muestra, aumentaron su peso corporal, de los cuales dos presentaron una diferencia positiva mayor al 1%.

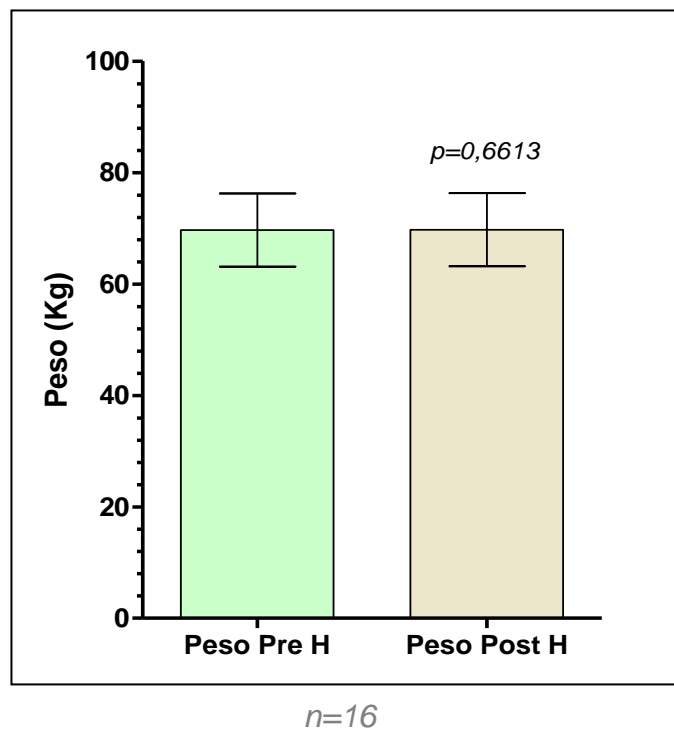
En función de clarificar los datos expresados en la tabla 14, se muestra la figura 9, que representa gráficamente la variación individual de los valores de peso obtenidos.

Figura 9. Valores de peso, obtenidos en el segundo día de medición



Al analizar los datos con *T-test*, se observa que no existe diferencia entre las medias del Peso Pre H y Peso Post H, obteniendo un valor $p > 0,05$ con un nivel de confianza de 95% tal como se muestra en la figura 10.

Figura 10. Comparación de medias, segundo día de medición con hidratación entre el Peso Pre H y Peso Post H.



8. Variación entre FEM Pre H y FEM Post H

En relación al FEM Pre H, se encontró una media de 624 ± 76 L/min, y sus valores fluctúan entre 500 y 750 L/min. En cuanto a FEM Post H, la media fue de 646 ± 79 L/min y sus valores fluctúan entre 480 y 780 L/min. Dichos resultados se detallan a continuación, en la tabla 15.

Tabla 15. Caracterización de la variación del FEM, en el segundo día de medición.

	<i>Media</i>		<i>D.E.</i>	<i>Mínimo - Máximo</i>
FEM Pre H (L/Min)	624	±	76	[500 - 750]
FEM Post H (L/Min)	646	±	79	[480 - 780]

n=16; D.E: Desviación Estándar

Tabla 16. Valores de FEM obtenidos en el segundo día de medición

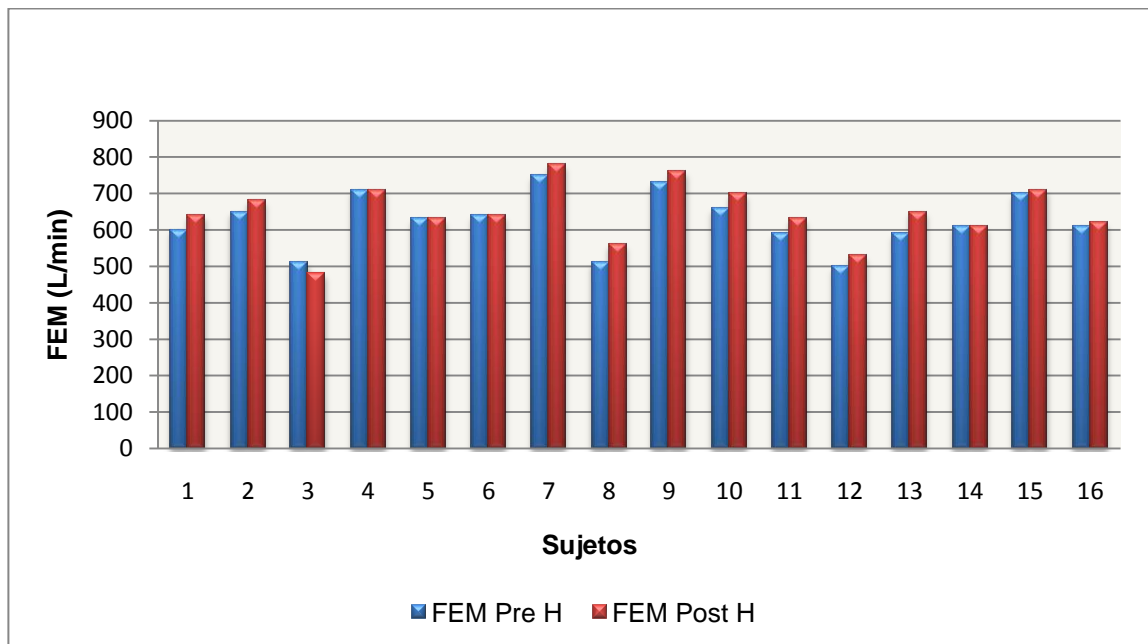
Sujeto	FEM Pre H (L/min)	FEM Post H (L/min)
1	600	640
2	650	680
3	510	480
4	710	710
5	630	630
6	640	640
7	750	780
8	510	560
9	730	760
10	660	700
11	590	630
12	500	530
13	590	650
14	610	610
15	700	710
16	610	620

n=16

De los datos obtenidos en la tabla 16, se puede apreciar que 4 sujetos, que corresponden al 25% del total de la muestra, mantuvieron sus valores de FEM. A su vez, 11 sujetos que corresponden al 68,75% del total de la muestra, aumentaron sus valores de FEM Post H, en relación al FEM Pre H. Por otra parte, un sujeto, correspondiente al 6,25% de la muestra total, disminuyó sus valores de FEM Post H en relación a FEM Pre H.

En función de clarificar los datos expresados en la tabla 16, se muestra la figura 11, que representa gráficamente la comparación individual de los valores de FEM obtenidos.

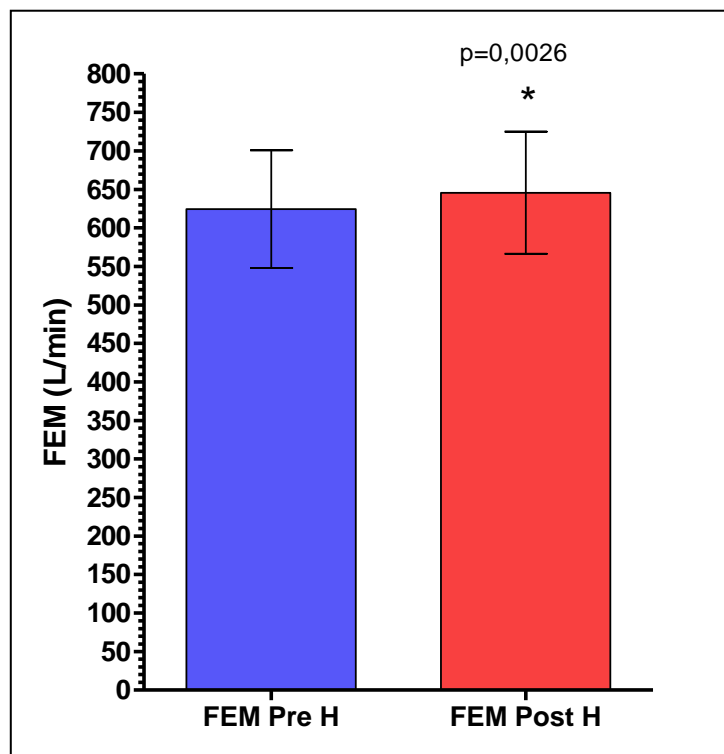
Figura 11. Valores de FEM obtenidos en el segundo día de medición



n=16

Al analizar los datos con *T-test*, se observa que existe diferencia entre las medias de los valores FEM Pre H y FEM Post H, obteniendo un valor $p < 0,05$ con un nivel de confianza de un 95% tal como se muestra en la figura 12.

Figura 12. Comparación de medias, segundo día de medición, con hidratación entre FEM Pre H y FEM Post H.



$n=16$

9. Variabilidad entre FEM Pre H y FEM Post H

La tabla 17, muestra la variabilidad del FEM en el segundo día de medición. Los valores se expresan en porcentaje según la aplicación de la fórmula anteriormente nombrada.

Tabla 17. Variabilidad de FEM en el segundo de día de medición

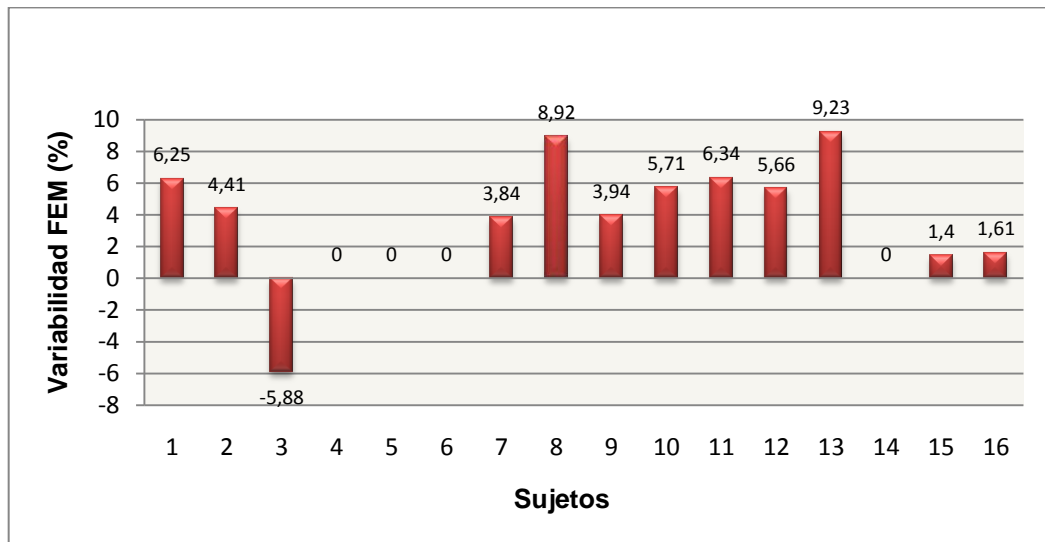
Sujeto	Variabilidad FEM segundo día medición
1	6,25
2	4,41
3	-5,88
4	0
5	0
6	0
7	3,84
8	8,92
9	3,94
10	5,71
11	6,34
12	5,66
13	9,23
14	0
15	1,4
16	1,61

n=16. Los valores se expresan en porcentaje (%)

De los datos obtenidos en la tabla 17, se puede apreciar que 15 sujetos, que corresponden al 93,75% del total de la muestra, presentaron una diferencia positiva con respecto a su FEM Pre H. A su vez, un sujeto correspondiente al 6,25% de la totalidad de la muestra, presentó una diferencia negativa menor al 15% con respecto a su FEM Pre H.

En función de los datos expresados en la tabla 17, se muestra la figura 13, que representa gráficamente la variabilidad individual de los valores de FEM obtenidos.

Figura 13. Porcentaje de variabilidad de FEM, en el segundo día de medición



$n=16$

IX. DISCUSIÓN

En nuestro estudio se midió la variación del FEM bajo dos condiciones de hidratación. Estas mediciones se realizaron en dos días distintos. En el primero no se administró ningún tipo de hidratación, mientras se practicaba una prueba de trote en pista atlética de una hora de duración. Se midió tanto el peso como el FEM Pre y Post prueba. Mientras que en el segundo día de intervención, se aplicó un protocolo de hidratación con bebida isotónica aplicando las mismas mediciones.

En el primer día de intervención, en condiciones de no hidratación, encontramos que todos los sujetos que conformaban la muestra presentaron una pérdida de peso significativa ($p < 0,05$); esta pérdida podría ocurrir como consecuencia de la evaporación del sudor, mecanismo por el cual el organismo regula la temperatura corporal⁶⁴. Sumado a esto, el tipo de ejercicio (resistencia) y el largo tiempo de duración de éste^{11,56}, y considerando que la intensidad impuesta fue un 70% de su capacidad aeróbica máxima, podría explicar dicho fenómeno.

En cuanto al porcentaje de deshidratación post ejercicio, sin el consumo de líquido, la literatura muestra distintos valores de ésta. Se ha encontrado que

en soldados, durante un trote en ambiente caluroso, existe un porcentaje de deshidratación del 7%⁶⁵. Por contraparte, la aplicación de un protocolo de ingesta de líquido con bebidas isotónicas, en deportistas de remo, durante una hora de ejercicio, no generó deshidratación⁶⁶.

El 93,75% de los sujetos presentó algún grado de deshidratación, que para nuestro estudio es considerada mínima (1-3%)⁵⁶; esto considerando que tienen un mismo nivel de entrenamiento y son sometidos a las mismas condiciones ambientales. Sin embargo existen otros estudios que consideran un mayor porcentaje de pérdida de peso, (2% o más) para definir deshidratación^{45,66,67}. Por ende, lo que podría explicar el fenómeno de pérdida de líquido corporal, es la predisposición biológica individual a una mayor o menor tolerancia a la deshidratación¹¹.

En el segundo día, la muestra no presentó una pérdida de peso significativa ($p > 0,05$). Esto se podría explicar por la reposición de líquido, a través de bebidas isotónicas, basado específicamente en las pérdidas de peso corporal durante la primera intervención^{11,56}. Sun⁶⁶ plantea que una rehidratación con agua no logra los mismos efectos en cuanto a la reposición de peso corporal al final del ejercicio, en comparación a una bebida deportiva.

Un estudio elaborado por Kukafka¹⁴, incluyó a sujetos con FEM teórico bajo el 80% para evaluar la BIE, sin embargo, Perelló¹⁹ sugirió que valores teóricos bajo este límite indicarían la presencia de patología respiratoria. Por lo tanto, a pesar de contar en nuestro estudio con un sujetos bajo el 100% del teórico, estos fueron incluidos de igual manera, ya que estaban dentro del rango normal.

En condiciones de no hidratación, no hubo diferencia significativa ($p>0,05$) entre los FEM medidos Pre y Post prueba. Sin embargo, de manera particular, encontramos que el 62,5% de los sujetos aumentaron su FEM. Esto se explicaría por una combinación de una alta intensidad y tiempo prolongado de ejercicio, lo que detonaría una liberación de catecolaminas responsables de broncodilatación⁵².

Por otro lado, se ha mencionado que la liberación de una prostaglandina protectora PGE₂ durante el ejercicio, produciría una relajación en la musculatura lisa de la vía aérea e inhibiría la activación de los mastocitos²⁸. La ausencia de esta prostaglandina, por ejemplo tras una injuria del epitelio bronquial, favorece la producción de leucotrienos, y aumentaría por tanto, la broncoconstricción. Lo anterior coincide con lo expuesto por Anderson²⁷ quien menciona que una disminución en los niveles de PGE₂, podría generar que el músculo liso de la vía aérea se vuelva más sensible a mediadores inflamatorios.

Durante el segundo día de medición, se observó una diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los valores de FEM Pre y Post prueba; donde se encontró que 11 sujetos (68,75%) aumentaron sus valores de FEM, y 4 de ellos (25%) los mantuvieron. Este aumento significativo en los FEM, coincide con la intervención del protocolo de hidratación, preparado específicamente para cada sujeto^{11,56}. La escasa información disponible que relaciona la resistencia en la vía aérea de gran calibre con la aplicación de un protocolo de hidratación, no nos permite comparar los valores obtenidos en nuestro estudio.

Existe evidencia que avala la broncoconstricción por efectos de la pérdida de agua en la vía aérea¹³. Se ha postulado que el aumento de la osmolaridad en el fluido periciliar, debido a la pérdida de agua sería un estímulo primario para la broncoconstricción en el ejercicio. Además, se afirma que esta misma pérdida de agua sería un estímulo crítico que inicia la liberación de mediadores inflamatorios, provocando el estrechamiento del calibre bronquial^{35,52}.

Reforzando esta teoría, se ha descrito que los cambios osmolares que suceden en el epitelio respiratorio y que son secundarios a la deshidratación, gatillarían una cascada inflamatoria, que provoca finalmente el broncoespasmo³. Diversos estudios han demostrado que dicho proceso inflamatorio esta mediado por ciertas células entre las que destacan mastocitos

y eosinófilos. Los primeros, estarían relacionados con la liberación de un potente broncoconstrictor como la histamina, mientras que los segundos estarían asociados a la liberación de leucotrieno C₄ (LTC₄)^{2,30,35}.

Dentro de otros factores que podrían incidir sobre los valores del FEM, se encuentran las condiciones climáticas al momento de la prueba, en la cual predominaba una condición de humedad relativa promedio de un 86,3% (Anexo 2). Se ha evidenciado que realizar ejercicio con una humedad relativa cercana al 90%, promovería una reducción cercana a 50% en la severidad de la BIE. Esto podría explicarse en base a que el aire inspirado en condiciones húmedas, posee una mayor cantidad de agua, que en ambientes más secos⁵².

En cuanto a la temperatura ambiental presente al momento de realizar la prueba (14,1°C), la literatura no es clara al momento de definir si el aire frío influye sobre la mayor o menor severidad de la BIE. Estudios avalan que un ambiente a baja temperatura, facilitaría la pérdida de calor y agua desde la mucosa bronquial, generando el enfriamiento y la resequedad de la vía aérea^{3,7,13}. Por otra parte, se sostiene que no habría un efecto significativo sobre la ocurrencia de BIE asociada al frío⁵².

A la luz de los resultados, los mecanismos fisiológicos de broncodilatación, en conjunto con la restitución de líquido, generarían un efecto sumativo en pro del flujo espiratorio máximo. El seguimiento de una pauta de hidratación normada o estandarizada, permitiría a los sujetos mantener un FEM estable, ya que los mecanismos fisiopatológicos que inducen la BIE, se inhibirían mediante un aporte de líquido óptimo.

Si bien nuestros objetivos de búsqueda no se enfocaron en encontrar BIE, nuestros resultados nos permitirían inferir las causas de la caída del FEM asociada a dicho fenómeno⁵². La disminución del FEM y su posible relación con un hallazgo de BIE para el presente estudio, fue considerada a partir de una variabilidad del 15% en la caída de estos valores^{14,25}.

En la primera medición, un sujeto (6,25%) presentó tendencia a desarrollar BIE con una variabilidad en su FEM de un 14,28%. En estudios previos se considera una tasa de prevalencia de BIE en atletas sanos, que fluctúa entre el 10 y el 50%^{14,15,38}.

A menudo los síntomas respiratorios como tos, sibilancias, sensación de opresión torácica o aumento en la producción de moco, no son considerados como expresión de BIE por los sujetos que la poseen, ni tampoco por sus respectivos entrenadores y personal de salud a cargo, lo que conlleva a que tal

situación sea subdiagnosticada clínicamente, sobre todo en aquellos deportistas que tienen antecedentes de asma familiar y atopía¹⁵. Cabe destacar que en ninguna de las intervenciones en nuestro grupo de estudio los sujetos refirieron algún malestar o indicios de síntomas asociados a BIE.

A la luz de estos hallazgos, justificamos el aumento en los valores del FEM basándonos en que la segunda intervención fue realizada bajo la aplicación de un protocolo de hidratación. Esto se condice con que no existió diferencia significativa en el peso corporal de ambos grupos pesos ($p>0,05$), lo que permitiría inferir que dicha intervención generó cambios sobre los valores del FEM.

Por lo anteriormente discutido, y de acuerdo a los resultados obtenidos, la hipótesis planteada para el presente estudio no se confirma, lo que no descartan que dicho fenómeno, pudiese ocurrir en otros estudios.

1- Implicancias y proyecciones

El diseño del estudio no contempla un control estricto sobre las variaciones de los estados de hidratación de los sujetos en el transcurso entre la primera y la segunda medición, ni consigna los estados de hidratación basales en un período previo al ejercicio. Sin embargo, tres días antes de la

realización de la prueba, los sujetos fueron orientados sobre la mantención de sus rutinas normales de alimentación e hidratación. Los valores de peso previos a cada ejercicio presentaron una distribución normal ($\alpha=0,05$), lo que apoyaría nuestra idea original de seleccionar un grupo de sujetos con una rutina diaria de preestablecida, homogénea y uniforme.

Además, en el presente estudio, se aplicó la medición del FEM a través de la flujometría. Si bien no es un método tan sensible como la espirometría, su uso se justifica por la fácil aplicación en cuanto al tiempo de toma de prueba, lo que permite medir a un gran número de sujetos en un breve período, también a su buena correlación con el VEF1, a su rápida interpretación, a su fácil acceso y a que la literatura la respalda como predictora de la función pulmonar^{14,18,23}.

A través de un método sencillo como la flujometría podemos obtener datos clínicos con respecto a la función pulmonar en sujetos sanos y deportistas, lo que permitiría mantener un seguimiento estricto de los valores de FEM y de cómo una alteración a nivel respiratorio pudiese influir en el rendimiento deportivo. Además, en concordancia con las nuevas políticas públicas en salud, el enfoque preventivo que nos entrega la medición del FEM en sujetos sanos, podría abrir nuevos ámbitos en el quehacer kinésico.

Por lo tanto, recomendamos el uso de la flujometría en el campo deportivo, de tal manera de objetivar los signos clínicos asociados a la disminución del FEM que los atletas pudiesen presentar durante la actividad física y no solo limitarse a los sujetos con antecedentes de asma o atopía. Sin embargo, se desconoce en la actualidad el nivel objetivo de mejora en el rendimiento deportivo que generaría una buena hidratación y la monitorización del FEM, evitando la manifestación de una posible sintomatología indicadora de BIE, en sujetos que regularmente practican algún tipo de deporte y que desconocen o ignoran la de la clínica respiratoria.

Sería importante reproducir un estudio que busque una forma alternativa de deshidratación, aplicado específicamente en sujetos asmáticos y comparar los resultados con los obtenidos en nuestro estudio. Sugerimos para estas futuras investigaciones, el uso de herramientas de mayor sensibilidad como la espirometría, para la objetivación de la función pulmonar en vía aérea periférica.

X. CONCLUSIÓN

Los sujetos que realizaron la prueba en condiciones de no hidratación, variaron su líquido corporal, disminuyendo su peso al finalizar ésta. Al ser intervenidos con un protocolo de hidratación específico, mantuvieron su líquido corporal, conservando su peso.

Los sujetos que realizaron la prueba en condiciones de no hidratación, conservaron sus valores FEM, al finalizar ésta, mientras que al ser intervenidos con un protocolo de hidratación específico, mejoraron sus valores FEM.

Los resultados obtenidos a través de la medición realizada, no son extrapolables a la población general.

XI. REFERENCIAS

1. Kalhoff H. Mild dehydration: a risk factor of broncho-pulmonary disorders? *European Journal of Clinical Nutrition* 2003; 57: 81 – 87.
2. Moloney E, Griffin S, Burke C, Poulter L, O’Sullivan S. Release of inflammatory mediators from eosinophils following a hyperosmolar stimulus. *Respiratory Medicine* 2003; 97: 928 – 932.
3. Parsons J, Baran C, Phillips G, Jarjoura D, Kaeding C, Bringardner B, Wadley G, Marsh C, Mastronarde J. Airway inflammation in exercise-induced bronchospasm occurring in athletes without asthma. *Journal of Asthma* 2008; 45: 363 – 367.
4. Cruz E. Aparato Respiratorio: fisiología y clínica. [en línea] 5ª Edición. Santiago: Escuela de Medicina Pontificia Universidad Católica de Chile. 2007. [citado el 30 de Mayo de 2010] Disponible en: <<http://escuela.med.puc.cl/publ/AparatoRespiratorio/default.html>>
5. Gotshall R. Exercise-induced bronchoconstriction. *Drugs* 2002; 62: 1725 – 1739.
6. Ziaee V, Yousefi A, Movahedi M, Mehrkhani F, Noorian R. The prevalence of exercise-induced bronchospasm in soccer player children, ages 7 to 16 years. *Iran Journal of Allergy, Asthma and Immunology* 2007; 6: 33 – 36.
7. Aissa I, Amine F, Habib G. Prevalence of exercise-induced bronchoconstriction in teenage football players in Tunisia. *Annals of Saudi Medicine* 2009; 29: 299– 303.
8. Stella L, Kristen A, Erica G. Estimation of prepractice hydration status of national Collegiate Athletic Association Division I Athletes. *Journal of Athletic Training* 2009; 44: 624 – 629.
9. Shirreffs S, Sawka M, Stone M. Water and electrolyte needs for football training and match-play. *Journal of Sport Sciences* 2006; 24: 699 – 707.

10. Cheuvront S, Haymes E, Sawka M. Comparison of sweat loss estimates for women during prolonged high-intensity running. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2002; 34: 1344 – 1350.
11. Sawka M, Cheuvront S, Carter R. Human water needs. *Nutrition Review* 2005; 63: 30 – 39.
12. Friedrich M. Hydration and disease. *Journal of the American College of Nutrition* 2007; 5: 535 – 541.
13. Stensrud T, Berntsen S, Carlsen K. Exercise capacity and exercise-induced bronchoconstriction (EIB) in a cold environment. *Respiratory Medicine* 2007; 101: 1529 – 1536.
14. Kukafka D, Ciccolella D, D'Alonzo G, Porter S, Rogers J, Lang D, Polansky M. Exercise-induced bronchoesasm in high school athletes via a free running test: incidence and epidemiology. *Chest* 1998; 114: 1613-1622.
15. Parsons J, Mastronarde J. Exercise-induced bronchoconstriction in athletes. *Chest* 2005; 128: 3966 – 3974.
16. Herrera O, Fielbaum O. Enfermedades respiratorias infantiles. 2ª Edición. Santiago: Editorial Mediterráneo 2002: 575.
17. West J. Fisiología respiratoria. 7ª Edición. Buenos Aires: Editorial Médica-Panamericana 2005: 192.
18. Sepúlveda R. El flujómetro de Wrigth. Una herramienta indispensable en la práctica ambulatoria. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias* 2004; 20: 80 – 84.
19. Perelló J, Román R, Grupo Respiratorio de la Societat Balear de Medicina Familiar I Comunitaria. Medidor de Peak-flow: técnica de manejo y utilidad en Atención Primaria. *MEDIFAM* 2002; 3: 206 – 213.
20. Pesola G, O'Donnell P, Pesola G. Jr, Chinchilli V, Saari A. Peak expiratory flow in normals: comparison of the mini wright versus spirometric predicted peak flows. *Journal of Asthma* 2009; 46: 845 – 848.
21. Perks W, Tams I, Thompson D, Prowse K. An evaluation of the mini-Wright peak flow meter. *Thorax* 1979; 34: 79 – 81.

22. Miller M, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, Crapo R, Enright P, van der Grinten C, Gustafsson P, Jensen R, Johnson DC, MacIntyre N, McKay R, Navajas D, Pedersen O, Pellegrino R, Viegi G, Wanger J; ATS/ERS Task Force. Standardisation of spirometry. *European Respiratory Journal* 2005; 26: 319 – 338.
23. Céspedes J, Gutierrez M, Oyarzún M, Comisión de Función Pulmonar de Adultos Sociedad Chilena de Enfermedades Respiratorias. Flujometría en la práctica de atención primaria. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias* 2010; 26: 47 – 48.
24. Prasoorn J, Kavuru M, Emerman C, Ahmad M. Utility of peak expiratory flow monitoring. *Chest* 1998; 114: 861 – 876.
25. Zapletal A, Hladíková M, Chalupová J, Svobodová T, Vávrová V. Area under the maximum expiratory flow-volume curve – A sensitive parameter in the evaluation of airway patency. *Respiration* 2008; 75: 40 – 47.
26. McCoy E, Thomas J, Sowel R, Christa G, Finch C, Tolley E, Self T. An evaluation of peak expiratory flow monitoring: a comparison of sitting versus standing measurements. *Journal of the American Board of Family Medicine* 2010; 2: 166 – 170.
27. Anderson S, Kippelen P. Exercise-induced bronchoconstriction: pathogenesis. *Current Allergy and Asthma Reports* 2005; 5: 116 – 122.
28. Hallstrand T, Moody M, Wurfel M, Schwartz L, Henderson W, Aitken M. Inflammatory basis of exercise-induced bronchoconstriction. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 2005a; 172: 679 – 686.
29. Hew T, Almond C, Ayus J, Dugas J, Meeuwisse W, Noakes T, Reid S, Siegel A, Speedy D, Stuempfle K, Verbalis J, Weschler L. Exercise-Associated Hyponatremia (EAH) Consensus Panel. Consensus statement of the 1st International Exercise-Associated Hyponatremia Consensus Development Conference, Cape Town, South Africa 2005. *Clinical Journal of Sport Medicine* 2005; 15: 208 – 213.
30. Hallstrand T, Moody M, Aitken M, Henderson W. Airway immunopathology of asthma with exercise-induced bronchoconstriction. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 2005b; 116: 586 – 593.

31. Rundell K, Jenkinson D. Exercise-induced bronchospasm in the elite athlete. *Sports Medicine* 2002; 32: 583 – 600.
32. Anderson S, Kippelen P. Airway injury as a mechanism for exercise-induced bronchoconstriction in elite athletes. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 2008; 122: 225 – 235.
33. Kanazawa H, Hirata K, Yoshikawa J. Involvement of vascular endothelial growth factor in exercise induced bronchoconstriction in asthmatic patients. *Thorax* 2002; 57: 885 – 888.
34. Parsons J, Kaeding C, Phillips G, Jarjoura D, Wadley G, Mastronarde J. Prevalence of exercise-induced bronchospasm in a cohort of varsity college athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2007; 39: 1487 – 1492.
35. Bonsignore M, Morici G, Vignola A, Riccobono L, Bonanno A, Profita M, Abate P, Scichilone N, Amato G, Bellia V, Bonsignore G. Increased airway inflammatory cells in endurance athletes: what do they mean? *Clinical and Experimental Allergy* 2003; 33: 14 – 21.
36. Bonsignore M, Morici G, Riccobono L, Insalaco G, Bonanno A, Profita M, Paternò A, Vassalle C, Mirabella A, Vignola A. Airway inflammation in nonasthmatic amateur runners. *American Journal of Physiology. Lung Cellular and Molecular Physiology* 2001; 281: 668 – 676.
37. Carlsen KH, Engh G, Mørk M. Exercise-induced bronchoconstriction depends on exercise load. *Respiratory Medicine* 2000; 94: 750 – 755.
38. Sánchez L, Corwell B, Berkoff D. Medical problems of marathon runners. *American Journal of Emergency Medicine* 2006; 24: 608 – 615.
39. Bishop G, Fallon K. Musculoskeletal injuries in a six-day track race: ultramarathoner's ankle. *Clinical Journal of Sport Medicine* 1999; 9: 216 – 220.
40. Macera C. Lower extremity injuries in runners, advances in prediction. *Journal of Sports Medicine* 1992; 13: 50 – 57.
41. Miles D, Doerr C, Schonfeld S, Sinks D, Gotshall R. Changes in pulmonary diffusing capacity and closing volume after running a marathon. *Respiratory Physiology* 1983; 52: 349 – 359.

42. Mahler D, Loke J. Pulmonary dysfunction in ultramarathon runners. *Yale Journal of Biology and Medicine* 1981; 54: 243 – 248.
43. Cinza S, Nieto E. Hiponatremia. Centro de Salud Concepción Arenal. *Guías Clínicas* 2005; 5.
44. Montain S, Chevront S, Sawka M. Exercise associated hyponatraemia: quantitative analysis to understand the aetiology. *British Journal of Sports Medicine* 2006; 40: 98 – 105.
45. Chevront S, Sawka M. Hydration Assessment of Athletes. *Sports Science Exchange* 2005; 18: 1 – 6.
46. Davis D, Videen J, Marino A. Exercise-associated hyponatraemia in marathon runners: a two-year experience. *Journal of Emergency Medicine* 2001; 21: 47–57.
47. Goudie A, Tunstall-Pedoe D, Kerins M, Terris J. Exercise-associated hyponatraemia after a marathon: case series. *Journal of the Royal Society of Medicine* 2006; 99: 363 – 367.
48. Hew T, Chorley J, Cianca J, Divine J. The incidence, risk factors, and clinical manifestations of hyponatremia in marathon runners. *Clinical Journal of Sport Medicine* 2003; 13: 41 – 47.
49. Wilmore J, Costill D. Fisiología del esfuerzo y del deporte. 5ª Edición. Barcelona: Editorial Paidotribo 2004: 776.
50. McArdle W, Katch F, Katch V. Fundamentos de fisiología del ejercicio. 2ª Edición. Madrid: Editorial McGraw-Hill-Interamericana 2004: 708
51. Stensrud T, Berntsen S, Carlsen K. Humidity influences exercise capacity in subjects with exercise induced bronchoconstriction (EIB). *Respiratory Medicine* 2006; 100: 1633 – 1641.
52. Rundell K, Slee J. Exercise and other indirect challenges to demonstrate asthma or exercise-induced bronchoconstriction in athletes. Exercise and other indirect challenges to demonstrate asthma or exercise-induced bronchoconstriction in athletes. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology* 2008; 122: 238 – 246.
53. Kenefick R, Sawka M. Heat exhaustion and dehydration as causes of marathon collapse. *Sports Medicine* 2007; 37: 378 – 381.

54. Maughan R, Shirreffs S, Merson S, Horswill C. Fluid and electrolyte balance in elite male football (soccer) players training in a cool environment. *Journal of Sports Sciences* 2005; 23: 73 – 79.
55. Sawka M, Burke L, Eichner E, Maughan R, Montain S, Stachenfeld N. Exercise and fluid replacement. *American College of Sports Medicine* 2007; 39: 377 – 390.
56. Palacios N, Bonafonte L, Manonelles P, Manuz B, Villegas J. Consensus on drinks for the sportsman. Composition and guidelines of replacement of liquids. *Spanish Federation of Sports Medicine* 2008; 126: 248 – 258.
57. Zambraski E. The renal system. *ACSM's: Advanced Exercise Physiology*. Lippincott, Williams & Wilkins 2005; 521 – 532.
58. Chevront S, Carter R, Montain S, Sawka M. Daily body mass variability and stability in active men undergoing exercise-heat stress. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 2004; 14: 532 – 540.
59. Casa D, Armstrong L, Hillman S, Montain S, Reiff R, Rich B, Roberts W, Stone J. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for Athletes. *Journal of Athletic Training* 2000; 35: 212 – 224.
60. Ethan N. Nuevas Ideas para la Rehidratación Durante y Luego del Ejercicio en Climas Cálidos. *PubliCE Standard* 2006; Pid: 608.
61. Casa D, Clarkson P, Roberts W. American College of Sports Medicine roundtable on hydration and physical activity: consensus statements. *Current Sports Medicine Reports* 2005; 4: 115 – 127.
62. Pujol P, Rosés J, Drobic F, Aliste L, González C, Moreno A. Rehydration following exercise: effects of administration of two beverages, one with relatively low sodium content versus one with moderately high sodium content. A randomized controlled crossover study. Ponencia presentada en 3er Congrés de la Societat Catalana de Medicina de l'Esport. Andorra. 2004.
63. Rosés J, Pujol P. Hydration and physical exercise. *Medicina de l'esport* 2006; 41: 70 – 77.
64. Murray B. Hydration and physical performance. *Journal of the American College of Nutrition* 2007; 5: 542 – 548.

65. Mudambo K, Leese G, Rennie M. Dehydration in soldiers during walking/running exercise in the heat and the effects of fluid ingestion during and after exercise. *European Journal of Applied Physiology* 1997; 76: 517 – 524.
66. Sun J, Chia J, Rashid A. Dehydration rates and rehydration efficacy of water and sports drink during one hour of moderate intensity exercise in well-trained flatwater kayakers. *Annals Academy of Medical Singapore* 2008; 37: 261 – 265.
67. Montain S. Hydration recommendations for sport 2008. *Current Sports Medicine Reports* 2008; 4: 187 – 192.

XII. ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento Informado.

Consentimiento Informado

A través del presente documento, declaro con toda certeza de los posibles eventos a ocurrir durante la realización práctica del Seminario de Tesis llamado "Hidratación, y variación de la función pulmonar, medida mediante flujometría, en cadetes de la Escuela Naval Arturo Prat durante una corrida en campo traviesa", realizado por alumnos de 5° año la carrera de Kinesiología de la Universidad de Valparaíso.

Yo....., Rut....., soy consciente que este proceso consiste en dos sesiones de trote, de una hora, en 2 días distintos, cada uno con un modo diferente de hidratación, a los cuales será sometido, para su posterior evaluación. Sé que los datos obtenidos pueden ser usados solo para dicho estudio.

Acepto seguir las instrucciones de hidratación previo sometimiento de la prueba, como también la hidratación al terminar cada una de estas. Se me ha informado de los beneficios de esta evaluación, para mi posterior hidratación y rendimiento. Asimismo, se me ha informado de los riesgos, de los posibles efectos de la deshidratación, como también las posibles consecuencias tras la realización de dicha evaluación.

He realizado las preguntas que considere oportunas, todas las cuales han sido absueltas y con repuestas que considero suficientes y aceptables, en cuanto a claridad y consistencia, lo que hace entender el método de realización de la prueba, así como también la forma de la toma de datos obtenidos de esta.

En función de esto, en forma consciente y voluntaria, por tanto, doy mi consentimiento para que se me realicen las mediciones pertinentes, teniendo pleno conocimiento de los posibles riesgos, complicaciones y beneficios que podrían desprenderse de dicho acto, a la vez que acepto, voluntariamente y sin presión de ningún contexto, la participación en este.

Nombre

Firma

Anexo 2. Datos Climatológicos.

ARMADA DE CHILE
COMANDO EN JEFE DE LA 1ª ZONA MAR
COMANDO EN JEFE DE LA 1ª ZONA MAR
COMANDO EN JEFE DE LA 1ª ZONA MAR

Datos Climatológicos

Para la realización de la tesis "Hidratación, y variación de la función pulmonar medida mediante flujometría, en cadetes de la Escuela Naval Arturo Prat, durante una corrida a campo traviesa" desarrollada durante el año 2010.

Datos obtenidos del Servicio de Meteorología de la Armada de Chile.

27 - 08 - 2010	T° Aire (°C)	T° Húmeda (°C)	% Humedad Relativa	Presión (hPa)
14:00	14,8	13,8	88	1018,6
17:00	14,8	12,8	80	1017,5
20:00	12,8	12,0	91	1018,4

3 - 09 - 2010	T° Aire (°C)	T° Húmeda (°C)	% Humedad Relativa	Presión (hPa)
14:00	14,8	12,4	76	1029,0
17:00	14,4	11,4	70	1269,0
20:00	14,2	10,5	63	1257,0



LUIS VIDAL LEMA
CAPITÁN DE CORBETA OM.
JEFE CENTRO METEOROLÓGICO (V.)

Distribución:
1.- Interesado.
2.- C. Met. (V.)

Anexo 3. Carta Solicitud Escuela Naval Arturo Prat.

Sr. Jorge Serón
Capitán de Corbeta IM
Jefe Actividad Física
Escuela Naval Arturo Prat
Presente

De nuestra consideración:

Junto con saludarle, nos dirigimos a Ud. como alumnos de Quinto Año de la Carrera de Kinesiología de la Universidad de Valparaíso, que en el marco de la realización de nuestra tesis, surge gran interés en la posibilidad de que vuestra institución, sea partícipe activa de nuestro proyecto.

Es sabido que, dentro de la enseñanza integral que imparte la Escuela Naval, se contempla la actividad física como uno de los pilares en la formación de los nuevos cadetes de la Armada de Chile. Basados en este antecedente, es que nuestras pretensiones de estudio se basan en la evaluación del rendimiento pulmonar de los deportistas pertenecientes a la Escuela Naval, a través de la aplicación de un protocolo de hidratación en ejercicio. Cabe destacar, que los resultados obtenidos en la presente investigación serán expuestos solamente como antecedente en nuestra tesis, y en ningún momento buscan importunar su labor en el entrenamiento semanal rutinario al que son sometidos los cadetes, ni hacer un mal uso de ellos, en perjuicio de la Armada de Chile

Debido a las características de entrenamiento deportivo de los integrantes de su escuela, y por la seriedad de la institución, la orientación de nuestro estudio tendría resultados más relevantes, confiables y certeros en comparación a un estudio en personas sin entrenamiento militar. Es por esto que el desarrollo de dicho estudio, traería beneficios tanto a la Armada de Chile, como nosotros como estudiantes y futuros Kinesiólogos, en un área de gran importancia para nuestro quehacer profesional.

Nuestro interés es contar con su autorización para llevar a cabo nuestra intervención.

Esperando una buena acogida, se despide atentamente:

Jorge Arriagada Chacón

Camilo López Muñoz

Francisco Tapia Román

Andrés Vásquez Gómez

Anexo 4. Antecedentes Clínicos.

Miércoles 28 de Julio de 2010.

Antecedentes Clínicos
Escuela Naval 2010

Tesis:

"Hidratación, y variación de la función pulmonar, medida mediante flujometría en cadetes de la Escuela Naval Arturo Prat, durante una corrida a campo traviesa"

Nombre: _____ N° Cadete: _____

Curso: _____ Seleccionado: _____ Teléfono: _____ E-mail: _____

- ***Escriba SI o NO***

Enfermedad cardiovascular: _____

Enf. Respiratoria aguda: _____

Enf. Respiratoria crónica: _____

Antecedentes de Asma Familiar _____ Especifique _____

Enf. Renal: _____

Enf. Nutricionales: _____

Lesión Musculoesquelética: _____

Fumador: _____

Otra enfermedad: _____ ¿Cuál? _____

Fármacos que consume habitualmente: _____

Anexo 5. Ficha de Pacientes.

Ficha de Registro de Datos		
Nombre Completo:		
Curso:	Rama Deportiva:	N° cadete:
Edad (años):	Peso (Kg.):	Nivel Actividad Física (Hrs/Semana):
FEM_Basal (L/m):		Hora y Fecha:.....
<u>Test de Cooper:</u> Tiempo Total:		Tiempo por Vuelta:
<i>Datos toma de muestra 1(Pre)</i>		
Peso previo a la prueba (Kg.):		
FEM Pre NH (L/m):		Hora y Fecha:
<i>(Post)</i>		
Peso post prueba (Kg.):		
FEM Post NH (L/m):		Hora y Fecha:
<i>Datos toma de muestra 2(Pre)</i>		
Peso previo a la prueba (Kg.):		
FEM Pre H (L/m):		Hora y Fecha:
<i>(Post)</i>		
<u>Peso post prueba</u> (Kg.):		
FEM Post H (L/m):		Hora y Fecha:
Finaliza la prueba Si..... No.....		

Anexo 6. Certificado de validación en flujometría.

Valparaíso, 21 junio de 2010

De mi consideración:

Certifico que los alumnos, Sres Jorge Arriagada, Camilo López y Francisco Tapia, estudiantes de 5° año de la carrera de Kinesiología, pertenecientes a la Universidad de Valparaíso, están capacitados para realizar la técnica de flujometría a través de un flujómetro *Mini- Wright*, con la finalidad de la toma de muestras válidas para la realización de la tesis llamada "Hidratación y variación del flujo espiratorio máximo evaluado mediante flujometría, en cadetes de la Escuela Naval Arturo Prat, durante una corrida en pista atlética, con una intensidad al 70% de su capacidad aeróbica máxima", llevada a cabo durante el año 2010.



Pablo Manríquez Villarroel
Kinesiólogo - Msc